

Analyse der mentalen Verankerung von regelmäßigen und
unregelmäßigen Formen am Beispiel der deutschen
Vergangenheitsmorphologie in L1 und L2

Dissertation



Valentina Meuren

geboren in Jekaterinburg

2014

Danksagung

Als Erstes möchte ich meiner Betreuerin, Prof. Christiane von Stutterheim für die Möglichkeit danken, dass ich diese Promotion am Institut für Deutsch als Fremdsprachenphilologie der Universität Heidelberg anfertigen durfte und den dort vorhandenen Eye-Tracker für meine Experimente nutzen konnte. Durch den zur Verfügung gestellten Arbeitsplatz am Institut profitierte ich vom Austausch mit anderen Büronachbarn; insbesondere möchte ich Renate, Yenshi, Monique, Viola, Elena, Sylvia, Kalina, Magda und Barbara für Diskussionen und Aufmunterung danken.

Des Weiteren danke ich der FAZIT-Stiftung, die mich zwei Jahre lang finanziell unterstützte und mir die Teilnahme an Konferenzen und Workshops ermöglichte.

Mit Freude erinnere ich mich auch an meine Praktika beim Zentralinstitut für seelische Gesundheit in Mannheim und am Heidelberger Institut für theoretische Studien (HITS), die mir wertvolle Einblicke in ihre Forschungsprojekte gaben und an meine Zeit in der Sprachrehabilitation bei den Kliniken Schmieder.

Ein ganz besonders lieber Dank geht an meine Familie und meine Freunde für ihr Dasein und das Korrekturlesen meiner Arbeit: Thomas, Lena, Katja, Manu, Moritz, Julie, Heiko, Andy, Andi, Christian, Stefan, Margit und Sebastian.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	9
I. Theoretischer Teil	15
1. Vergangenheitstempora im Russischen und Deutschen	16
1.1. Regelmäßigkeit in der Grammatik	16
1.2. Zeitkonzepte und deren grammatische Verankerung	19
1.3. Bildung der Vergangenheitsformen im Russischen	23
1.4. Bildung der Vergangenheitsformen im Deutschen	35
1.5. Zusammenfassung	37
2. Sprachverarbeitungsmodelle für die Verbmorphologie	39
2.1. Englisch als Sprache für die Modellentwicklung	40
2.2. Modellierung der mentalen Sprachverarbeitung: Das mentale Lexikon und die mentale Grammatik	42
2.3. Single-Route und Dual-Route Modelle	45
2.3.1. Single-Route Modelle	45
2.3.2. Duale Modelle	48
2.4. Kritische Betrachtung der Modellbildung	49
2.5. Zusammenfassung	50
3. Das deklarativ-prozedurale Modell von Ullman im Kontext der psycholinguistischen Forschung	53
3.1. Grundannahmen des DP-Modells	53
3.1.1. Funktionale Zuordnung der mentalen Sprachbereiche	54
3.1.2. Interaktion zwischen mentaler Grammatik und mentalem Lexikon	57
3.1.3. Morphologische Transformation	58
3.2. Neurokognitive Befunde	60
3.2.1. Das mentale Lexikon und das deklarative Gedächtnis	63
3.2.2. Die Grammatik und das prozedurale Gedächtnis	65
3.3. Patholinguistische Befunde	66
3.4. Analyse des DP-Modells aus linguistischer Perspektive	72
3.5. Zusammenfassung	75
4. Spracherwerb in der L1 und der L2 aus der Sicht der Psycho- und Neurolinguistik	77
4.1. Spracherwerb nach Klein	77
4.2. Spracherwerb nach Ullman	83

4.3.	Erwerb der Flexionsmorphologie in der L2	89
4.4.	Zusammenfassung	94
5.	Paradigmen für Untersuchungen der Verbformbildung	97
5.1.	Modus der Stimulidarbietung	97
5.2.	Aufgabenstellungen in Experimenten zur Verbformbildung	98
5.2.1.	Bildungen von Verbformen ausgehend von einem Verbstamm	98
5.2.2.	Bildungen von Verbformen im Kontext eines Satzes	99
5.2.3.	Bildungen von Verbformen auf der Grundlage von Bild- material	102
5.2.4.	Die Verwendung von Non-Wörtern	103
5.3.	Aufzeichnung der Reaktionen während des Experimentes	104
5.4.	Sprachspezifische Effekte	105
5.4.1.	Der Regelmäßigkeitseffekt	106
5.4.2.	Der Frequenzeffekt	106
5.4.3.	Phonologische Effekte	110
5.5.	Zusammenfassung	111
6.	Experimentelle Methoden	113
6.1.	Experimente zu lexikalischen Entscheidungen	113
6.2.	Reaktionszeitmessungen	114
6.3.	Priming	115
6.3.1.	Neurolinguistische Grundlagen des Primings	116
6.3.2.	Priming als Experimentparadigma	116
6.3.3.	Morphologisches Priming	118
6.4.	Blickbewegungsmessung	121
6.4.1.	Fixationen	123
6.4.2.	Sakkaden	125
6.5.	Bildgebende Verfahren	128
6.5.1.	EEG und MEG	129
6.5.2.	PET und fMRI	132
6.5.3.	Kritik an den bildgebenden Verfahren	135
6.6.	Zusammenfassung	137
II.	Experimenteller Teil	139
7.	Eyetracking-Experiment	140
7.1.	Forschungsziele	140
7.2.	Anmerkungen zu der verwendeten Sprachkombination	142
7.3.	Anmerkungen zur Aufgabenstellung im Experiment	144
7.4.	Begründung der angewendeten Methode	145

7.5. Experimentdesign	145
7.5.1. Morphologisches Priming	146
7.5.2. Aufzeichnung der Daten	149
7.5.3. Versuchspersonen	149
7.5.4. Hypothesen	150
7.6. Datenauswertung	150
7.6.1. Art der vom Eyetracker erhobenen Rohdaten	151
7.6.2. Visualisierung der Rohdaten	151
7.6.3. Festlegung der AOIs	154
7.6.4. Zusammenfassung der Fixationspunkte	154
7.6.5. Bestimmung der antizipatorischen Sakkaden	156
7.7. Statistische Analyse und Interpretation der L1-Daten Teil I	163
7.7.1. Auswertung der Fixationslängen	163
7.7.2. Untersuchung des Frequenzeffektes	165
7.7.3. Auswertung der antizipatorischen Sakkaden	167
7.7.4. Chi-Quadrat-Test	169
7.7.5. Berücksichtigung des direkten Primingeffektes	171
7.8. Statistische Analyse und Interpretation der L1-Daten Teil II	173
7.8.1. Auswertung der Fixationslängen	173
7.8.2. Auswertung der antizipatorischen Sakkaden	174
7.9. Statistische Analyse und Interpretation der L2-Daten	179
7.9.1. Auswertung der Fixationslängen	179
7.9.2. Auswertung der antizipatorischen Sakkaden	182
7.10. Abschließende Anmerkungen zur Studie	186
Diskussion und Ausblick	187
Anhang	197
A. Experimentell erhobene L1-Daten Teil I	198
B. Experimentell erhobene L1-Daten Teil II	208
C. Experimentell erhobene L2-Daten Teil I	218
D. Experimentell erhobene L2-Daten Teil II	229
Literaturverzeichnis	235

Einleitung

What we can do, perhaps, is to look at characteristic properties of linguistic systems, in particular, properties which are shared by all known linguistic systems, and ask how these are related to other capacities that appear to be unique to our species [Kle09b, S.335].

(Wolfgang Klein)

Thema und Ziele der Arbeit

Die natürliche Sprachverarbeitung ist eng mit den kognitiven Prozessen des menschlichen Gehirns verknüpft. Die mentalen Fähigkeiten eines Menschen sind äußerst vielfältig, zu ihnen gehören Aufmerksamkeit, Erinnerung, Lernen, Kreativität, Planung und Organisation, Imagination, Argumentation, Introspektion, Glaube und Wille; um sie zu verstehen, müssen die Erkenntnisse aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen symbiotisch verbunden werden. Dies gilt insbesondere für die Erforschung der menschlichen Sprachverarbeitung und der mit ihr einhergehenden psychophysiologischen Prozesse.

Sowohl die Linguistik als auch die Psychologie beschäftigen sich mit Sprache. Während linguistische Arbeiten diese als abstrakte Erscheinung untersuchen, werden in psychologischen Verhaltensstudien die sprachwissenschaftlichen Kenntnisse genutzt, um natürliche Sprachprozesse besser zu verstehen. In Ergänzung zur traditionellen Linguistik, die rein deskriptiv vorgeht, ist es das Ziel der Psychologie, die Sprache als kognitive Erscheinung experimentell zu untersuchen. Beide Sichtweisen ergänzen sich interdisziplinär im Forschungsgebiet der Psycholinguistik.

Der Begriff der Regelmäßigkeit, welcher in der Sprachwissenschaft rein deskriptiven Zwecken dient, gewinnt im Licht der von der Psycholinguistik untersuchten psychophysiologischen Realien eine ganz neue Bedeutung. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, in wie weit die linguistische Klassifizierung in regelmäßige und unregelmäßige Kategorien eine Relevanz für die mentalen Vorgänge der Sprachproduktion aufweist. Im Speziellen unterscheidet die Verbmorphologie in vielen Sprachen zwischen einem regelmäßigen Muster und alternativen, davon abweichenden Formen.

Obwohl jede einzelne Sprache ein sehr individuelles Erscheinungsbild aufweist, lassen sich dennoch grundlegende Prinzipien erkennen, die den meisten menschlichen

Sprachen gemein zu sein scheinen. Die Untersuchung dieser Beobachtung führte zu der Erkenntnis, dass sich bestimmte Konzepte zwischen einzelnen Sprachen übertragen lassen; Sprache verfügt somit über gewisse systematische Eigenschaften mit einer allgemeinen Relevanz. Dieser Gedanke ist unter anderem bei Humboldt [Hum36] zu finden und wurde laut Klein [Kle00, S.546] in der Sprachwissenschaft mehrfach aufgegriffen. Das Konzept der Vergangenheit und die grammatische Regelmäßigkeit – jene Größen, mit denen sich die vorliegende Arbeit auseinandersetzt – sind exemplarisch für sprachübergreifende Erscheinungen, wie im Englischen und Deutschen beobachtet werden kann.

Das zentrale Ziel dieser Arbeit ist es, die Bildung der Vergangenheitsformen zu untersuchen und die Dualität aus regelmäßigen und unregelmäßigen Formen in Erst- und Zweitsprache (L1 und L2) durch den Vergleich mit den Vorhersagen aus Sprachmodellen näher zu beleuchten.

Solche Untersuchungen zu Vergangenheitstempora, insbesondere zum englischen Past Tense, wurden bereits in verschiedenen Disziplinen unternommen, dazu gehören die Phonologie [HM85], die Spracherwerbsforschung [Ber58], die Genetik [RW96], die Sprachpathologie [Pen+97] und die Computerlinguistik [Cho95]. Die experimentelle Untersuchung der Verbformbildung ist nicht nur von theoretischem Interesse, sie betrifft auch andere Bereiche wie die Sprachrehabilitation, die Sprachförderung, den Fremdsprachenunterricht, die Kognitionsforschung und die Mensch-Maschine-Kommunikation. Aus diesen Gründen sind Forschungsarbeiten zur Vergangenheitsbildung nicht selten interdisziplinär angelegt und basieren auf experimentellen Resultaten.

Die Dichotomie aus Regelhaftigkeit und Ausnahmen bei der sprachlichen Realisierung eines mentalen Konzeptes kann mittels verschiedener Verfahren experimentell untersucht werden. In der Psycholinguistik tragen (neben Simulationen und Korporauntersuchungen) vor allem Verhaltensexperimente zu neuen Erkenntnissen über die natürliche Sprachverarbeitung bei. Neben einer theoretischen Abhandlung über Regelmäßigkeit und Unregelmäßigkeit bei den Vergangenheitsformen wurde in dieser Arbeit auch eine experimentelle Studie mit Blickbewegungsmessungen durchgeführt, um das vorhandene Wissen auf dem Gebiet der mentalen Verbmorphologie weiter auszubauen.

Fragestellung

Aus Sicht der psycholinguistischen Forschung stellt die Sprache ein mentales System dar, das im Laufe des Lebens aufgebaut, genutzt und ständig weiterentwickelt wird. Dieses verfügt somit offensichtlich über eine psychophysiologische Basis, denn obwohl es sich bei den Sprachverarbeitungsprozessen um sehr komplexe Vorgänge

handelt, die viele Systeme und Organe eines Menschen beanspruchen, ist lediglich die Gehirnaktivität hierzu unerlässlich.

Der theoretische Teil dieser Arbeit behandelt Modelle der natürlichen Sprachproduktion, wobei die dualen Modelle und insbesondere das deklarativ-prozedurale (DP) Modell von Michael Ullman im Vordergrund stehen; das DP-Modell bildet ferner die Grundlage für den experimentellen Teil der Arbeit [Ull01c]. Vor allem wird hierfür die Systematik der Vergangenheitstempora in den für die Arbeit relevanten Sprachen Deutsch und Russisch erläutert und auf die psycholinguistischen Hintergründe ihrer Aneignung eingegangen.

Bisher wurden die meisten linguistischen Studien am Beispiel des Englischen durchgeführt. Um sprachspezifische von allgemeinen Effekten abzugrenzen, sind aber vergleichende Untersuchungen notwendig. Der Vergleich von Russisch und Deutsch ist im Bezug auf die Vergangenheitsbildung besonders interessant, da das Russische bis auf wenige, phonologisch bedingte Ausnahmen nur eine regelmäßige Bildung kennt, wogegen das Deutsche neben den regelmäßigen über viele, zum Teil hochfrequente, unregelmäßige Formen verfügt.

Die vorliegende Arbeit setzt sich mit folgenden Punkten auseinander:

- Zentral ist die Frage, ob die zunächst rein linguistisch-deskriptiv bestimmten Eigenschaften „regelmäßig“ und „unregelmäßig“ ein geeignetes Instrumentarium zur Beschreibung der real ablaufenden Sprachverarbeitungsprozesse darstellen. Hilfreich ist in diesem Zusammenhang die Beschränkung auf eine gewisse grammatische Kategorie, in dieser Arbeit die Vergangenheitsbildung im Russischen und Deutschen.
- Die zweite Frage betrifft die Erwerbsprozesse, auf denen die Anwendung der mentalen Grammatik in der L2 basiert. Klein [Kle03] stellt mit Verweis auf Ellis [Ell94] fest, dass *„kaum ein Bereich des Zweitspracherwerbs [...] so viel erforscht worden [ist] wie die Flexionsmorphologie“* [Kle03] (siehe auch Dietrich [Die06], der die selbe Meinung vertritt). Es besteht daher die Möglichkeit, auf bereits vorhandenen Erkenntnissen aufzubauen und neu gewonnene Ergebnisse mit diesen zu vergleichen und so im Kontext anderer Arbeiten zu interpretieren.
- Die dritte Frage lautet: Kann das DP-Modell von Ullman auch zur Erklärung der Sprachproduktion in der Zweitsprache (L1 Russisch, L2 Deutsch) angewendet werden? Die Besonderheit der vorliegenden Arbeit liegt in der für den experimentellen Teil ausgesuchten Sprachkombination. Für die Erforschung der dualen Theorie benötigt man Sprachen, die einen Unterschied zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Verben aufweisen, dies ist bei Deutsch und Russisch gegeben.

Eine umfassende Analyse der dualen Modelle und die Überprüfung ihrer Aussagen in einem psycholinguistischen Experiment ist somit das Ziel dieser Arbeit.

Dabei ist von Interesse, neue Paradigmen zur Untersuchung der dualen Modelle zu erarbeiten. Die bislang verwendeten Methoden zur Erforschung des DP-Modells begrenzten sich auf einige wenige erprobte Techniken, zu denen sowohl Verhaltensexperimente, wie beispielsweise die Messung von Reaktionszeiten, als auch Studien mit bildgebenden Verfahren zählen. Letztere haben das Ziel, die Gehirnaktivität bei der Lösung von sprachlichen Aufgaben zu untersuchen. Die Anwendung von neuen Methoden kann bisher nicht beachtete Aspekte ans Licht bringen und somit eine kritische Auseinandersetzung mit den existierenden Sprachverarbeitungsmodellen fördern. Ein Schwerpunkt liegt daher auf der Entwicklung einer neuen Methode, um die Verarbeitung von Verbmorphologie näher zu untersuchen.

Aufbau der Arbeit

Im **ersten Kapitel** wird der formale Ausdruck der Zeitkonzepte in der russischen und deutschen Grammatik beschrieben. Dies ist notwendig, um die Unterschiede in der Struktur der ausgewählten Sprachen zu erläutern.

Allgemein betrachtet verfügt Sprache über verschiedene Möglichkeiten, zeitlich voneinander getrennte Ereignisse wiederzugeben und in Beziehung zueinander zu setzen. Im Rahmen dieser Arbeit stehen vor allem die grammatischen Mittel im Vordergrund. Zeitliche Relationen sind sowohl im Russischen als auch im Deutschen tief in der Verbmorphologie verankert. Formal erfolgt ihr Ausdruck in beiden Sprachen primär über die grammatische Kategorie des Tempus. Im Mittelpunkt stehen die existierenden formalen Markierungen und die Gesetzmäßigkeiten ihrer Realisierung, exemplarisch analysiert am Beispiel der Vergangenheitstempora. Während die deutsche Sprache regelmäßige und unregelmäßige Konjugationen kennt, muss im Russischen zusätzlich die Kategorie des Aspekts mit in die Betrachtung einbezogen werden. Der hierfür notwendige Überblick über die Bildung der Vergangenheitstempora in beiden Sprachen wird im ersten Kapitel gegeben.

Das **zweite Kapitel** setzt die linguistische Beschreibung der Vergangenheitstempora in Bezug zu den mit der Sprachverarbeitung einhergehenden kognitiven Prozessen. Dazu werden zunächst die grundlegenden Eigenschaften der für die Verbmorphologie relevanten Sprachverarbeitungsmodelle dargestellt. Da jedes Modell von einer etwas anderen mentalen Organisation des sprachlichen Wissens ausgeht, folgt eine Diskussion der wichtigsten Begriffe und Termini. Zentral ist hier die Frage nach der kognitiven Repräsentation der entsprechenden grammatischen Regeln und der Ablauf der Formbildung. Die Darstellung beschränkt sich dabei auf solche Sprachverarbeitungsmodelle, welche die Dichotomie zwischen einer regelmäßigen

und einer unregelmäßigen Verbformbildung thematisieren, insbesondere wird auf Single- und Dual-Route-Modelle näher eingegangen.

Das **dritte Kapitel** setzt sich mit den Annahmen des DP-Modells auseinander. Dieses erweitert, die dualen Ansätze zur Bildung der Vergangenheitsformen mit neurokognitiven Erkenntnissen. Im Einklang mit den dualen Modellen postuliert Ullman unterschiedliche Verarbeitungswege für regelmäßige und unregelmäßige Verbformen. Er verknüpft in seiner Theorie das mentale Lexikon und die mentale Grammatik mit deklarativen bzw. prozeduralen Gedächtnisformen und geht somit von zwei getrennten Routen für die Verbformbildung aus. Der Ansatz von Ullman versucht linguistische und psychophysiologische Aspekte der Sprache zu vereinen, um sich so den Vorgängen innerhalb der natürlichen Sprachen anzunähern.

Die Aussagen des DP-Modells hinsichtlich der Sprachverarbeitung in der L2 werden auf Grund ihrer Relevanz für die Diskussion des Modells und den experimentellen Teil der Arbeit separat im **vierten Kapitel** erläutert. Dazu werden die psycholinguistischen Erkenntnisse zum Spracherwerb anhand der Arbeiten von Klein diskutiert, ein Schwerpunkt liegt auf dem Erwerb der Vergangenheitsforma.

Das **fünfte Kapitel** widmet sich den grundlegenden experimentellen Paradigmen, die zur Erforschung der Verbformbildung vor allem im Bereich der Vergangenheitsforma Anwendung finden. Es beschreibt die in der Psycholinguistik am weitesten verbreiteten Studiendesigns. Darüber hinaus wird auf sprachspezifische Effekte eingegangen, die in einer Sprache mehr, in einer anderen Weniger die gängigen experimentelle Paradigmen beeinflussen können.

Das **sechste Kapitel** gibt einen Überblick über die wichtigsten experimentellen Methoden, die der heutigen psycholinguistischen Forschung für die Analyse der mentalen Verbgrammatik zur Verfügung stehen. Neben den bildgebenden Verfahren wird ein besonderes Augenmerk auf Studien mit Priming und Blickbewegungsmessungen gerichtet, da diese Methoden im experimentellen Teil der Arbeit verwendet werden. Mit diesem Kapitel ist der theoretische Teil abgeschlossen.

Das **siebte Kapitel** beschreibt die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte experimentelle Studie. Im Fokus steht dabei die Frage, ob sich der von den dualen Modellen vorhergesagte Unterschied in der Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben mit Hilfe von Blickbewegungsmessungen (antizipatorischen Sakkaden) messen lassen kann. Exemplarisch wurde dazu die Vergangenheitsbildung im Deutschen untersucht. Der Einsatz von Blickbewegungsmessungen zur Analyse der dualen Sprachmodelle ist neu; das entwickelte Experiment erweitert somit das Forschungsgebiet um eine innovative Methode, die zur Überprüfung und

Erweiterung von bereits bekanntem Wissen über die Sprachproduktion geeignet ist. Die durchgeführte Studie ermöglicht einen alternativen Zugang zu den sprachrelevanten psychophysiologischen Prozessen, mit dem sich vor allem die Aussagen des DP-Modells über die Sprachverarbeitung von lexikalischen und grammatischen Informationen überprüfen lassen.

Der experimentelle Teil beschränkt sich nicht nur auf deutsche Muttersprachler, insbesondere sollten die Prozesse im L2-Spracherwerb näher beleuchtet werden. Dazu wurden neben L1 Sprechern auch fortgeschrittene Lerner des Deutschen (L1 Russisch) betrachtet. Wie bereits erwähnt, eignet sich der Vergleich zwischen der deutschen und der russischen Vergangenheitsbildung aufgrund seiner systematischen Unterschiede sehr gut für eine Untersuchung der dualen Sprachverarbeitungsmodelle. Obwohl vergleichende Arbeiten zu deutschen und russischen Tempora ein verbreitetes Thema in der linguistischen Forschung darstellen, sind die morphologischen Prozesse bei L2-Sprechern noch kaum erforscht [HMC06].

Abschließend werden die in dieser Arbeit behandelten Themen und die im experimentellen Teil neu erworbenen Erkenntnisse zusammengefasst.

Teil I.

Theoretischer Teil

1. Vergangenheitstempora im Russischen und Deutschen

Dieses Kapitel erläutert, welche Möglichkeiten in der jeweiligen Grammatik des Russischen und Deutschen zur Verfügung stehen, um das zeitliche Konzept der Vergangenheit formal auszudrücken. Es wird ein Überblick über die Formenvielfalt gegeben, die im Russischen speziell auf die grammatisch verankerte Kategorie des Aspekts und im Deutschen auf die unregelmäßigen Verben zurückzuführen ist. Ferner werden in diesem Kapitel die Unterschiede zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Verben aus einer linguistischen Perspektive heraus deskriptiv und sprachvergleichend erfasst. Dieses Kapitel schafft somit die notwendige Basis zur Analyse der Sprachmodelle (siehe Kapitel 2 und 3) und für den experimentellen Teil der Arbeit.

1.1. Regelmäßigkeit in der Grammatik

Die linguistische Beschreibung der Sprache strebt in erster Linie eine möglichst genaue Darstellung aller Möglichkeiten an, die zur verbalen Interaktion gegeben sind. Deren Erfassung geht mit dem Versuch einher, die verschiedenen Konstruktionen zu klassifizieren, um dann in einem nächsten Schritt die unterschiedlichen Klassen zueinander in Beziehung zu setzen. Diese deskriptive Auffassung von Sprache erlaubt präzise Verknüpfungen zwischen den einzelnen Formen und deren Anwendung.

Die Grammatik einer Sprache bildet ihr zentrales strukturierendes Element. Ein Beispiel für eine Form von Regelmäßigkeit, die in den Grammatiken vieler Sprachen vorkommt, ist die Flexion. Unter dem Begriff Flexion werden sowohl die nominale Deklination als auch die verbale Konjugation zusammengefasst. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von flektierenden Sprachen.

Als grammatische Marker verwenden die flektierenden Sprachen eine geschlossene Klasse von Affixen. Ein Affix ist ein Träger von morphosyntaktischen Merkmalen, er ist gebunden und weist einen Anschluss an ein Lexem auf; ein Affix kann verschiedene grammatische Rollen übernehmen. Einige morphologische Theorien fassen Affixe auch als eigenständige lexikalische Objekte auf. So betrachten Wunderlich und Fabri [WF95] Flexionsaffixe als lexikalische Köpfe, die auf phonologische und kategoriale Informationen spezifiziert sind.

Durch die Verwendung eines speziellen Suffixes als Marker für eine bestimmte grammatische Kategorie wird ein hoher Wiedererkennungseffekt erzielt, in diesem Kontext wird auch der Begriff „Markierung“ benutzt. Die als grammatische Marker¹

¹ „Ein Marker ist eine formale, d.h. morphologische oder syntaktische Symbolisierung (Enkodierung) wenigstens einer grammatischen Kategorie“ [Wur01, S.60].

fungierende Suffixe sind in der Regel sowohl innerhalb der Sprache als auch sprachübergreifend spezifisch. Ein Beispiel für einen solchen grammatischen Marker ist der Suffix *-л*, der im Russischen für die Bildung von Vergangenheitstempora verwendet wird [(*он делал* (er machte), *он делал бы* (er hätte gemacht))]. Im Vergleich dazu markiert im Deutschen der Suffix *-te* das Präteritum bzw. den Konjunktiv II (*ich kochte*). Auch im Englischen kommt der Suffix *-ed* nicht nur bei einer der grammatischen Kategorie innerhalb vom Tempus vor:

Simple Past	<i>I cooked</i>
Present Past	<i>I have cooked</i>
Past Perfect	<i>I had cooked</i>
Future Perfect	<i>I will have cooked</i>
Conditional perfect	<i>I would have cooked</i>
Past participle	<i>cooked</i>

Anders als im Russischen oder Deutschen wird im Englischen ein Suffix, der primär dem Ausdruck der Vergangenheit dient, auch zur Bildung einer Zukunftsform verwendet (*I will have cooked*). Im Englischen, der Sprache, die von Ullman [Ull01c] als Basis für sein deklarativ-prozedurales (DP) Modell gewählt wurde, herrscht demnach in der Morphologie keine eindeutige Zuordnung zwischen Tempus und Marker (die Begründung für die Wahl dieser Sprache zur Modellbildung wird im Kapitel 2 gegeben).

Für die Durchführung einer experimentellen Studie ist es jedoch notwendig, den Untersuchungsgegenstand hinreichend einzuschränken, um trotz der Komplexität der linguistischen Kategorien neue Erkenntnisse zu gewinnen. Die regelmäßige Bildung von Vergangenheitsformen kann dabei als exemplarisch für eine im Langzeitgedächtnis verankerte, grammatikalisch strukturierte mentale Operation angesehen werden. Für die Bildung der Vergangenheitstempora in den zu untersuchenden Sprachen sind die folgenden Aspekte der grammatischen Regelmäßigkeit von besonderer Bedeutung:

- Jede konkrete Realisierung von Regelmäßigkeit ist sprachvergleichend einmalig. Es gibt kaum eine grammatische Regel, die eine für mehrere Sprachen universelle Gültigkeit aufweist.
- Obwohl die flektierenden Sprachen das gleiche Konzept verwenden, sind die grammatischen Marker in jeder Sprache unterschiedlich: „*Deutsch, Latein und Russisch haben, obwohl genetisch eng verwandt, kein einziges Flexionsmorphem gemeinsam*“ [Kle05, S.9]. Dies hat zur Folge, dass auch der Umfang der Flexionsklassen nicht universell – also sprachübergreifend – einheitlich ist: „*Ideally, [the] unity of formal marking and of [a] specific semantical com-*

ponent should go together in the definition of a category. This is [however] rarely found in human language.“ [Kle95a, S.670].

- Eine regelmäßige Wortform ergibt sich aus der Zusammensetzung von Stämmen und funktionalen Morphemen. Allerdings kann auch das Fehlen eines funktionalen Morphems durchaus eine grammatische Bedeutung haben (beispielsweise das Fehlen eines Affixes zur Markierung der männlichen Verbvergangenheitsformen im Russischen).
- Eine Regel kann auch durch mehr als einen Marker realisiert sein, im Deutschen wird die regelmäßige Pluralbildung durch unterschiedliche Affixe *-s*, *-en* und *-e* markiert.
- Die Unterscheidung zwischen regelmäßig und unregelmäßig kann je nach grammatischem Konzept unterschiedlich ausfallen. Ein Wort kann sich im Bezug auf einen Teilaspekt regelkonform verhalten, in einem anderen Kontext aber Abweichungen aufweisen. So existieren Verben mit einer unregelmäßigen Vergangenheitsform, die aber den 3. Person Sg. regulär bilden *go-went-goes* (nicht *wents*) [PJ99].
- Die Regelmäßigkeit setzt sich bei Neubildungen durch; neu in eine Sprache eingeführte Verben werden nach regelmäßigem Muster gebeugt. Dieses sprachliche Phänomen bezeichnet man auch als Produktivität.
- Es ist wichtig hervorzuheben, dass die Realisierung von Regelmäßigkeit sprachspezifisch ist; es gibt meistens nur abstrakte Gesetzmäßigkeiten innerhalb einer bestimmten Sprachfamilie. Unabhängig von ihrer lexikalischen Ähnlichkeit werden manche Verben in einer Sprache regelmäßig, in einer anderen dagegen unregelmäßig gebildet. Die grammatische Regelmäßigkeit ist daher nicht an die lexikalische Bedeutung des Verbstammes gebunden:

Deutsch:	<i>bauen</i>	regelmäßig
Englisch:	<i>build</i>	unregelmäßig
Russisch:	<i>строить</i>	regelmäßig

Die Bedeutung der Regelmäßigkeit und damit auch der Grammatik basiert darauf, dass die grammatischen Marker, welche zum Ausdruck einer Regel existieren, kategoriale Rückschlüsse unabhängig von der inhaltlichen Bedeutung eines Wortes erlauben. Obwohl dies eine starke Vereinfachung für das Verständnis der Sprache darstellt, ist beispielsweise das Konzept der Vergangenheit in seiner Realisierungsform nicht an die Existenz von Regelmäßigkeit gebunden.

Es ist zu beachten, dass die Opposition aus regelmäßigen und unregelmäßigen Formen in verschiedenen Sprachen auf unterschiedliche Faktoren zurückzuführen is-

tRussischen und Deutschen. Darüber hinaus fallen bei Regeln Unregelmäßigkeiten inhomogen aus; sie sind nicht immer allein auf das Fehlen des für die jeweilige Regel zuständigen grammatischen Markers zurückzuführen. Vergleicht man beispielsweise die grammatischen Regeln zur Vergangenheitsbildung im Russischen, Deutschen und Englischen, so stellt man fest, dass die Ausnahmen jeweils sehr unterschiedlicher Natur sind: im Russischen sind diese phonologisch bedingt (darauf wird später noch genauer eingegangen), im Deutschen und Englischen unterscheidet man dagegen zwischen mehreren Ablautreihen, die eine historische Verankerung aufweisen. Sowohl im Deutschen als auch im Englischen sind unregelmäßige Verben mit Vokalwechsel hochfrequent.

1.2. Zeitkonzepte und deren grammatische Verankerung

Abhängig von der Sprache ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten, Zeitrelationen zu verbalisieren. Diese Unterschiede sind über die rein sprachliche Ebene hinaus prägend für die gesamte Wahrnehmung, da „*Zeitkonzepte [...] im wesentlichen im Verlauf des Erstspracherwerbes während der Kindheit festgelegt [werden]*“ [Stu86] (der formale Erwerb dieser Kategorien wird ausführlich in Kapitel 4 behandelt). Zeitliche Referenzen können in einer Sprache grammatisch, in einer anderen lexikalisch und oder auch durch pragmatische Mittel des Diskursaufbaus ausgedrückt werden² [Stu86, S.39].

Das konzeptuelle Wissen über die möglichen Relationen zwischen den einzelnen Zeitintervallen drückt sich in den untersuchten Sprachen vorwiegend über Tempora – also mit Hilfe einer verbalen Form – aus, die teils regelmäßig, teils unregelmäßig gebildet wird. Für die Fragestellung der vorliegenden Arbeit sind insbesondere die grammatischen Aspekte der Zeitkonzepte von Bedeutung, da nur diese bei der Betrachtung von Regelmäßigkeit eine Rolle spielen. In diesem Kapitel wird an Hand der Terminologie von Klein [Kle94] erläutert, welche Zeitkonzepte im Deutschen und welche im Russischen grammatisch realisiert sind. Klein entwickelte eine Darstellung der möglichen Zeitrelationen, die sprachlich ausgedrückt werden können. Er setzt dazu verschiedene Zeitintervalle zueinander in Beziehung und visualisiert auf diese Weise, welche Zeitkonzepte möglich sind.

Die Zeitspanne, in der es zu einer Äußerung kommt, wird im Folgenden nach Klein [Kle94] als Sprechzeit [auch „*time of utterance*“ (TU)] bezeichnet. Sie ist in der Origo – der Zeit der gegenwärtigen Erfahrung – des Sprechers verankert und kann

²Beispielsweise gibt es in den Salish-Sprachen – eine indogene Sprachfamilie aus Nordamerika – keine eindeutige Trennung zwischen Substantiven und Verben und erstere können auch zeitliche Markierungen tragen (siehe Kinkade [Kin83] und die entsprechenden Referenzen darin). Im Finnischen wird die Aspektualität (im Gegensatz zum Russischen) nicht durch das Verb sondern mit Hilfe des Kasus des Substantivs ausgedrückt [Lei00; Dah85].

in unterschiedlicher zeitlicher Relation zu der durch die Äußerung beschriebenen Situation stehen. Neben der Sprechzeit lassen sich noch zwei weitere Zeitintervalle charakterisieren. Dies sind die Topikzeit [„*topic time*“ (TT)] und die Situationszeit [„*time of situation*“ (TSit)]; beide beziehen sich auf den Inhalt der Äußerung [Kle09a; Kle94]. Die Situationszeit verweist dabei auf die Dauer der Handlung („*it is the time of whatever is described in the nonfinite part of the utterance*“ [Kle92]). Klein [Kle92] erläutert dies an Hand des folgenden Beispiels:

*Was hast du bemerkt, als du den Keller überprüfst?
– Die Tür war offen.*

(„*What did you notice when you checked the cellar? – The door was open.*“) Die Situationszeit (TSit) beschreibt hier den Zeitraum während dessen die Tür offen steht (dieser ist in keiner Weise eingegrenzt). Die Topikzeit (TT) hingegen bezieht sich auf das Überprüfen des Kellers, und damit auf den Zeitpunkt, für die die Aussage gemacht wird (hier ein klar definierter Zeitpunkt auf der Zeitachse).

An dieser Stelle soll angemerkt werden, dass die zuvor definierten Zeitspannen sich entweder gegenseitig enthalten können oder – bedingt durch den linearen Zeitverlauf – hintereinander auf der Zeitachse angeordnet sein müssen. Dieser Beschreibung liegt die grundlegende Erkenntnis zugrunde, dass ein Ereignis entweder vor, nach oder während eines anderen stattfinden kann. Tempus dient somit dem Ausdruck solcher Relationen: „*Es handelt sich bei dem grammatischen Tempus immer um ein relatives Verhältnis zu einem bestimmten Zeitpunkt*“ [Pau20, S.64]. Diese Aussage wird von Klein [Kle09a] dahingehend präzisiert, dass Tempus in erster Linie die Relation zwischen der Sprechzeit (TU) und der Topikzeit (TT) ausdrückt: „*What tense does, is to express a relation between the time of utterance and the topic time*“ [Kle09a] (siehe auch [Kle94, S.6]). Klein [Kle92] stellt fest: „*[...] tense does not mark the relation between the time of utterance and the time of the situation, but rather the relation between the time of utterance and the topic time*“. Die grundsätzlichen Zeitkategorien Zukunft, Gegenwart und Vergangenheit lassen sich dabei, wie in Abb. 1 gezeigt, durch die folgenden einfachen Beziehungen beschreiben [Kle92]:

Zukunft:	Die Topikzeit liegt hinter der Sprechzeit
Gegenwart:	Die Topikzeit beinhaltet die Sprechzeit
Vergangenheit:	Die Topikzeit liegt vor der Sprechzeit

Insbesondere „*[hat] ein Vergangenheitstempus [...] die Funktion einen Referenzraum einzuführen, der auf der Zeitachse nach links hin unbegrenzt, nach rechts jedoch durch den Orientierungspunkt abgeschlossen ist*“ [Stu86, S.90].

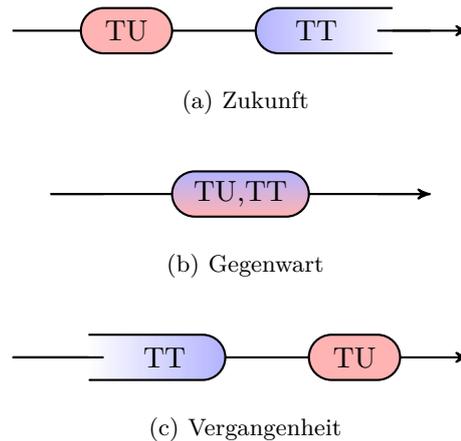


Abb. 1: Grundlegende zeitliche Relationen zwischen Topikzeit (TT) und Sprechzeit (TU). Im Futur (a) liegt die Topikzeit hinter der Sprechzeit, in der Vergangenheit (c) ist es umgekehrt. Die Gegenwart (b) zeichnet sich durch den Zusammenfall von Topik- und Sprechzeit aus.

Im Gegensatz zu der Beziehung von Sprech- und Topikzeit drückt der Aspekt eine Relation zwischen Situations- und Topikzeit aus: „*Aspects are ways to relate the time of situation to the topic time: TT can precede TSit, it can follow it, it can contain it, or be partly or fully contained in it.*“ [Kle94, S.99]. Klein [Kle92] hebt vor allem folgende vier Fälle besonders hervor (siehe auch [Kle94, S.108]):

Perfekt:	Die Topikzeit liegt nach der Situationszeit
perfektiv:	Die Topikzeit beinhaltet das Ende der Situationszeit und die Zeit danach
imperfektiv:	Die Topikzeit ist von der Situationszeit umgeben
prospektiv:	Die Topikzeit liegt vor der Situationszeit

Das russische Aspektsystem zeichnet sich durch seine klare und obligatorische Trennung zwischen dem perfektiven und dem imperfektiven Aspekt aus: „[...] *the Slavic, or rather the Russian, aspectual system is often taken as a paradigm for what an aspectual system should look like.*“ [Dah85, S.69]. Im Russischen impliziert der perfektive Aspekt die Abgeschlossenheit einer Handlung: „*the notion of boundedness is crucial to the choice between Perfective and Imperfective in Russian*“ [Dah85, S.75]. Während der perfektive Aspekt den Abschluss einer Handlung betont, legt der imperfektive Aspekt eher einen Fokus auf den Zeitraum (Situationszeit) einer Handlung. Dies wird an folgendem Beispiel klar:

Ты	играл	на	пианино?
	spielen		
Du	(Impf. 2.Ps.Sg. m.)		Klavier

Hast du Klavier gespielt?

Ты	сделала	домашнее задание?
	machen	
Du	(Perf. 2.Ps.Sg. fem.)	Hausaufgabe

Hast du deine Hausaufgabe gemacht?

Im ersten Satz geht es um die Handlung als solches, das Verb *играть* (spielen) wird deshalb in der imperfektiven Form verwendet. Bei dieser Frage steht im Vordergrund, ob es einen Zeitraum gab, in dem Klavier gespielt wurde. Es ist dabei nicht von Bedeutung, ob dieser Zeitraum abgeschlossen ist oder sich eventuell noch weiter fortsetzt. Im zweiten Satz steht dagegen der Abschluss der Handlung im Fokus, nicht der Zeitraum ihrer Dauer, das Verb *делать* (machen) wird dementsprechend in einer perfektiven Form verwendet (die Frage zielt darauf ab festzustellen, ob die Hausaufgabe jetzt fertig ist, unabhängig davon wie oder wann es zu diesem Abschluss kam).

Kommt es zum Eintritt einer neuen Handlung, so wird die Situationszeit (TSit, der Zeitraum der Handlung) mit der Topikzeit (TT) erweitert:

Ты	играл	на	пианино	когда	пришёл	Дима?
	spielen auf		auf	Klavier	als	kommen
Du	(Impf. 2.Ps.Sg. m.)					(Perf. 2.Ps.Sg. m.) Dima

Hast du Klavier gespielt, als Dima kam?

Ты	сделал	своё	домашнее задание	когда	пришёл	Дима?
	machen				kommen	
Du	(Perf. 2.Ps.Sg. m.)	deine	Hausaufgabe	als	(Perf. 2.Ps.Sg. m.)	Dima

Hattest du deine Hausaufgabe schon gemacht, als Dima kam?

Im ersten Satz bildet das Klavierspielen die Situationshandlung, die vor, während und eventuell auch noch nach dem Eintreffen von Dima stattfindet. Die Verwendung des imperfektiven Aspekts betont in diesem Fall den Verlauf der Handlung, die Topikzeit (das Eintreffen von Dima) ist hier von der Situationszeit umgeben. Dagegen liegt die Topikzeit im zweiten Satz klar nach der Situationszeit (welche hier die Bearbeitung der Hausaufgaben umfasst). Diese Relationen sind in Abb. 2 grafisch dargestellt.

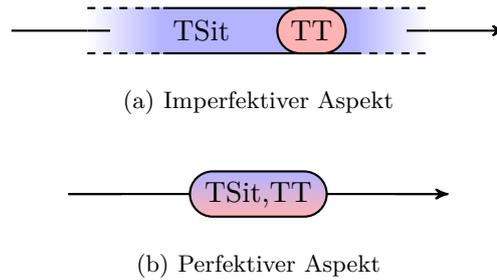


Abb. 2: Grundlegende zeitliche Relationen zwischen Topikzeit (TT) und Situationszeit (TSit) im russischen Aspektsystem. Der perfektive Aspekt (a) zeichnet sich durch die Abgeschlossenheit des Situationszeitintervalls zum Zeitpunkt der (neu eintretenden) Topikzeit aus. Beim imperfektiven Aspekt (b) bildet die Situationszeit dagegen eine (nicht abgeschlossene) Hintergrundhandlung, die von der Topikzeit überlagert oder abgelöst wird.

1.3. Bildung der Vergangenheitsformen im Russischen

Das Russische verfügt über eine komplexe Morphologie, was sich insbesondere an Hand der möglichen Verbformen zeigt; man benennt bis zu vier Grundformen des Verbs: den Infinitivstamm, den Präsensstamm, den Präteritumstamm und den Futurstamm. Von diesen vier Stämmen sind allerdings nur die ersten beiden für die weiteren Ausführungen von Bedeutung. Der Vergangenheitsstamm stimmt zudem bei den meisten Verben mit dem Infinitivstamm überein. Daher kann man auch behaupten, dass die Vergangenheitsformen im Indikativ und Konjunktiv vom Stamm im Präsens abgeleitet werden. Es gibt nur wenige suppletive Verben, bei denen eine der Formen Infinitiv, Präsens oder Präteritum komplett abweicht³:

gehen идти (Inf.) – идут (3.P.Pl.Prä.) – шла (3.P.Sg.fem.Prät.)

Bei den meisten Verben sind alle drei Grundformen identisch:

tragen: нести (Inf.) – несут (3.P.Pl.Prä.) – несли (3.P.Sg.fem.Prät.)

Der Infinitiv eines russischen Verbs ist dadurch gekennzeichnet, dass das Verb auf den Infinitivsuffix **-ТЬ**, **-ТИ** oder **-ЧЬ** endet. Der Infinitivstamm ergibt sich entsprechend durch das Entfernen dieses Suffixes. Der Infinitivsuffix **-ТЬ** ist am weitesten verbreitet. Der unproduktive Suffix **-ТИ** kommt bei 19 Verben vor, siehe Tab. 1. Die

³Man spricht immer dann von Suppletion, wenn in einem Flexionsparadigma (wenigstens) eine Flexionsform auftritt, die nicht aufgrund von generellen phonologischen und morphologischen Regeln aus der Grundform abgeleitet werden kann.

Verb	Infinitiv	Präsens 1.Ps.Sg
führen	вести	веду
quälen	гнести	гнету
paddeln	грести	гребу
kehren	мести	мету
tragen	нести	несу
flechten	плести	плету
kriechen	ползти	ползу
weiden	пасти	пасу
wachsen	расти	расту
schütteln	трясти	трясу
blühen	цвести	цвету
gehen	идти	иду

Tab. 1: Verben des Russischen, deren Infinitiv auf **-ти** endet.

Grundform dieser Verben endet im Präsens mit **-с, -з, -д, -т, -б**. Der Suffix **-ти** ist normalerweise betont. Ausnahmen bilden die Verben mit dem Präfix **вы-** [**вынести** (heraustragen), **вывезти** (herausfahren) und **выместити** (wegkehren)]. Der andere unproduktive Suffix **-чь** findet man bei 16 Verben, deren Grundform im Infinitiv auf **-г** oder **-к** endet.

Bei einigen Verben, die auf **-нуть, -сти, -сть, -чь** und **-ереть** auslauten, fällt die Grundform des Präteritums nicht mit der Grundform des Infinitivs zusammen:

sterben	führen	setzen	können	locken	reiben
погибну(ть)	вес(ти)	сес(ть)	мочь	влечь	тере(ть)
погиб	вё(л)	се(л)	мог	влёк	тёр

Im Russischen wie im Deutschen werden Verben zur Bildung der Vergangenheitsformen konjugiert, in Folge der Konjugation entstehen dann die entsprechenden finiten Formen. Um zu zeigen, dass beim Ausdruck der Vergangenheit nur wenige formale Mittel vorhanden sind, wird nun auf die Konjugation der Verben im Russischen näher eingegangen. Wichtig ist vorab anzumerken, dass die Kategorie des Tempus lediglich für den Indikativ von Bedeutung ist (siehe Tab. 2) [PS06, S.189].

Dabei muss beachtet werden, dass im Russischen mehrere grammatische Kategorien auf ein Verb zutreffen; nach Isacenko [Isa82, S.211] sind folgende morphologische Kategorien für die Konjugation relevant: Modus, Tempus, Aspekt, Genus verbi (aktiv-passiv), Person, Numerus und Genus. Die meisten dieser Kategorien werden durch das Auftreten oder Ausbleiben bestimmter formbildender Affixe ausgedrückt.

Modus	Tempus	Beispiel	
Indikativ	Futur	буду читать	werde lesen
	Präsens	чита-ю	(ich) lese
	Präteritum	чита-л	las
Imperativ	—	чита-й	lies!
Konjunktiv	—	читал бы	läse

Tab. 2: Modi und Tempus des russischen Verbs am Beispiel von **читать** (lesen).

Ein typisches Beispiel ist die von dem Verb **смотреть** (schauen, betrachten) abgeleitete Form **посмотрелась** ([sie] schaute sich an):

по	смотр(е)	л	а	сь
Aspektueller Präfix	Stamm	Vergangenheits- suffix	Genussuffix (fem)	Reflexions- suffix

Die vorliegende Arbeit befasst sich vor allem mit der Kategorie des Tempus. Beim Ausdruck von Vergangenheit und Zukunft gibt es im Russischen zwei Aspekte, wodurch die Gesamtheit an möglichen Formen mit unterschiedlicher aspektuell-temporaler Bedeutung (fünf) sich quantitativ nur unwesentlich vom Deutschen unterscheidet. Eine Übersicht über alle möglichen Kombinationen von Tempus und Aspekt, die im Russischen existieren, ist in Tab. 3 gegeben.

Tempus	imperfektiver Aspekt	perfektiver Aspekt
Futur	буду писать (werde schreiben)	напишу ([ich] werde fertig schreiben)
Präsens	пишу ([ich] schreibe)	—
Präteritum	писал (schrieb)	написал (habe fertig geschrieben)

Tab. 3: Auflistung aller möglichen Aspekt- und Tempusformen, die bei russischen Verben auftreten am Beispiel des Aspektpaares **писать** (imp.) – **написать** (perf., schreiben) [PS06, S.191f]. Es fällt dabei auf, dass perfektive Verben nicht im Präsens verwendet werden können und die Konjugation ihrer Zukunftsform mit der Konjugation der imperfektiven Verben im Präsens übereinstimmt. Klein [Kle09a, S.43] formuliert dies so: „*In Russian, for example, the ‘present tense form’ of the perfective aspect has a ‘future tense meaning’.*“ Die Bildung der Vergangenheit erfolgt jedoch für imperfektive und perfektive Verben gleich (siehe auch Tab. 5).

Im Russischen lassen sich alle Verben grob in zwei große Konjugationsklassen einteilen. Die Zugehörigkeit eines Verbs zur jeweiligen Konjugationsklasse wird durch die

	Deutsch	Russisch
Zukunft	Futur I	imperfektiv
	Futur II	perfektiv
Gegenwart	Präsens	imperfektiv
Vergangenheit	Imperfekt	imperfektiv
	Perfekt	perfektiv
	Plusquamperfekt	

Tab. 4: Unterschiedliche Zeit- und Aspektformen des Russischen und Deutschen.

Affixvokale im Präsens bestimmt. Neben diesen beiden großen Klassen existieren aber auch gemischt konjugierte Verben wie *хотеть* (wollen), bei denen Singular und Plural nach unterschiedlichem Muster gebildet werden (*я хоч-у, мы хот-им*) und einige Ausnahmen wie beispielsweise das Verb *есть* (essen): *я ем, ты ешь, он ест, мы едим, вы едите, они едят* [PS06, S.204ff]. Daher wird in der Regel eine noch feinere Unterteilung der Verben vorgenommen. Als Hauptkriterium dient der Infinitiv- und der Präsensstamm der Verben, da diese alle weiteren Formen bestimmen. Auf diese Art und Weise können laut [PS06, S.214] und [Böt08, S.113] fünf produktive und mehrere unproduktive Gruppen unterschieden werden.

Sowohl das Russische als auch das Deutsche verfügt über eine große Formenvielfalt, die durch verschiedene grammatische Kategorien zu Stande kommt (siehe Tab. 4). Im Gegensatz zu anderen grammatischen Kategorien, wie etwa dem Genus verbi, besteht beim Aspekt nicht die Möglichkeit einer subjektiven Entscheidung: „*Wenn wir in einem Satz ein Verb verwenden, müssen wir entweder dessen perfektive oder imperfektive Form gebrauchen, auch wenn wir primär keine aspektuelle Bedeutungen zum Ausdruck bringen wollen. Erzählt man beispielsweise im Präsens, so müssen wir die Form des imperfektiven Aspekts verwenden. Dies ist durch die Grammatik des Russischen bestimmt und nicht durch die Absicht des Sprechenden diesem Verb eine bestimmte Bedeutung zuzuschreiben*.“ [ZS97, S.10].

Bei vielen russischen Verben wird der perfektive Aspekt durch einen Präfix gebildet. Da im Russischen die Kategorie des Aspekts grammatikalisiert ist, unterscheidet man für nahezu jedes Verb eine perfektive und eine imperfektive Form [Vin58, S.5]. Der Aspekt kann, wie der Numerus im Deutschen und Russischen, als eine zweigliedrig strukturierte morphologische Kategorie aufgefasst werden. Zwei Formen eines Verbs, die sich lediglich im Bezug auf ihre aspektuelle Bedeutung unterscheiden (imperfektiv – perfektiv), bezeichnet man auch als Aspektpaar. Wie Modus und Tempus liegt der Aspekt ausschließlich innerhalb der Verbklasse vor. Im Russischen können sowohl imperfektive als auch perfektive Formen eine beson-

dere aspektuelle Markierung tragen. Die imperfektiven Formen werden in der Regel durch einen Suffix markiert, die perfektiven durch einen Präfix (*lesen - читать-прочитать*).

Wie aus Tab. 3 ersichtlich, ergibt sich für das Russische eine starke Verknüpfung von Tempus- und Aspektsystem, weshalb eine Darstellung des Vergangenheits-tempus ohne die Berücksichtigung des Aspekts nicht möglich ist [Kle09a, S.61]. Die grammatikalische Kategorie des Aspekts, die man im Deutschen nur lexikalisch zum Ausdruck bringen kann, besitzt im Russischen eine temporale Teilfunktion [Kle94]. Allerdings verfügt nur der imperfektive Aspekt über ein vollständiges Paradigma, da die perfektiven Verben lediglich in zwei Tempusformen (Vergangenheit und Zukunft) vorliegen; ihnen fehlt die Präsensform. Dies kann dadurch erklärt werden, dass die mit der Präsensform assoziierte Darstellung einer im gegenwärtigen Augenblick ablaufenden Handlung nur schwierig mit einer perfektiven Bedeutung verknüpft werden kann. Klein [Kle09a, S.55] gibt die folgende Übersicht über das Aspektsystem im Russischen (mit Verweis auf [For70] und [Dic00]):

- (1) Jede Verbform gehört zu einem von zwei Aspekten, dem imperfektiven oder dem perfektiven.
- (2) Als (vereinfachende) Regel sind morphologisch einfache Verben imperfektiv (z.B. *писать*, schreiben); es gibt aber auch ungefähr 30 einfache Verben des perfektiven Aspekts (z.B. *дать*, geben); ein paar Verben haben keinen eindeutigen Aspekt, zum Beispiel: *венчать* (jdn trauen), *обещать* (versprechen), *велеть* (befehlen), *женить* (jdn. heiraten), *казнить*(hinrichten), *ранить*(verletzen).
- (3) Die Präfigierung eines imperfektiven Verbs verwandelt es in ein perfektives (z.B. *написать*), es gibt ca. 20 Präfixe dieser Art.
- (4) Typischerweise modifiziert ein solcher Präfix gleichzeitig die lexikalische Bedeutung des Verbs in einem gewissen Maße, beispielsweise

<i>написать</i>	[(auf-) schreiben]
<i>переписать</i>	[kopieren]

Manchmal ist dieser Bedeutungswechsel substantiell, manchmal nur unwesentlich (oder nicht existent wie von manchen Autoren behauptet).

- (5) Viele, aber bei weitem nicht alle Verben, denen auf diese Weise eine perfektive Bedeutung verliehen werden kann, werden durch das Hinzufügen eines Suffixes zum Stamm imperfektiv [dies wird auch als sekundäre Imperfektivierung bezeichnet. Beispielsweise gibt es für das Verb *lesen*:

Infinitiv: **читать** – perfektiver Aspekt: **прочитать** – sekundärer Imperfektiv:
прочитывать

Ein solcher Suffix ändert nicht die lexikalische Bedeutung – er kennzeichnet lediglich einen aspektuellen Kontrast.

- (6) Die Präsensform eines imperfektiven Verbs hat eine Gegenwartsbedeutung; die Präsensform eines perfektiven Verbs hat Zukunftsbedeutung⁴. Die Zukunftsbedeutung eines imperfektiven Verbs wird durch eine analytische Konstruktion ausgedrückt:

я буду писать письмо (ich werde einen Brief schreiben).

- (7) Die Vergangenheitsbedeutung einer perfektiven Form wird genau wie bei einer imperfektiven durch Anhängen des Suffixes **-л** an den Stamm ausgedrückt; dieser Suffix wird nach Genus und Numerus flektiert (historisch gesehen handelt es sich dabei um eine Art „*past participle*“ aber es gibt kein Überbleibsel eines Hilfsverbs):

она писала письмо (sie war dabei einen Brief zu schreiben)
он переписал письмо (er kopierte einen Brief)

Bislang existiert im Bezug auf die Bildung der Vergangenheitsformen keine allgemein gültige Klassifizierung der russischen Verben. Grundsätzlich werden die Verben im Präteritum regelmäßig durch das Hinzufügen des Suffixes **-л** gebildet, dem eine Genus/Numerus-Markierung folgt (siehe Tab. 5)⁵. Dazu kommen folgende Möglichkeiten in Frage: Nullendung erhalten die Verben im Maskulin, **-а** im Feminin, **-о** im Neutrum, **-и** im Plural:

schauen - **смотреть**:
смотрел (m) **смотрела** (f) **смотрело** (n) **смотрели** (pl)

Die Bildung des russischen Präteritums erfolgt für beide Aspektformen auf die gleiche Weise, siehe Tab. 5.

Die Vergangenheitsformen des Russischen sind für diese Arbeit von besonderem Interesse, da sie einen hohen Grad an Regelmäßigkeit aufweisen. Dadurch besitzt der grammatische Marker **-л** eine große Allgemeingültigkeit. Vor diesem Hintergrund sind in erster Linie solche Ausnahmen interessant, welche die Vergangenheit ohne

⁴Im Rahmen dieser Arbeit wird die Präsensform eines perfektiven Verbs als einfache Futurform bezeichnet.

⁵Der Begriff der Markiertheit geht auf das Konzept der Merkmalhaftigkeit zurück, das 1931 von Nikolai Trubetzkoy eingeführt wurde. Es diente dazu, in der Phonologie die Ungleichwertigkeit zweier Glieder einer Opposition zu charakterisieren, von denen eines ein Phonem besitzt, das dem anderen fehlt. Jakobson [Jak71] übertrug das Konzept auf die Semantik von morphologischen Kategorien (Flexions- und Wortbildungskategorien).

Genus und Numerus			imperfektiver Aspekt	perfektiver Aspekt
männlich	я, ты, он	(ich, du, er)	писа-л	написа-л
weiblich	я, ты, она	(ich, du, sie)	писа-ла	написа-ла
sächlich	оно	(es)	писа-ло	написа-ло
Plural	мы, вы, они	(wir, ihr, sie)	писа-ли	написа-ли

Tab. 5: Bildung der russischen Vergangenheitsformen am Beispiel des Aspektpaars *писать* (imp.) – *написать* (perf., schreiben) [PS06, S.198]. Die Bildung der Vergangenheit ist – im Gegensatz zu Präsens und Futur, wo dem Aspekt eine entscheidende Rolle zukommt (siehe Tab. 3) – unabhängig von der aspektuellen Bedeutung des Verbs. Die Konjugation erfolgt nach einer klaren Regel, die lediglich zwischen Genus und Numerus des Verbs unterscheidet.

diesen Marker bilden. Diese existieren, sie betreffen aber ausschließlich die maskuline Form im Singular, das Feminin Singular und der Plural weisen durchgehend den Suffix *-л-* auf⁶. Die Einteilung der russischen Verben mit unregelmäßigen Vergangenheitsformen in verschiedene Untergruppen wird hier angelehnt an Pulkina und Sachava-Nekrassova [PS06, S.200ff] und Egorova [Ego08] vorgenommen, die von den Autoren angeführten Beispiele sind aber ergänzt worden.

- Die Verben in Tab. 6 verfügen über unterschiedliche Stämme in Präsens und Präteritum, bei *расти* (wachsen) kommt es zum Stammvokalwechsel und der Suffix *-л* entfällt im Maskulin.
- Die beiden reflexiven Verben *ошибиться* (sich irren) und *ушибиться* (sich weh tun) bilden das Präteritum im Maskulin Singular ohne den Suffix *-л*, siehe Tab. 7.
- Es gibt sieben Verben, die auf *-сти* und *-зти* enden und deren Präsensstamm nicht auf *-д* oder *-т* auslautet (siehe Tab. 8).
- Die Verben *грести* (rudern) und *скрести* (schaben, kratzen) bilden das Präteritum mit dem Stammauslaut *-б* (siehe Tab. 9).
- Bei Verben mit Suffix *-е*, fällt der zweite Vokal *-е* im Präteritum aus. Die Lautkombination *е* war ursprünglich ein Bestandteil des Stammes, da sie ihren Ursprung im slavischen *-ep* hat. Diese Lautfolge kam aber nur im Infinitiv vor. Im Laufe der Sprachentwicklung wurden die Grundformen im Infinitiv

⁶Vereinzelt kommt es bei den Verben auch zu Veränderungen des Verbstammes unter Beibehaltung der regelmäßigen Suffixe. Ein Beispiel ist das Verb *идти* (gehen, *я иду*), welches die Vergangenheit suppletiv bildet:

шёл - шла - шло - шли

Verb	Präteritum	Prät.Sg.M	Prät.Sg.F	Prät.Pl
gehen	идти	шёл	шла	шли
finden	найти	нашёл	нашла	нашли
wachsen	расти	рос	росла	росли

Tab. 6: Russische Verben mit suppletiven Vergangenheitsformen.

Verb	Infinitiv	Prät.Sg.M	Prät.Sg.F
sich irren	ошибиться	ошибся	ошиблась
sich weh tun	ушибиться	ушибся	ушиблась

Tab. 7: Ausfall des Suffix -л bei reflexiven Verben.

Verb	Infinitiv	Präs.Pl	Prät.Sg.M	Prät.Sg.F
tragen	нести	несут	нёс	несла
fahren	везти	везут	вёз	везла
beißen	грызть	грызут	грыз	грызла
kriechen	ползти	ползут	полз	ползла
klettern	лезть	лезут	лез	лезла
weiden	пасти	пасут	пас	пасла
schütteln	трясти	трясут	тряс	трясла

Tab. 8: Ausfall des Suffix -л bei russischen Verben mit der Infinitivendung -сти und -зти.

Verb	Infinitiv	Prät.Pl	Prät.Sg.M	Prät.Sg.F
rudern	грести	гребли	грёб	гребла
schaben	скрести	скребли	скрёб	скребла

Tab. 9: Ausfall des Suffix -л bei russischen Verben mit dem Stammauslaut -б im Präteritum.

den Grundformen im Präsens und Perfekt angeglichen, in denen es ausschließlich die Kombination **-ер** gab: **тер** - **трут**. Später wurde der Suffix **-е** im Infinitiv ausgebildet. Bei den in Tab. 10 aufgelisteten Verben dieser Kategorie entfällt der Suffix **л** in der Vergangenheit (**мереть**, **преть** und **тереть**).

- Bei den Verben auf **-чь** wird das Präteritum mit dem Stammauslaut auf **-г** oder **-к** gebildet. Insgesamt zählen 16 Verben zu dieser Gruppe. Dabei ist es wichtig zu beachten, dass der Affix **-чь** keine Infinitivendung darstellt, sondern lediglich einen Teil des Stamms. Dies sieht man insbesondere bei der Verbkonjugation (siehe Tab. 11). Bei **жечь** (brennen, verbrennen) fällt außerdem der Stammvokal **е** bei allen Formen außer im Maskulin aus:

жѣг - жгла - жгло - жгли

- Verben, bei denen der Infinitiv den Suffix **-ну-** enthält und deren Grundform im Präsens auf **-н** endet (siehe Tab. 12).
- Bei manchen Verben, die auf **-нуть** auslauten, entfällt der Suffix **-ну** in der Vergangenheit, beispielsweise beim Verb **привыкнуть** (gewöhnen):

привык - привыкла - привыкло - привыкли.

Dieser Ausfall betrifft alle Verbformen, einschließlich der Partizipien und der Präteritopräsentia. Bei den unvollendeten Verben mit dem Suffix **-нуть** ist der Ausfall des Suffixes eher die Regel als die Ausnahme. Der Erhalt des Affixes ist dabei charakteristisch für eine gehobene, poetische Sprache:

блѣкнуть (verbleichen), **гаснуть** (erlöschen), **меркнуть** (verblassen),
молкнуть (still werden), **никнуть** (aufgeben), **тихнуть** (still werden)

In ihrer Vergangenheitsform werden Sie sowohl mit als auch ohne **-ну** verwendet, unabhängig vom Stil des Textes. Jene Verben, die nicht ohne Präfixe vorkommen, sind in Tab. 13 aufgelistet. Verben, bei denen dieser Suffix im Präteritum bleibt, erhalten dort den Suffix **-л** wie alle andere Verben [springen: **прыгнуть** - **прыгнул**]. Die präfigierten Formen der Verben **стынуть** (kalt werden) und **вянуть** (welken) bilden das Präteritum ohne den Suffix **-ну**, beinhalten jedoch den Suffix **-л**: **остыл** (kalt werden), **застыл** (einfrieren), **завял**, **увял** (verwelken).

- Etwa hundert Verben ohne Präfixe und solche mit einem obligatorischen Präfix können im Präteritum sowohl mit als auch ohne den formbildenden Suffix **-л** verwendet werden. Das Auslassen des Suffixes dient dabei durchaus als Stilmittel. Beispiele sind die Verben

Verb	Infinitiv	Prät.Sg.M	Prät.Sg.F
reiben	тереть	тёр	тёрла
schließen	запереть	запер	заперла
sterben	умереть	умер	умерла

Tab. 10: Verben des Russischen, deren Infinitiv Präsens die Lautfolge **-еpe-** enthält.

Verb	Infinitiv	Prät.Pl	Prät.Sg.M	Prät.Sg.F
aufbewahren	беречь	берегли	берёг	берегла
anziehen	влечь	влекли	влёк	влекла
schleifen	волочь	волокли	волок	волокла
brennen	жечь	жгли	жёг	жгла
einspannen	запрячь	запрягли	запряг	запрягла
legen	лечь	легли	лёг	легла
können	мочь	могли	мог	могла
ausstatten	облечь	облекли	облёк	облекла
verurteilen	обречь	обрекли	обрёк	обрекла
backen	печь	пекли	пёк	пекла
peitschen	сечь	секли	сёк	секла
hüten	стеречь	стергли	стерёг	стерегла
schneiden	стричь	стригли	стриг	стригла
fließen	течь	тёкли	тёк	тёкла
mahlen	толочь	толкли	толок	толкла

Tab. 11: Russische Verben auf **-чь**.

Verb	Infinitiv	Prät.Sg.M	Prät.Sg.M mit Suffix
auferstehen	воскреснуть	воскрес	воскреснул
einsinken	вязнуть	вяз	вязнул
erlöschen	гаснуть	гас	гаснул
untergehen	гибнуть	гиб	гибнул
krepieren	дохнуть	дох	дохнул
frieren	дрогнуть	дрог	дрогнул
erschlaffen	дрябнуть	дряб	дрябнул
alt werden	дряхнуть	дрях	дряхнул
pennen	дрыхнуть	дрых	дрыхнул
frieren	зябнуть	зяб	зябнул
verschwinden	исчезнуть	исчез	исчезнул
sauer werden	киснуть	кис	киснул
stark werden	крепнуть	креп	крепнул
kleben	липнуть	лип	липнул
frieren	мёрзнуть	мёрз	мёрзнул
nass werden	мокнуть	мок	мокнул
still werden	молкнуть	молк	молкал
weich werden	мякнуть	мяк	мякнул
duften	пахнуть	пах	пахнул
schwellen	пухнуть	пух	пухнул
blind werden	слепнуть	слеп	слепнул
trocknen	сохнуть	сох	сохнул
verhallen	стихнуть	стих	стихнул
erlöschen(verfaulen)	тухнуть	тух	тухнул

Tab. 12: Russische Verben mit dem Suffix **-ну-** im Infinitiv, deren Grundform im Präsens auf **н** endet.

Verb	Verbstamm	präfigierter Infinitiv	Prät.Sg.M	Prät.Sg.M
entgehen	бегнуть	избегнуть	избег	избегнул
unterziehen	вергнуть(ся)	подвергнуть(ся)	подверг	подвергнул
errichten	двигнуть	воздвигнуть	воздвиг	воздвигнул
erreichen	стигнуть	достигнуть	достиг	достигнул
aufflösen	торгнуть(ся)	расторгнуть	расторг	расторгнул
eindringen	никнуть	проникнуть	проник	проникнул

Tab. 13: Russische präfigierte Verben mit dem Suffix **-ну-** im Infinitiv, deren Grundform im Präsens auf **н** endet.

verbleichen	блекнул - блек
errichten	ввергнул - вверг
hineinversetzen	воздвигнул - воздвиг

Egorova [Ego08] weist darauf hin, dass der Suffix in allen oben aufgezählten Verbformen nicht ganz entfällt, sondern zu einem Null-Suffix wird: „Нулевой суффикс обнаруживается в форме мужского рода единственного числа прошедшего времени некоторых глаголов: замёрз - замёрзла, нёс - несла“ (Der Null-Suffix zeigt sich bei den männlichen Formen im Singular der Vergangenheit bei machen Verben: замёрз - замёрзла, нёс - несла).

Eine alternative, knapp gehaltene Erklärung dieser Ausnahmen findet man bei Avanesov und Sidorov [AS45]. Diese beiden Autoren stellen die einfache Regel auf, dass bei Verben mit Stammendung auf -б, -п, -г, -к, -х, -з, -с oder -р der Suffix -л entfällt. Als Beispiele nennen sie die folgenden Verben:

	Infinitiv	Prät.Sg.M	Prät.Sg.F
sterben	погибнуть	погиб	погибла
erblinden	ослепнуть	ослеп	ослепла
bewahren	беречь	берёг	берегла
mörsern	толочь	толок	толкла
austrocknen	высохнуть	высох	высохла
tragen	нести	нёс	несла
fahren	везти	вёз	везла
sterben	умереть	умер	умерла

Somit lassen sich alle genannten Ausnahmen auf einen phonetischen Ursprung zurückführen. Im Russischen kann ein Wort nicht auf einen Doppelkonsonanten enden, der mit dem Suffix -л abschließt. Bei Feminin, Neutrum oder Plural wird diese Kombination durch den abschließenden Vokal wieder aussprechbar, man vergleiche:

-бл, -пл, -гл, -кл, -хл, -зл, -сл, -рл
-бла, -пла, -гла, -кла, -хла, -зла, -сла, -рла.

In jeder Sprache gibt es Kombinationen von Lauten, die innerhalb eines Wortes oder einer Silbe nicht vorkommen können. Im Deutschen fallen beispielsweise die Kombinationen *tl*, *tla* und *atl* darunter. Über Silbengrenzen hinweg sind diese Kombinationen jedoch sehr wohl möglich, etwa im Wort *Atlas*. Andere Kombinationen sind auf bestimmte Silbenpositionen beschränkt. So kann eine deutsche Silbe zwar nicht mit *lf* beginnen, wohl aber auf diese Kombination enden, etwa im Wort *Wolf*. Umgekehrt ist die Kombination *fl* nur am Wortanfang zulässig (*Flöte*), nicht aber am Wortende [Höh12, S.72].

machen	tragen
ich <i>machte</i>	ich <i>trug</i>
du <i>machtest</i>	du <i>trugst</i>
er } <i>machte</i>	er } <i>trug</i>
sie } <i>machte</i>	sie } <i>trug</i>
es } <i>machte</i>	es } <i>trug</i>
wir <i>machten</i>	wir <i>trugen</i>
ihr <i>machtet</i>	ihr <i>trugt</i>
sie <i>machten</i>	sie <i>trugen</i>

Tab. 14: Regelmäßige (machen) und unregelmäßige (tragen) Bildung des deutschen Präteritums (Imperfekt). Neben der Deklinationsendung weisen alle regelmäßigen Formen den grammatischen Marker *-te* in der Vergangenheit auf, sie sind daher strukturell vergleichbar mit den Vergangenheitsformen im Russischen, die durch Anhängen des Suffixes *-л* gebildet werden.

1.4. Bildung der Vergangenheitsformen im Deutschen

Im Deutschen gibt es drei Vergangenheitstempora (siehe Tab. 4), das Präteritum, oft auch als Imperfekt bezeichnet, das Perfekt und das Plusquamperfekt. Unter der Verwendung der von Klein eingeführten Terminologie lassen sich diese Tempora wie folgt kategorisieren: beim Perfekt sind Sprech- und Topikzeit simultan, beim Präteritum überlappen sich dagegen Referenz- und Ereigniszeit (oder TT und TU). Beim Plusquamperfekt liegen Ereignis-, Topik- und Sprechzeit auf der Zeitachse hintereinander.

Die Bildung der meisten deutschen Tempora erfolgt analytisch. Im Deutschen werden die Verben in ihrer Vergangenheitsbildung in regelmäßige und unregelmäßige unterteilt. Während regelmäßige Verben ihre Vergangenheitsformen gemäß eines festen Musters durch eine Zusammensetzung von Stamm und Affix bilden, folgen unregelmäßige Verben keiner einheitlichen Regel. Die regelmäßigen Verben (oft auch als schwache Verben bezeichnet) stellen die produktive Klasse der deutschen Verbmorphologie dar⁷. Das Muster, welches bei der Bildung einer regelmäßig flektierten Verbform zum Tragen kommt, basiert auf dem Abrufen des Verbstammes und dem Anhängen der Flexionsmorpheme. Das Präteritum wird bei diesen Verben durch das Hinzufügen des Suffixes *-te* an den Verbstamm gebildet (siehe Tab. 14), das Perfekt durch Anhängen des Präfixes *ge-* und des Suffixes *-t* an den Verbstamm unter gleichzeitiger Verwendung eines Hilfsverbs

lern-*en* – lern-*te* – *ge*-lern-*t*

⁷Man bezeichnet eine Verbgruppe als produktiv, wenn sie (in der Gegenwartssprache) als Muster für Neubildungen dienen kann.

Im Rahmen dieser Arbeit werden alle Verben, welche das Präteritum ohne den Suffix -te bilden, als unregelmäßig bezeichnet⁸. Die Abgrenzung der regelmäßigen Verben fällt im Deutschen einheitlich aus. Nach der regelmäßigen Konjugation werden laut DUDEN [06, S.458] Verben konjugiert, die:

- a) in den drei Stammformen den gleichen Stamm aufweisen,
- b) die Präteritumsformen mit einem silbeneinleitenden -t oder dem Suffix -et bilden,
- c) das Partizip Perfekt mit dem Suffix -(e)t bilden.

Zahlreiche Verben folgen dieser Regel nicht, vor allem gehören zu dieser Gruppe solche, welche:

- a) das Präteritum nicht durch einen Suffix, sondern durch eine Vokalalternation im Wortstamm bilden: *rufen - rief*, *finden - fand* (einige Verben ändern ihren Stammvokal auch in der 2. und 3.Ps.Sg.Prä.),
- b) das Partizip II mit dem Suffix -en bilden,
- c) ihren Stammvokal in gesetzmäßiger Weise in den drei Stammformen Infinitiv – Präteritum – Partizip Perfekt ändern:

finden – fand – gefunden.

Obwohl die unregelmäßigen Verben im Deutschen den zahlenmäßig weitaus kleineren Anteil bilden (etwas über 170 unregelmäßige gegenüber knapp 14.000 im DUDEN [06] verzeichneten regelmäßigen Verben), sind viele von ihnen sehr häufig. Die meisten unregelmäßigen Verben verwenden einen Ablaut zur Bildung der Vergangenheitsformen:

schreiben – schrieb – geschrieben,
lesen – las – gelesen

(ei → ie, e → a). Der Ablaut ist älter als die Präteritumbildung mittels Suffix der schwachen Verben⁹.

⁸Neben der regelmäßigen und der unregelmäßigen Konjugation gibt es laut Helbig und Buscha [HB07, S.30-34] im Deutschen auch noch eine Mischkonjugation. Die entsprechenden Verben enthalten sowohl Elemente der regelmäßigen als auch der unregelmäßigen Konjugation

brennen – brannte – gebrannt

(Kombination aus regelmäßigen Affixen und einem Stammvokalwechsel). Hierzu zählen die sogenannten Präteritopräsentia, Rückumlautverben und die Suppletive.

⁹Ursprünglich war der Ablaut auch regelmäßig, da der Vokalwechsel vom Stammvokal der Infinitivform und zum Teil auch vom Stammauslaut abhing. Diese Regelmäßigkeit ist im Laufe der Zeit durch Lautentwicklungen zunehmend verwischt worden [06, S.458].

Einige linguistische Theorien streben auf Grund dieser Regelmäßigkeiten bei der Vokalalternation durch eine Einteilung in Gruppen eine systematische, nahezu regelhafte Erfassung der unregelmäßigen Verben an (siehe beispielsweise [Dur75], in Kapitel 2 wird dieser Aspekt näher diskutiert). Die unregelmäßigen Verben lassen sich demnach im Deutschen deskriptiv in Klassen bzw. Ablautmuster einteilen [06, S.440], [HB01, S.30]. Vereinzelt findet man auch Verben, bei denen sich nicht nur der Vokal ändert, sondern auch ein Konsonatenwechsel vorliegt (*stehen-stand*).

Die Anzahl der unregelmäßigen Verben, die einem bestimmtem Ablautmuster folgen, ist nicht gleichmäßig verteilt. Von etwa 170 unregelmäßigen Verben ändern etwa 30 den Stammvokal **e** oder **ie** im Basisstamm auf **o** oder **a** im Partizipstamm

biegen – bog – gebogen,
sterben – starb – gestorben.

Relativ selten sind dagegen die Ablautmuster **au** zu **o**, **ä** zu **o**, **ö** zu **o** und **ü** zu **o**, die jeweils nur ein bis drei Verben aufweisen [Pen06]. Bei einigen Verben tritt auch Suppletion auf, beispielsweise bei dem Verb „sein“:

ich bin	du bist	er/sie/es ist	wir sind	ihr seid	sie sind
ich war	du warst	er/sie/es war	wir waren	ihr ward	sie waren

1.5. Zusammenfassung

Die Dualität aus regelmäßigen und unregelmäßigen Verben ist auf Grund ihrer zentralen Bedeutung für die Sprachverarbeitung in den flektierenden Sprachen ein weit verbreitetes Forschungsgebiet in der Psycholinguistik. Penke [Pen13] erklärt dies wie folgt: *„For one, the languages of the world differ considerably with respect to the distinctions marked by inflectional affixes and the typological types of inflectional systems they employ, ranging from agglutinative inflectional systems to fusional and polysynthetic systems [...]. Another reason accounting for the preponderance of research on inflection is that inflectional morphology is situated at the interface of morphology, syntax and phonology“*. Regelmäßige und unregelmäßige Formen weisen viele Gemeinsamkeiten auf, beide können die selben zeitlichen Relationen ausdrücken, auch im Bezug auf ihre syntaktische Rolle sind sie gleich. Daraus ergibt sich aus psycholinguistischer Sicht unmittelbar die für diese Arbeit zentrale Frage, ob die mentale Organisation der Sprache dennoch Unterschiede im Bezug auf die Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verbformen kennt.

Um sich diesem Problemkreis sprachwissenschaftlich zu nähern, ist der Sprachvergleich zwischen Russisch und Deutsch besonders interessant, da die jeweiligen Konjugationen weitestgehend ähnliche Kategorien aufweisen, beide Sprachen sich also gut deskriptiv miteinander vergleichen lassen. Sowohl im Russischen als auch im Deutschen wird das Tempus mit der Finitheit¹⁰ des Verbs in Verbindung gebracht.

Sowohl im Deutschen als auch im Russischen sind Zeitkonzepte in der Grammatik verankert, in beiden Sprachen ist das Verb wesentlich für die Kodierung von zeitlichen Relationen. Der russischen Vergangenheit (прошедшее время) entspricht im Deutschen das Präteritum (Imperfekt). Dennoch unterscheiden sich beide Sprachen im Bezug auf ihre Regelmäßigkeit. Im Deutschen existiert eine Dualität zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Verbformen [MT98], im Russischen wird die Vergangenheit dagegen regelhaft mit Hilfe eines formbildenden Suffixes realisiert; die Ausnahmen sind phonetischen Ursprungs und betreffen lediglich einige Formen des Maskulin. Um die mentale Organisation der Verbmorphologie zu verstehen und, wie in dieser Arbeit angestrebt, die Aussagen der verschiedenen Sprachmodelle zu überprüfen, sind daher Deutsch und Russisch sehr gut geeignet und wurden als Untersuchungssprachen für den experimentellen Teil der Arbeit gewählt.

¹⁰Bei Klein [Kle05, S.20]: „Nichtfinite Formen können zwar durchaus Zeit ausdrücken (man denke an den Unterschied zwischen schlafen und geschlafen haben), jedoch kein Tempus.“

2. Sprachverarbeitungsmodelle für die Verbmorphologie

Im Allgemeinen unterscheidet man in der Psycholinguistik zwischen Sprachwahrnehmung und Sprachproduktion. In Rahmen dieser Arbeit können beide jedoch unter dem Begriff der Sprachverarbeitung zusammengefasst werden. Wie im Kapitel 4 gezeigt wird, bilden sich die zur Sprachverarbeitung notwendigen Strukturen im Verlauf des Spracherwerbs aus, der auf der Wechselwirkung zwischen Sprachwahrnehmung und Sprachproduktion basiert. Sprachwahrnehmung, Sprachproduktion und die unterbewusst ablaufenden Sprachverarbeitungsprozesse sind daher stark verknüpft.

Um die Vorgänge zu verstehen, die zwischen der sprachlichen Reizwahrnehmung und einer verbalen oder nonverbalen Reaktion ablaufen, werden in der angewandten Sprachwissenschaft Sprachverarbeitungsmodelle entworfen. Diese beschreiben, basierend auf linguistischen und psycholinguistischen Erkenntnissen, die bei der mentalen Sprachverarbeitung ablaufenden Prozesse. Die meisten Modelle entwickeln dazu eine Struktur, innerhalb derer die Sprachverarbeitung stattfindet. Ergeben sich aus einem bestimmten Sprachverarbeitungsmodell experimentell überprüfbare Aussagen, so besteht die Möglichkeit, dessen Gültigkeit in psycholinguistischen Studien zu untersuchen.

Vor dem Hintergrund der Dualität aus regelmäßigen und unregelmäßigen Formen stellt sich die Frage, wie die Grammatik einer Sprache und die verschiedenen deskriptiven linguistischen Kategorien mental repräsentiert sind. Obwohl aus linguistischer Sicht die Einteilung der Verbformen in regelmäßige und unregelmäßige recht eindeutig ist, unterscheiden sich die Sprachverarbeitungsmodelle zum Teil stark im Bezug auf die von ihnen vorgesehenen psychokognitiven Möglichkeiten zur Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben¹¹.

Die mentale Sprachverarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben ist ein weit verbreiteter Forschungsgegenstand innerhalb der Psycholinguistik; in den vergangenen Jahren wurden eine Reihe von verschiedenen Modellen für die in diesem Zusammenhang relevanten kognitiven Prozesse entwickelt. Diese können in drei große Kategorien unterteilt werden: rein lexikalische [MR81], rein regelbasierte [TF75] und die Dual-Route Modelle, welche Elemente aus den beiden ersten Ansätzen kombinieren [Cla99; Pin94].

Fehlt in einem Modell die konzeptuelle Trennung zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Formen, so nimmt es implizit an, dass beide auf die gleiche Art und Weise mental verarbeitet werden. Solche Modelle bezeichnet man daher als

¹¹Unter dem Begriff kognitiv ist die Gesamtheit aller bewussten und unbewussten (autonomen) Denkprozesse zusammenzufassen, die für das tägliche Leben notwendig sind. Dazu zählt man beispielsweise Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Objektwahrnehmung.

„*Single-Route Modelle*“. Im Gegensatz dazu postulieren die „*dualen Modelle*“ zwei getrennte mentale Wege, sie gehen also von einem Unterschied in der Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Formen aus. Im Weiteren werden die zum Verständnis der genannten Modelltypen notwendigen Grundlagen und die Bedeutung der dualen Modelle für die aktuelle experimentelle Psycholinguistik erläutert.

2.1. Englisch als Sprache für die Modellentwicklung

Ein Großteil der etablierten Sprachverarbeitungsmodelle basiert auf Studien zur englischen Sprache. Obwohl mittlerweile auch zahlreiche andere Sprachen in die Erforschung der Dualität zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Verbformen einbezogen worden sind, bleibt das englische Past Tense der mit Abstand beliebteste Untersuchungsgegenstand. Die Diskussion über mögliche unterschiedliche mentale Verarbeitungswege für regelmäßige und unregelmäßige Verbformen ist in der Literatur daher auch unter dem Namen „*Past Tense Debatte*“ bekannt geworden. Die besondere Eignung des englischen Past Tense beruht auf einer Reihe von sprachspezifischen Eigenschaften dieser Zeitform:

- *Systematische Eigenschaften*: Die regelmäßige Bildung erfolgt im Englischen durch die Endung *-ed*. Laut Pinker [Pin99] werden 86 Prozent der tausend am weitesten verbreiteten Verben im Englischen nach diesem Muster gebildet, es verleiht den betroffenen Verblexemen daher eine klare Zugehörigkeit zu einer Kategorie innerhalb des grammatischen Systems.
- *Existenz von Ausnahmen*: Gleichzeitig gibt es im Englischen Verben, die die Vergangenheit ohne die Suffigierung mit *-ed* bilden, auch solche, bei denen es zu einem Stammvokalwechsel kommt [BS82]. McClelland und Patterson [MP02] unterteilten insgesamt 177 der bei Pinker und Prince [PP88] genannten 181 unregelmäßigen Verben in 9 Gruppen. Jede dieser unregelmäßigen Vergangenheitsformen endet auf *t* oder *d*, sie weisen daher eine Ähnlichkeit zu den regulären Verben auf, deren Endung *-ed* phonetisch als *t*, *d* oder *ed* realisiert wird. Die restlichen vier Verben, die keiner festen Gruppe zugeordnet wurden, sind Suppletive: *be-was*, *go-went* und ihre Derivate *forgo* und *undergo*.

Die unregelmäßigen Verben im Englischen verfügen dieser Ansicht nach auch über eine gewisse Form von Regelmäßigkeit. Seidenberg und McClelland [SM89] prägen in diesem Zusammenhang den Begriff der Quasiregularität („*quasiregularity*“). Sie heben hervor, dass das Grundmuster der im grammatikalischen Sinne regelmäßigen Bildung nicht die einzige mögliche Realisierungsform einer mentalen Regel darstellt [RM86; SM89]. Diese Einteilung der unregelmäßigen

Verben ist jedoch nicht eindeutig. So zählt Jespersen [Jes24, S.2] nicht neun, wie bei McClelland und Patterson [MP02], sondern zehn Klassen und unterteilt diese weiter in bestimmte Unterklassen.

- *Produktivität*: Das Past Tense neuer Verben wird ausnahmslos regelmäßig, d.h. mit Hilfe des Affixes *-ed* gebildet. Es gibt daher im Englischen einen hochproduktiven Prozess der Suffigierung bei der Bildung von regelmäßigen Formen [BS82]. Der Begriff der Produktivität geht auf Chomskys Überlegung zur menschlichen Sprachfähigkeit zurück, die von ihm als eine prinzipiell unbegrenzte Fähigkeit Sätze zu erzeugen, zu verstehen oder zu beurteilen, angesehen wird [Cho57].
- *Morphologische Isolation*: Die Bildung des Past Tense im Englischen findet innerhalb eines Wortes statt und eignet sich daher für morphologische Untersuchungen (Morpheme als Basis für mentale Operationen). In der natürlichen Sprachproduktion treten sie stets im Kontext einer Äußerung auf, daher werden sie oft auch syntaktisch analysiert. Diese beiden Ebenen sind im Allgemeinen jedoch zu trennen.
- *Konzeptuelle Opakheit*: Sowohl regelmäßige als auch unregelmäßige Verben repräsentieren die gleichen Zeitkonzepte. Die Verben zeichnen sich im Englischen dadurch aus, dass ihre Vergangenheitsform teils regelmäßig, teils unregelmäßig ausgedrückt wird. Innerhalb einer kognitiven Kategorie wird hier somit zwischen Verben, die klar regelmäßigen und stark davon abweichenden, unregelmäßigen Mustern folgen, unterschieden [MT98].
- *Möglichkeit zum Sprachvergleich*: Nicht nur das Englische verfügt über eine regelmäßige und eine unregelmäßigen Verbformbildung in dieser Kategorie; auch in anderen Sprachen findet man diese Dichotomie.

Im Rahmen der psycholinguistischen Diskussion über die Existenz von differenzierten mentalen Routen für die Verarbeitung von grammatischen und lexikalischen Formen ist das englische Past Tense aus den obigen Gründen sehr gut untersucht worden, insbesondere im Hinblick auf die Dualität aus regelmäßigen und unregelmäßigen Mustern¹². Neben diesen linguistischen Kriterien sprechen aber auch eine ganze Reihe von pragmatischen Überlegungen dafür, dass das Englische auffallend oft in Studien als Untersuchungssprache gewählt wird. Entscheidend ist sicherlich, dass durch die große Verbreitung der Sprache entsprechende Studien einer breiten Gruppe an Forschern leicht zugänglich sind. Das Englische ist laut Ullman [Ull01b, S.51] auch deshalb für neue Arbeiten attraktiv, weil auf Grund der guten Datenlage viele Aspekte schon in Vorarbeiten gründlich erforscht worden sind und es daher

¹²Bei Klein [Kle09b] und Pinker [Pin99] wird die englische Sprache sogar als die „*drosophila of linguistics*“ bezeichnet.

einfacher ist, neue Konzepte zu testen. Darüber hinaus sind viele Methoden und Stimuli bereits in der Literatur beschrieben, die gängigen Experimente zum morphologischen Priming wurden von Stanners et al. [Sta+79] in den 1970er Jahren entwickelt (siehe Kapitel 6).

Obwohl ein Großteil der aktuellen Arbeiten zur Dualität aus regelmäßigen und unregelmäßigen Formen aus den Forschungsgruppen um Clahsen, Indefrey und Ullmann stammt und auf dem englischen Past Tense basiert, existieren auch einige Studien zu anderen Sprachen; es wurde in diesem Zusammenhang also nicht lediglich das englische Past Tense untersucht¹³. Beispielsweise befassen sich die Studien von Clahsen [Cla99] und Penke [Pen06] mit der Pluralbildung im Deutschen. Ein Grund für diese Wahl ist die Tatsache, dass in dieser Kategorie die Grundregel („*default rule*“) weniger stark verbreitet ist als davon abweichende Muster (für eine Studie zur Pluralbildung im Englischen siehe [Mar95]).

2.2. Modellierung der mentalen Sprachverarbeitung: Das mentale Lexikon und die mentale Grammatik

Die Bildung der Vergangenheitsformen ist, vor allem im Bezug auf die englische Sprache, seit längerem Gegenstand der linguistischen Forschung. Seit dem Beginn der Past Tense Debatte wurden eine Reihe von Modellen entworfen, welche die mentale Bildung der Vergangenheitstempora beschreiben. Ein Überblick über die bekanntesten Modelle findet man unter anderem bei Clahsen [Cla99], Marcus [Mar01] und Pinker ([Pin01; PU02]).

Laut Ullman [Ull05] bezogen sich die ihm vorausgehenden und für seine Studien zur Past Tense Debatte grundlegenden Arbeiten vor allem auf die folgenden vier Themenbereiche¹⁴:

- die Trennbarkeit von Lexikon und Grammatik,
- die Mechanismen der Sprachverarbeitung,
- die Spezifika des sprachlichen Wissens,
- die biologischen Korrelate von Lexikon und Grammatik.

¹³Im Rahmen der Past Tense Debatte wurden vereinzelt auch vom Englischen stark abweichende Sprachen wie das Arabische thematisiert [BM05].

¹⁴„*This research has addressed several interrelated issues, including the following: (a) separability: Do lexicon and grammar depend on distinct components that rely on separable neurocognitive correlates? (b) mechanisms: What mechanisms underlie the learning, representation, computation, and processing of the two linguistic capacities? (c) domain specificity: Are the underlying neurocognitive substrates dedicated to language (domain specific) or do they also subserve non-language functions (that is, are they domain independent)? (d) biological correlates: What are the biological correlates of lexicon and grammar, be they brain structures, neural circuits, or molecular systems? What is the temporal order of their involvement during processing and how do they interact?*“ [Ull05, S.143].

Für die vorliegende Arbeit ist insbesondere die Unterscheidung zwischen mentalem Lexikon und mentaler Grammatik von Bedeutung, auf diese soll nun näher eingegangen werden. In der aktuellen Forschung geht man von einer engen Verflechtung zwischen Sprache und den für die Speicherung und Organisation von Informationen zuständigen Gedächtnisleistungen aus laut Dietrich [Die02, S.29] ist das gesamte Sprachwissen darin verankert. Es sind die Kapazitäten des Langzeitgedächtnisses, die für den lebenslangen Erhalt und Ausbau des sprachlichen Wissens sorgen, daher müssen diese für die Sprachverarbeitung eine zentrale Rolle spielen.

Die Existenz eines verbalen Gedächtnisses, welches alle grundlegenden, sinntragenden Einheiten einer Sprache beinhaltet, gilt als gesichert. Klein [Kle05] schreibt diesbezüglich: „*Eine jede Sprache hat ein LEXIKON - das ist das Repertoire der elementaren Einheiten - und eine GRAMMATIK: das ist die Gesamtheit der Regeln (oder Prinzipien), nach denen sich komplexe Ausdrücke aus einfacheren bilden lassen. So haben es schon die alten Griechen gesagt, so gilt es auch noch heute*“ [Kle05, S.20]¹⁵. Stark vereinfacht basiert das Sprachvermögen demnach auf zwei grundlegenden kognitiven Fähigkeiten – lernen sprachlicher Einheiten und deren Verknüpfung unter Einhaltung von grammatischen Regeln.

Die Unterscheidung zwischen diesen beiden Bereichen der Sprache ist sowohl für die Sprachwissenschaft als auch für die Psycholinguistik grundlegend. Auch die generative Grammatik geht davon aus, dass die Sprache aus einem Inventar von lexikalischen Einheiten (Lexemen) und Möglichkeiten zu deren Verknüpfung besteht [Cho95, S.168]. Diese Unterteilung ist nach der Meinung vieler Theorien auch für die Erklärung der mentalen Sprachverarbeitung relevant [SR83; Cho95; Lev93]. Während das mentale Lexikon die grundlegenden sprachlichen Einheiten speichert, legt die mentale Grammatik fest, auf welche Weise diese Einträge zu komplexeren Einheiten verknüpft werden können [Ull04]. Die Organisationsprinzipien dieser mentalen Speicher sind jedoch noch umstritten.

Die dualen Modelle gehen davon aus, dass das mentale Lexikon nur die Elemente einer Sprache enthält, die nicht von anderen Einheiten abgeleitet werden können (siehe Swinney und Cutler [SC79]). So befinden sich laut Ullman [Ull01c] in erster Linie nur solche Formen und Phrasen im mentalen Lexikon, die nicht weiter in bedeutungstragende Bestandteile zerlegbar sind. Sie sind auch als Laut-Bedeutungs-Paare („*sound-meaning pairs*“) aufzufassen [Ull+97, S.266]. Alle monomorphemischen Wörter, einschließlich der Verbstämme, und darüber hinaus eventu-

¹⁵Manche Theorien, zum Beispiel die distributive Morphologie, lehnen das mentale Lexikon in seiner kanonischen Form allerdings ab. Die distributive Morphologie geht davon aus, dass sich jedes Element der Sprache von der Syntax bis hin zum einzelnen Lexem hierarchisch geordnet errechnen lässt.

ell auch gebundene Morpheme und idiomatische Redewendungen¹⁶, unregelmäßige Formen und wortspezifische Informationen wie die Verbvalenz sind seiner Meinung nach als Einträge im mentalen Lexikon gespeichert [Ull05; Ull04; Ull01c; DW87; HM93].

Da die Einträge des mentalen Lexikons bei der Sprachverarbeitung das ganze Leben lang benutzt werden, unterstreicht Rothweiler [Rot01], dass man das mentale Lexikon als Langzeitspeicher auffassen kann, in dem alle lexikalischen Einheiten gesammelt und organisiert sind.

Die Beschreibung der mentalen Grammatik und deren Abgrenzung vom mentalen Lexikon erweist sich im Vergleich als deutlich schwieriger. Sie stellt die zweite grundlegende Komponente des linguistischen Wissens dar [Pin99]. Die Grammatik verleiht der Sprache ihre Struktur, sie ist daher von essentieller Bedeutung für deren Erlernen und Verwendung. So behauptet Chomsky [Cho80, p.90]: „*Das, was wir etwas ungenau die Beherrschung einer Sprache nennen, [ist] zuallererst die Beherrschung einer Grammatik*“. Es handelt sich dabei um ein Verknüpfungssystem, das es uns ermöglicht „*von endlichen Mitteln einen unendlichen Gebrauch*“ zu machen, wie es Humboldt [Hum36, S.112] formulierte. Die Fortsetzung dieser Argumentationslinie findet man auch in neueren Arbeiten. Clahsen und Felser [CF06b] definieren die mentale Grammatik wie folgt: „*Human language grammars can be conceived of as systems of combinatorial rules that are constrained by principles specifying the hierarchical structure of words, phrases, and sentences*“. Grammatik kann also als das Wissen darüber aufgefasst werden, wie die elementaren Komponenten einer Sprache kombiniert werden können. Das grammatische Wissen hebt sich von dem lexikalischen durch die unbewusste Anwendung ab: „*The rules are a form of mental knowledge in that they underlie our individual capacity to produce and comprehend complex forms. The learning and use of this knowledge are generally implicit – that is, not available to conscious awareness.*“ [Ull05, S.142].

Die einzelnen Sprachverarbeitungsmodelle unterscheiden sich zum Teil wesentlich im Bezug auf die Frage, wie das mentale Lexikon und die mentale Grammatik organisiert sind. Der vielleicht wichtigste Streitpunkt betrifft die Art der Abspeicherung von linguistischem Wissen: Werden Wörter oder Morpheme mental gespeichert? Auf welche Weise werden die grammatischen Regeln angewendet? Diese und ähnliche Fragestellungen bilden den Ausgangspunkt für eine Vielzahl von Sprachmodellen, welche die Organisation von Sprache im Gehirn zu beschreiben versuchen.

¹⁶Die Aussage, dass auch Redewendungen im mentalen Lexikon abgelegt sind, ist bei Ullman nicht experimentell fundiert.

2.3. Single-Route und Dual-Route Modelle

In ihren Anfängen stützte sich die Past Tense Debatte im Wesentlichen auf die von Cazden [Caz68] und Kuczaj [Kuc77] erhobenen Daten. Eines der ersten Modelle für die Verarbeitung von morphologischen Formen stammt von Taft und Forster [TF75], es ist stark von Chomsky inspiriert und sieht vor, dass komplexe Wörter in Stamm und Affixe unterteilt werden. Daraufhin entstand eine Vielzahl an experimentellen Arbeiten, welche die Aussagen dieses Modells untersuchten. Eine zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse findet sich unter anderem bei Taft und Hambly [TH85], Henderson [Hen85] und Günther [Gün89]. Durch das Zusammenwirken von Psychologie, Neuromedizin und Linguistik sind in den letzten Jahren eine Reihe von theoretischen Modellen zur Sprachverarbeitung entstanden.

2.3.1. Single-Route Modelle

Die Single-Route Modelle basieren auf der Annahme, dass alle Verbformen auf die gleiche Art und Weise abgespeichert sind, je nach Modell entweder ganzheitlich oder in Form einer Regelmatrix. Ein bekanntes Beispiel ist die von Rumelhart und McClelland [RM86], McClelland und Patterson [MP02] und Seidenberg [Sei97] vertretene „*Full Listing Hypothese*“, laut der die Einträge des mentalen Lexikons auf einem assoziativen Netzwerk beruhen, welches alle Formen hervorbringt¹⁷. Demgegenüber gehen regelbasierte Single-Route Modelle von einem diversifizierten Regelnetzwerk aus, welches von allen Verben gleichermaßen durchlaufen wird [Ber58; Hei81; DS94; Eis94].

Für die Single-Route Modelle spielt somit die Unterscheidung in regelmäßige und unregelmäßige Formen im Bezug auf die Verbmorphologie keine besondere Rolle [HM85; Ram02; ML91]. Vielmehr wird die Verbmorphologie in diesen Modellen aus dem lexikalischen und phonologischen Wissen über die Gesamtheit aller erworbenen Verben abgeleitet; beide Verbformen durchlaufen den gleichen Verarbeitungsprozess [DS94; JS99; MP02; RM86].

Lexikalische Modelle

Die lexikalischen Modelle basieren größtenteils auf der Full Listing Hypothese. Laut dieser Hypothese spielt das mentale Lexikon eine zentrale Rolle, denn sie gehen davon aus, dass alle Formen – regelmäßige und unregelmäßige – dort gespeichert sind. Dadurch umgehen sie die Notwendigkeit von expliziten grammatischen Regeln für die sprachliche Formbildung und ersetzen sie durch assoziative Mechanismen

¹⁷Assoziativ bedeutet hier, dass die Verbindungen durch keine formalen Markierungen gekennzeichnet sind

[RM86]. Die lexikalischen Modelle gehen von einem Netzwerk aus, welches das Gesamtwissen eines Menschen über Wörter abbildet. Der Zugriff auf die morphemische Repräsentation geschieht in diesen Modellen über ganze Wörter [GG01], für die ganzheitliche Speicherung spricht die lexikalische und phonologische Opakheit vieler komplexer Wörter.

Die lexikalischen Single-Route Modelle sind oft „*konnektivistisch*“. Die konnektivistischen Modelle [PM91; RM86; ML91; Byb95] gehen davon aus, dass das Lernen, die Abspeicherung und die Verarbeitung von grammatischen Regeln genauso wie die Verarbeitung von lexikalischen Einträgen durch eine Reihe einfacher Prozesse geschieht, die aufeinander folgen und miteinander verbunden sind.

Vor der Entstehung der konnektionistischen Modelle hatte keine linguistische Theorie den Anspruch, die Zusammenhänge zwischen Sprache und Gehirn zu erklären, viele konnektivistische Modelle sind stark von Netzdarstellungen in Computersimulationen beeinflusst. So gehen McClelland und Rumelhart [MR81] (interaktives Netzwerkmodell) und Morton [Mor69] (Logogen-Modell) davon aus, dass alle Einträge des mentalen Lexikons zu einem bestimmten Zeitpunkt einen gewissen Aktivierungsgrad aufweisen. Reizinformationen, welche mit einem Eintrag kompatibel sind, erhöhen dessen Aktivierungsniveau. Beim Überschreiten einer bestimmten Schwelle wird dann der Lexikoneintrag mit dem Reiz identifiziert [Gün89].

Die konnektivistischen Modelle postulieren, dass der Spracherwerb und die Sprachproduktion von Wörtern und die Anwendung von Regeln auf nur einem System basiert, welches allerdings über eine breite anatomische Ausführung verfügt [Elm+97; Sei97]. Sie nehmen an, dass alle Formen, unabhängig von ihrer morphologischen Komplexität, nach dem Prinzip der Assoziationsbildung kognitiv verarbeitet werden. Beispielsweise geht Marcus [Mar95; Mar98] davon aus, dass eine Art Standardflexion aufgrund von angeborenem sprachlichen Wissen erfolgt. Das Erlernen von Abweichungen geschieht dann durch eine Änderung der Verbindungen, hervorgerufen durch statistische Unterschiede in der Häufigkeit von bestimmten Formen. Laut dem Modell von Joanisse und Seidenberg [JS99], das von einem konnektionistischen Netz ausgeht, hängt die Produktion von unregelmäßigen Formen kritisch von den vorhandenen phonologischen Informationen ab. Je höher die Zahl der Verben ist, die ein vergleichbares phonologisches Muster aufweisen, desto stärker ist das betreffende Schema im Netzwerk.

Viele Netzwerkmodelle kommen ohne der Einbindung von expliziten Regeln aus. Laut Bybee [Byb95] basiert die Sprachverarbeitung vielmehr auf emergenten Generalisierungen aufgrund von Verbindungen zwischen Lexikoneinträgen. Solche Verbindungen entstehen durch gemeinsames phonologisches Material von Lexikoneinträgen, das einerseits aus regulären Affixen bestehen kann, andererseits aber auch

aus phonologischen Gemeinsamkeiten verschiedener Wortstämme, etwa bei Wortfamilien, die bestimmten unregelmäßigen Mustern folgen.

Regelbasierte Modelle

Eine weitere Gruppe von Single-Route Modellen bilden die regelbasierten Modelle. Diese gehen davon aus, dass auch unregelmäßige Verben eine gewisse Art an Regelmäßigkeit aufweisen [Ber58; Hei81; DS94; Eis94]. Laut den regelbasierten Modellen werden sowohl regelmäßige als auch unregelmäßige Verben nach einem bestimmten mentalen Muster gebildet. Ein Beispiel ist das von Halle und Mohanan [HM85] entwickelte Modell, wonach alle englischen Verbformen durch die Anwendung einer begrenzten Zahl an Regeln abgeleitet werden können.

Viele Wörter aktivieren aus der Perspektive der regelbasierten Modelle gleichzeitig mehrere Morpheme [BM83], es müssen folglich hierarchisch angeordnete Strukturen existieren, die eine Kategorisierung nach verschiedenen Merkmalen erlauben. Taft und Forster [TF75], Murrell und Morton [MM74] und Cutler et al. [Cut+89] gehen davon aus, dass die morphologische Analyse eines Wortes vor dem eigentlichen lexikalischen Zugriff erfolgt und die frühe Phase der Sprachverarbeitung beeinflusst. Anhand von quantitativen Daten, die in einem Experiment zur lexikalischen Entscheidung erhoben wurden, zeigten Taft und Forster [TF75], dass präfigierte Wörter anhand der in ihnen enthaltenen Morpheme noch vor dem eigentlichen lexikalischen Zugriff analysiert werden (siehe dazu auch Kapitel 5). Die Verarbeitung von Wörtern mit künstlichen Präfixen dauerte in diesen Experimenten länger als die Verarbeitung von Wörtern mit echten Präfixen. Die Frage wie und wann ein Wort in seine bedeutungstragenden Bestandteile zerlegt wird, ist insbesondere für die Bildung von Vergangenheitsformen relevant. Sowohl bei unregelmäßigen als auch bei regelmäßigen Verben werden die Vergangenheitsformen durch die Modifizierung eines Grundlexems realisiert; es existieren nur einige wenige suppletive Formen, die zwangsläufig als separate Einträge abgespeichert sein müssen.

Anderson [And92] behauptet, dass sich eine Form, die nach dem Prinzip Stamm und Affix gebildet wurde, nicht durch eine einfache Segmentierung erklären lässt, sondern vielmehr durch die Anwendung einer mentalen Regel. Auch Beard [Bea87] unterstreicht, dass Affixe keine unabhängigen Einheiten im Lexikon darstellen. Formen, welche durch die Zusammensetzung von Stamm und Affixen entstehen, bestehen demnach nicht einfach aus einer Abfolge von Segmenten, sondern werden vielmehr durch die Anwendung einer Regel auf den Stamm gebildet; diese bestimmt dann die Zusammenstellung der Sequenz [And92; Bea95].

Kritik an den Single-Route Modellen

Eine kritische Auseinandersetzung mit den lexikalischen Modellen findet man bei Pinker [Pin94], diese weisen aus dessen Sicht linguistisch unplausible Eigenschaften auf. Die Autoren kritisieren insbesondere die bei Rumelhart und McClelland [RM86] vorgesehene phonologische Repräsentation des sprachlichen Wissens. Ein solches Modell sei einerseits zu unbeschränkt, da es Flexionstypen lernen könnte, die in natürlichen Sprachen nicht vorkommen (z.B. Umkehrungen der Phonemreihenfolge von Wortstämmen), andererseits zu beschränkt, da es unterschiedliche Flexionen homophoner Verben (z.B. gemalt – gemahlen) nicht zulässt.

2.3.2. Duale Modelle

Die grundlegende Idee der dualen Modelle basiert auf einer mentalen Trennung zwischen dem mentalen Lexikon einerseits und der mentalen Grammatik andererseits [Kim+91; Pin91; FS92; Cla+92; PP93; SB94; LB95; Mar95; Ull+97; CC97; Cla99; Cla99; Pin99; Mar01]¹⁸. In dem „*Dual-Mechanism Modell*“ von Pinker und Prince [PP88] beispielsweise sind unregelmäßige Formen als Vollformen im mentalen Lexikon gespeichert, während regelmäßige durch die Anwendung einer mentalen Regel bei Bedarf gebildet werden. Die meisten dualen Modelle nehmen an, dass die Anwendung der Grammatik weitgehend unabhängig von der Analyse der lexikalischen Information geschieht [PP88]. Eine Regel – wie das Hinzufügen des Suffixes *-ed* zum Stamm für die Bildung des Past Tense im Englischen (*talk - talked*) – wird nur dann angewendet, wenn keine gespeicherte Form im mentalen Lexikon vorliegt; während der Sprachverarbeitung werden zunächst beide Routen aktiviert und erst gegen Ende des Prozesses wird eine der beiden unterdrückt.

Da die unregelmäßigen Verben separat im mentalen Lexikon gespeichert sein müssen, zum Beispiel *go - went*, wird die Bildung der regelmäßigen Form *goed* bei der Sprachproduktion in diesem Fall unterbunden. Ein in diesem Zusammenhang wichtiges Schlüsselkonzept der Dual-Route Modelle ist die „*Blockierung*“ [Pin99, S.130]. Geprägt wurde dieser Begriff von Aronoff [Aro80]. So kommt es beim Verb *singen* zunächst zur assoziativen Bildung der unregelmäßigen Vergangenheitsform *sang*, die vorherrschende Regel (*singte*) tritt in Folge der Blockierung nicht in Kraft.

Eine strikte Trennung zwischen den Default-Regeln einerseits und einer demgegenüber unregelmäßigen Flexion, die nach assoziativen Prinzipien funktioniert, andererseits, ist entscheidend für die Dual-Route Modelle. Sie postulieren somit die Existenz zweier mentaler Wege: Einem für die Ausführung einer dominanten Regel

¹⁸Eine Kategorisierung der verschiedenen dualen Modelle wird von Ullman [Ull01a] unternommen.

und einem weiteren für abweichende Konstruktionen. Diese Dichotomie bildet den Kerngedanken aller dualen Modelle.

Die dualen Modelle, zu denen auch das in Kapitel 3 näher diskutierte deklarativ-prozedurale (DP) Modell von Ullman gehört, basieren daher auf der Annahme, dass die morphologische Wortstruktur keinen entscheidenden Faktor für die Abspeicherung von vollständigen Formen im Gedächtnis darstellt und plädieren für zwei getrennte Verarbeitungsmechanismen [LBC92; CLR88; CF06b; Pin94; Ull+97]. Die dualen Modelle kombinieren somit die Ansätze der lexikalischen und der regelbasierten Modelle, wobei eine klare Trennung zwischen den neuronalen Verarbeitungswegen für regelmäßige und unregelmäßige Verben vorliegt. Aus Sicht der dualen Modelle dienen die grammatischen Regeln einer Sprache nicht nur rein deskriptiven Zwecken, sondern sind (zumindest in den Grundzügen) mit neurokognitiven Prozessen im Gehirn funktional verbunden. Dadurch wird die zunächst rein linguistische Beschreibung der Grammatik erweitert und erhält eine kognitive Dimension [CC97; Cla99; FS92; LB95; Pin99; SB94]. Eine ausführliche Erläuterung der dualen Modelle erfolgt im nächsten Kapitel am Beispiel des DP-Modells.

2.4. Kritische Betrachtung der Modellbildung

Die Retrospektive der Forschungsarbeiten aus den 1970er und 1980er Jahren zeigt, dass in der Anfangszeit die semantischen Aspekte der Sprachverarbeitung im Mittelpunkt der Modellbildung standen. Die ersten Arbeiten, welche die morphologische Komplexität der Sprache unter dem Gesichtspunkt der Worterkennung untersuchten, wurden Anfang der 1970er Jahre durchgeführt. Sie zeigten, dass der mentale Speicher über bestimmte Ordnungsstrukturen verfügt, die teilweise starke Parallelen zu den in der Linguistik formulierten Regeln aufweisen. Es ist wichtig zu betonen, dass keines der modernen Modelle die Einbindung des Gedächtnisses in die Formbildung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben abstreitet. Unabhängig davon, ob dieser Gedächtnisbezug als „Speicher“, „mentaler Speicher“ oder „Sprachwissen“ bezeichnet wird, ist er immer vorhanden. Ziel der modernen Forschung ist es, die Ordnungsstrukturen der mentalen Sprachverarbeitung näher zu untersuchen und ein detailliertes Bild von der mentalen Sprachverarbeitung zu zeichnen.

In der psycho- und neurolinguistischen Literatur existiert eine Vielzahl an unterschiedlichen Modellen für die Sprachverarbeitung. Diese versuchen die fundamentalen Mechanismen der mentalen Sprachverarbeitung zu identifizieren und die ablaufenden Prozesse strukturell-hierarchisch zu ordnen. Dazu wird die Sprachverarbeitung in der Regel in einzelne Komponenten segmentiert und festgelegt, wie diese miteinander interagieren.

Auf Grund der hohen Komplexität der Vorgänge befassen sich die meisten Modelle mit sehr spezifischen Fragestellungen und basieren auf wenigen grundlegenden, aber sicherlich vereinfachenden Annahmen. Durch diese Vereinfachungen ist der Geltungsbereich eines jeden Modells zwangsläufig eingeschränkt. Die meisten Modelle erheben daher nicht den Anspruch, alle Aspekte des sprachlichen Systems mit einzu-beziehen, sondern nur die für einen bestimmten Kontext relevanten Eigenschaften. Trotz dieser Einschränkungen sind Sprachverarbeitungsmodelle für das Gebiet, in dem sie einen Gültigkeitsanspruch erheben, sinnvoll und bilden die Grundlage für experimentelle Überprüfungen der Sprachverarbeitung.

2.5. Zusammenfassung

Dieses Kapitel behandelte die Grundlagen der Sprachverarbeitungsmodelle. Als Erstes wurde das Englische wegen seiner Verbreitung als Modellsprache diskutiert und auf die Problematik eingegangen, die mit der Beschränkung der Analyse auf eine bestimmte Sprache einhergeht. Für das theoretische Verständnis der Sprachverarbeitung sind die hier diskutierten Begriffe des mentalen Lexikons und der mentalen Grammatik grundlegend, die einzelnen Sprachmodelle unterscheiden sich vor allem darin, mit welchen neuroanatomischen Strukturen sie diese in Verbindung bringen.

Die hier vorgestellten Sprachmodelle thematisieren alle die Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben und beziehen Stellung zu der Frage, ob es sich dabei um eine rein linguistisch-deskriptive Kategorie handelt oder ob dieser Unterschied auch psychokognitiv repräsentiert ist. Die lexikalischen (konnektivistischen) Modelle postulieren, dass der Spracherwerb und die Sprachproduktion auf nur einem System basiert, welches über eine anatomische Basis verfügt [Elm+97; Sei97]. Die Vertreter dieser Meinung gehen davon aus, dass alle Formen, unabhängig von ihrer morphologischen Komplexität, nach dem Prinzip der Assoziationsbildung kognitiv verarbeitet werden [RM86; Ram02; ML91]. Einen anderen Standpunkt nehmen die regelbasierten Modelle ein. Aus deren Sicht beruht die Sprachverarbeitung auf einem Regelsystem, welches in der Lage ist, auch die im grammatikalischen Sinne unregelmäßigen Verben zu verarbeiten [HM85; Ber58; Hei81; DS94; Eis94]. Unabhängig davon, ob ein Modell eine assoziative oder regelbasierte Verarbeitung der Verbformen vorsieht, spricht man von einem Single-Route Modell, solange kein prinzipieller Unterschied zwischen der Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Formen existiert. Eine alternative Ansicht vertreten die dualen Modelle, die im nächsten Kapitel an Hand des DP-Modells von Ullman detailliert analysiert werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die bestehenden Kenntnisse über die morphologischen Prozesse in der natürlichen Sprachverarbeitung bei Weitem nicht vollständig sind, es gibt keine allgemein akzeptierte Theorie, welche die Bildung der Vergangenheitsformen zufriedenstellend beschreibt.

3. Das deklarativ-prozedurale Modell von Ullman im Kontext der psycholinguistischen Forschung

Ullman [Ull01a] erweitert die Grundidee der im vorherigen Kapitel besprochenen dualen Modelle um einen neuen Aspekt, indem er die These formuliert, dass die beiden mentalen Routen zur Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Formen unterschiedlichen Gehirnbereichen funktional zugeordnet sind. Dieses Kapitel erläutert die experimentellen Ergebnisse, welche zu den grundlegenden Annahmen seines deklarativ-prozeduralen (DP) Modells geführt haben und geht insbesondere auf die von Ullman durchgeführten Studien ein¹⁹. Dabei steht die Frage im Vordergrund, welche Relation aus der Sicht des DP-Modells das mentale Lexikon und die mentale Grammatik zu den deklarativen und prozeduralen Bereichen des Langzeitgedächtnisses aufweisen. Auf Grund ihrer Bedeutung für den experimentellen Teil dieser Arbeit werden die Aussagen des DP-Modells hinsichtlich der Sprachverarbeitung in der L2 anschließend in einem gesonderten Kapitel behandelt.

3.1. Grundannahmen des DP-Modells

Das DP-Modell von Ullman zählt zu den dualen Modellen, deren grundlegende Annahmen bereits in Kapitel 2.3 besprochen wurden²⁰. Wie alle dualen Modelle geht auch das DP-Modell davon aus, dass die linguistischen Kategorien „regelmäßig“ und „unregelmäßig“ für die Beschreibung der bei der Sprachverarbeitung ablaufenden psychophysiologischen Prozesse herangezogen werden müssen.

Laut Tulving und Schacter [TS90] und Squire, Knowlton und Musen [SKM93], auf die sich Ullman bezieht, ist das Gedächtnis keinesfalls als ein Monolith anzusehen, es setzt sich vielmehr aus verschiedenen Formen und Untersystemen zusammen, deren Zusammenwirken für die Sprachverarbeitung von essentieller Bedeutung ist. Die Bezeichnung „deklarativ-prozedural“ ist auf die beiden wichtigsten Formen des Langzeitgedächtnisses zurückzuführen, die nach heutigen Erkenntnissen in die Sprachverarbeitung eingebunden sind. Die Verarbeitung und Speicherung des lexikalischen Wissens ordnet Ullman dem deklarativen Gedächtnis zu, während die für die regelbasierte Zusammenstellung komplexer sprachlicher Strukturen zuständige mentale Grammatik aus seiner Sicht auf dem prozeduralen Gedächtnis beruht [Ull06]. Diese, für das DP-Modell charakteristische Zuordnung, basiert auf folgenden Annahmen:

¹⁹Im Rahmen dieser Arbeit wird nicht auf zelluläre, molekulare oder hormonelle Aspekte des Gedächtnisses und der Sprachverarbeitung eingegangen, siehe hierzu [Ull05].

²⁰Ullman selbst bezeichnet es als ein theoretisches Modell [Ull+97; Ull04; Ull05].

- Grammatische Prozesse spielen eine wichtige Rolle in der Sprachverarbeitung.
- Die Sprachverarbeitung wird durch deklarative und prozedurale Gedächtnissysteme realisiert.
- In Verhaltensexperimenten lassen sich disjunkte neuronale Korrelate für die Sprachverarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Formen nachweisen.

Das DP-Modell stellt einen der wichtigsten Ansätze dar, welcher das Langzeitgedächtnis explizit mit in die Modellierung der bei der mentalen Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verbformen ablaufenden Prozesse einbezieht.

3.1.1. Funktionale Zuordnung der mentalen Sprachbereiche

Die Arbeiten von Ullman sind maßgeblich durch die „Wörter und Regel Theorie“ („*words and rules theory*“) von Pinker [Pin91] beeinflusst. Diese besagt, dass Sprache auf der Interaktion zwischen dem im mentalen Lexikon gespeicherten Wissen und den kombinatorischen Prozessen der mentalen Grammatik beruht²¹. Entscheidend für die Theorie von Ullman ist aber nicht primär diese Unterteilung des sprachlichen Wissens in lexikalische und grammatische Bereiche, sondern deren Zuordnung zur deklarativen bzw. zur prozeduralen Gedächtnisdomäne – beides Formen des Langzeitgedächtnisses²². Bevor die Bedeutung dieser beiden Bereiche für die Sprachverarbeitung näher diskutiert wird, soll zuerst der übergeordnete Begriff des Langzeitgedächtnisses näher erläutert werden.

Die grundlegende Einteilung des Gedächtnisses in Lang- und Kurzzeitgedächtnis geht auf die Arbeiten von James [Jam18] zurück und bezieht sich auf die Präsenzzeit von neu erworbenen Informationen. Atkinson und Shiffrin [AS68] entwickelten diese Idee im Rahmen ihres seriellen Multi-Speicher-Modells weiter, welches einen Kurzzeitspeicher als entscheidende Kontrollinstanz für den Langzeitspeicher vorsieht. Das heute gültige Konzept des Kurzzeitgedächtnisses (Arbeitsgedächtnisses) wurde maßgeblich durch die Arbeiten von Baddeley und Hitch [BH74] geprägt.

²¹In diesem Zusammenhang versteht man unter kombinatorischen Prozessen die Zusammensetzung komplexer morphologischer Formen aus freien und gebundenen Morphemen auf der Grundlage einer regelbasierten Grammatik.

²²Ullman [Ull01b, S.48] schließt nicht vollkommen aus, dass außer dem deklarativen und dem prozeduralen Gedächtnis weitere neuronale Strukturen oder kognitive Operationen in die Sprachverarbeitung involviert sind. Dennoch reichen seiner Meinung nach diese beiden Systeme aus, um die grundlegende Funktionsweise der mentalen Grammatik und des mentalen Lexikons zu erklären.

Die Ausbildung des sprachlichen Wissens ist vor allem im Langzeitgedächtnis verankert, es wird nach der Art der gespeicherten Informationen in einen deklarativen Bereich für Fakten und einen prozeduralen für Abläufe und Regeln unterteilt [Mie05] (siehe Kapitel 4). Die Unterscheidung zwischen einem deklarativen und einem prozeduralen Teil des Gedächtnisses geht unter anderem auf Schacter und Tulving [ST94] zurück; die Trennung des Langzeitgedächtnisses in zwei Aufgabengebiete ist experimentell, unter anderem in Verhaltensstudien, seit Langem belegt [SZ91; MM84; Squ04].

Die Verknüpfung von deklarativen (prozeduralen) Bereichen des Gedächtnisses mit lexikalischen (grammatischen) Inhalten wird in Sprachwissenschaft und Psychologie schon länger diskutiert, bereits Anderson [And76] äußerte sich in diese Richtung. In der deutschsprachigen Literatur analysierte Wolff [Wol90] die Sprachverarbeitung vor dem Hintergrund der Unterteilung des Gedächtnisses in deklarative und prozedurale Inhalte. Möhle [Möh94, S.46] unterstreicht außerdem, dass auch die bedeutende Arbeit „*Speaking*“ von Levelt [Lev93, S.182] von einer Verbindung zwischen dem mentalen Lexikon und dem deklarativen Wissen ausgeht: „*A speakers mental lexikon is a repository of declarative knowledge about the words of his language*“ [Lev93, S.182].

Auf Grund von vielen gemeinsamen Eigenschaften zwischen dem linguistisch definierten mentalen Lexikon und dem deklarativen Gedächtnis ist eine enge Verbindung naheliegend. So speichern beide explizites Wissen, wobei man unter explizitem Wissen Gedächtnisinhalte versteht, auf die größtenteils bewusst zurückgegriffen werden kann [Fab99; Chu00]. Auch Ullman [Ull05, S.143] geht davon aus, dass die deklarativ gespeicherten Inhalte des mentalen Lexikons der bewussten Wahrnehmung zugänglich sind²³.

Darüber hinaus eignet sich das deklarative System zur Speicherung von symbolischen Informationen und zeichnet sich durch schnelles Lernen und den Aufbau von assoziativen Verbindungen zwischen den einzelnen Inhalten aus²⁴. Diese Eigenschaften entsprechen jenen, die zur kognitiven Realisierung des mentalen Lexikons benötigt werden. Im mentalen Lexikon werden laut Ullman Verbformen und Phrasen, deren Bedeutung sich nicht aus ihren einzelnen Bestandteilen erschließen lässt, sowie gebundene Morpheme und vielleicht idiomatische Redewendungen aufbewahrt. Außerdem beinhaltet er unregelmäßige wortspezifische Informationen wie die Verbvalenz, also insbesondere die Vergangenheitsformen unregelmäßiger Verben [Ull01b; Ull04]. Aus Sicht des DP-Modells können in Ausnahme-

²³Es ist wichtig anzumerken, dass ein Großteil der Sprachverarbeitung unterbewusst abläuft. Nach allgemeiner wissenschaftlicher Überzeugung kann immer nur ein kognitiver Vorgang bewusst ablaufen, unterbewusst können dagegen mehrere Prozesse parallel vonstattengehen.

²⁴Assoziativ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Verbindungen durch keine formalen Markierungen gekennzeichnet sind.

fällen auch regelmäßige Wortformen im mentalen Lexikon abgespeichert sein, dazu müssen diese aber eine sehr hohe Frequenz in der Sprache aufweisen (siehe Kapitel 5).

Auf der anderen Seite verfügt das prozedurale System über eine Reihe von Charakteristika, welche als Voraussetzung für die kognitive Umsetzung von grammatischen Regeln gelten. Im Allgemeinen wird vom prozeduralen Gedächtnis die Kontrolle von motorischen und kognitiven Fertigkeiten und Gewohnheiten, insbesondere von sequentiellen Abfolgen, übernommen [And07; Ull06, S.278]. Ullman schreibt: „*The rule-subserving system underlies the implicit (nonconscious) learning and expression not only of morphological rules, but also of syntactic (and possibly phonological) rules and of motor and cognitive skills and habits, such as how to ride a bicycle.*“ [Ull01b, S.38]. Das prozedurale Gedächtnis verarbeitet Informationen anhand einfacher Merkmale und variiert dann innerhalb vorgegebener Alternativen; es basiert auf der Analyse früherer Erfahrungen [CS80]. Die grammatischen Regeln weisen ganz ähnliche Eigenschaften auf, sie verkörpern eine begrenzte Menge an akzeptierten Reaktionen auf bestimmte Schlüsselreize. Ullman [Ull04, S.234] definiert die Funktion der Grammatik wie folgt: „*The rules crucially allow us to interpret the meanings of complex forms even if we have not heard or seen them before. Thus, in the sentence “Clementina glicked the plag”, we know that Clementina did something in the past to some entity. The rules specify not only the sequential order (precedence) of lexical items, but also their hierarchical relations, e.g. that a verb phrase (glicked the plag) can contain a noun phrase (the plag). Such rule-governed behavior is found at various levels in language, including in the structure of phrases and sentences (syntax), and of complex words such as walked or glicked (morphology)*“. Für den natürlichen Sprachprozess bedeutet dies, dass die Wiederverwendung einer morphologischen Struktur den Arbeitsaufwand des Gedächtnisspeichers verringern kann.

Da das prozedurale Gedächtnis für das Lernen und die Verarbeitung von regelhaften Abläufen und Verhaltensweisen zuständig ist, liegt die Vermutung nahe, dass es die mentale Grammatik, die ebenfalls auf regelhaften, strukturierenden Prozessen basiert, unterstützt [Ull01a]. Aus linguistischer Perspektive operiert die mentale Grammatik mit den symbolischen Informationen, die im mentalen Lexikon gespeichert sind und legt fest, wie die einzelnen Elemente aus dem mentalen Lexikon zu komplexen Elementen verknüpft werden können [Ull01a; Ull04]. Das prozedurale System unterstützt demnach syntaktische, morphologische und womöglich auch phonologische Zusammensetzungen. Auf das prozedurale Wissen, zu dem aus der Sicht des DP-Modells auch die mentale Grammatik zählt, kann größtenteils nur unbewusst zurückgegriffen werden; es handelt sich somit um implizites Wissen. Die grammatischen Regeln sind laut Ullman [Ull05, S.142]: „*a form of mental knowledge in that they underline our individual capacity to produce and comprehend complex*

forms. The learning and use of this knowledge are generally implicit – that is, not available to conscious awareness.“

Zahlreiche Publikationen unterscheiden nicht zwischen prozeduralem und implizitem Wissen [ACD90; Gab93; Gra95; SKM93; WM90]. Vereinzelt finden sich jedoch auch Arbeiten, die einen alternativen Standpunkt einnehmen. Sie argumentieren, dass diese Zuordnung unglücklich ist, da auch implizites deklaratives und explizites prozedurales Wissen existieren kann [FK86; Wol90; Flo97]. Es ist außerdem wichtig zu betonen, dass die Unterteilung in explizites und implizites Wissen im Sinne von Ullman keineswegs unveränderlich ist, ein Transfer zwischen beiden Inhalten ist möglich; explizites meta-linguistisches Wissen kann sich zu implizitem entwickeln und umgekehrt [EM02; And+04].

3.1.2. Interaktion zwischen mentaler Grammatik und mentalem Lexikon

Die Trennung des Langzeitgedächtnisses in einen deklarativen und einen prozeduralen Teil spielt – wie man dem Namen entnehmen kann – eine wichtige Rolle für das Verständnis des DP-Modells von Ullman. Für die natürliche Sprachverarbeitung ist jedoch die Interaktion zwischen deklarativem und prozeduralem Wissen unerlässlich. So wird zum Beispiel die Relation zwischen Form und Bedeutung, welche über die Sprache zur Geltung kommt, zu einem großen Teil durch die Grammatik spezifiziert [Ull01b, S.38] (siehe auch Kapitel 1 zur formalen Realisierung von Zeitkonzepten im Deutschen und Russischen). Die beiden Kapazitäten interagieren laut Ullman auf unterschiedliche Weise miteinander, wobei die Hauptaufgabe der mentalen Grammatik darin besteht, einzelne Elemente des mentalen Lexikons zu komplexeren Strukturen zu verbinden: *„The two language capacities interact in a number of ways. First, the grammar combines lexical items into complex structures. Second, even though certain representations of complex linguistic structures that have idiosyncratic meanings (e.g. idioms) may be stored in the lexicon, their structures still generally follow the rules of grammar. Third, although ‘regular’ (i.e. transparent; derivable) complex representations (e.g. walked; the cat) could be computed anew each time they are used (e.g. walk -ed), and must be if they are new (e.g. glicked), they could in principle also be stored in the mental lexicon after being encountered. Finally, a general pattern observed in languages is that idiosyncratic, exceptional forms and meanings are selected preferentially over general, derivable ones (the ‘Elsewhere’ principle; [HM93; Kip82; Pin84]), suggesting that stored lexical items take precedence over those composed by the mental grammar“* [Ull04, S.234].

Bei der Sprachverarbeitung laufen viele unterbewusste Prozesse parallel ab. Mit Verweis auf Pinker und Prince [PP91] unterstreicht Ullman, dass die Bildung von

morphologisch komplexen Formen die parallele Aktivierungen von zwei unterschiedlichen mentalen Systemen beinhaltet. Auf der einen Seite werden Formen im assoziativen Gedächtnis gebildet, auf der anderen bestimmte Regeln angewendet. Wenn eine Form im Gedächtnis sofort gefunden wird, kommt es zur Unterdrückung des Regelsystems: „*If a form is found in memory (sang), the rule-based computation is inhibited; otherwise a rule-product (looked) is successfully computed. Neither system's role is limited to morphology or even to language*“ [Ull01b, S.44] (siehe hierzu auch die allgemeine Diskussion der dualen Modelle in Kapitel 2). Ullman [Ull01b, S.46] weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass die Anwendung von Regelsystemen oft isoliert von anderen mentalen Vorgängen arbeitet und dass das deklarative Gedächtnis von anderen mentalen Prozessen beeinflusst werden kann („*Strop-Effekt*“). Die Interaktion zwischen beiden Gedächtnisformen unterscheidet sich außerdem von Mensch zu Mensch [Ull05, S.148]. Einige nutzen verstärkt das deklarative, andere das prozedurale System. Männer lernen laut Ullman anderes als Frauen: „*Females will tend to memorize complex forms that men generally compute compositionally in the grammatical-procedural system*“ [Ull05, S.148]. Die Verteilung von deklarativen bzw. prozeduralen Prozessen bei der Sprachverarbeitung ist daher möglicherweise zu einem gewissen Grad geschlechtsspezifisch.

3.1.3. Morphologische Transformation

Das DP-Modell wird von Ullman auch als „*mentales Modell der Morphologie*“ bezeichnet [Ull01b, S.41]. In diesem Zusammenhang ist der von Ullman eingeführte Begriff der morphologischen Transformation näher zu erklären, er beschreibt diesen wie folgt: „*Morphophonological transformation refers to a phonological mapping between word stems or roots (i.e., bases) and inflected forms for a given (morpho)syntactic configuration.*“ [Ull01b, S.38]. Morphologische Prozesse interagieren sowohl mit phonologischen als auch mit syntaktischen Informationen, Wörter sind aus dieser Sichtweise das Ergebnis von regelbasierten morpho-phonologischen und morpho-syntaktischen Prozessen. Diese sind dafür verantwortlich, dass unabhängig vom eigentlichen sprachlichen Inhalt vorhersagbare, transparente, produktive sprachliche Formen existieren, deren Bedeutung sich allein aus ihrer Struktur heraus ableiten lässt; man erkennt sie, ohne den sprachlichen Inhalt zuvor gehört oder gesehen zu haben.

Morphologische Transformationen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Produktivität. Ausschlaggebend ist, wie oft eine bestimmte morphologische Transformation unter bestimmten Bedingungen und innerhalb welchen syntaktischen Konstruktionen vorkommt. Die unregelmäßigen Verben gehören laut Ullman [Ull01b, S.38] zur Klasse der unproduktiven morphologischen Transformationen. Zu diesen zählen

auch suppletive Formen²⁵: „*Unproductive transformations apply only to a fixed list of words (go–went)*“.

Unregelmäßige Transformationen sind größtenteils unvorhersagbar in ihrer Aussprache (*cling–clung, bring–brought*). Die phonologische Veränderung des Stammes betrifft aber meistens nur die Modifikation einzelner Segmente (*sing–sang*). In einigen Fällen findet auch keine Veränderungen am Wort statt (*hit–hit*), manchmal mehrere gleichzeitig, wie beispielsweise eine Stammveränderung und eine Affigierung (*break–broken*) [Ull99, S.49]. Ullman [Ull01b, S.41] unterstreicht: „*morphological transformations can be computed by either of two components, which have distinct cognitive, computational, and neural bases [...] One component is a memory system. [...] it is an associative memory of distributed representations, over which the transformations’ phonological and conceptual–semantic mappings are learned, stored, and computed. [...] The other component is a rule system. Its rules, including constraints, are more than descriptions of linguistic patterns. They are represented as mental knowledge and implemented by mental operations. The rules specify any sequential and hierarchical structure of morphologically complex forms. The system computes morphophonological transformations in real-time by symbol manipulation.*“

Nur die vollkommen produktiven Transformationen („*defaults*“) können durch ein Regelsystem gelernt und gebildet werden, denn sie enthalten sequenzielle Operationen bestehend aus Affigierung und Zusammensetzung (*look + ed = looked; shirt + sleeve = shirt-sleeve*). Morphologische Transformationen, die offene Affigierungen enthalten, aber nicht vollkommen produktiv sind, werden dagegen mit Hilfe des assoziativen Gedächtnisses gebildet (*sing–sang*) Ullman [Ull01b, S.44]. Je nachdem, ob eine produktive Transformation immer oder nur unter bestimmten Bedingungen stattfindet, unterscheidet Ullman zwischen „*global*“ und „*local default*“: „*for a given syntactic/semantic configuration, a local default can apply in a particular subset of the phonological, semantic, or morphological feature space, whereas a global default can apply in the entire feature space*“ [Ull01b].

Ullman [Ull01b, S.40] erklärt die Produktivität bei Verben wie folgt: „*the level of productivity of a morphological transformation refers to which extend it applies to new forms (new words and novel forms) that meet any particular set of conditions, within a given syntactic configuration*“. Dabei macht er einen Unterschied zwischen der vollen Produktivität – die weiter in „*local Default*“ und „*global Default*“ unterteilt wird – und produktiven Veränderungen. Unter „*local Default*“ versteht er eine Veränderung unter einer bestimmten Bedingung, es können phonologische, lexikalische und morphologische Einschränkungen für die Bildung einer Form existieren. Wenn eine Transformation unabhängig von solchen Bedingungen stattfindet, so ist

²⁵Eine Suppletion ist eine Relation zwischen einem Infinitiv und einer stark abweichenden Form.

von „*global Default*“ die Rede. Der Vergangenheitsuffix *-ed* im Englischen ist ein Beispiel für Letzteres.

3.2. Neurokognitive Befunde

Der Gedanke, dass linguistische Theorien vereinbar mit den Erkenntnissen der Gehirnforschung sein sollen, ist nicht neu [Whi71], er prägt aber immer stärker die psycholinguistische Forschung. Auch Ullman vertritt die Ansicht, dass Verbstämme und Flexionsmorpheme, ebenso wie die morphologischen und syntaktischen Regeln der Grammatik, neuronale Korrelate aufweisen müssen; das DP-Modell wird von ihm daher auch als ein „neurokognitives“ Modell bezeichnet.

Die Aussagen des DP-Modells über die neuronalen Korrelate der einzelnen linguistischen Kategorien eröffnen neue Perspektiven zur experimentellen Untersuchung der mentalen Sprachverarbeitung in neurowissenschaftlichen Studien. Frühere Arbeiten, wie beispielsweise das „*rules-plus-memory model*“ von Pinker [Pin91], auf die sich das DP-Modell bezieht, gehen zwar von einer Unterscheidung zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Formen aus, setzen diese aber nicht in Relation zu den bei der Sprachverarbeitung ablaufenden neurobiologischen Vorgängen. In diesem Kapitel werden die in Verhaltensstudien ermittelten neurokognitiven Befunde erläutert, um einen Kontext für die Interpretation der im experimentellen Teil der Arbeit gewonnenen Ergebnisse zu schaffen.

Um die empirischen Studien von Ullman besser nachvollziehen zu können, soll zunächst ein kurzer Einblick in die funktionale Anatomie des Gehirns gegeben werden. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass je nach Publikation verschiedene Nomenklaturen verwendet werden. Die älteste Möglichkeit sind lateinische anatomische Bezeichnungen oder deren Übersetzungen. Die anatomische Einteilung des Gehirns basiert dabei lediglich auf Unterschieden in dessen organischer Struktur, eine Übersicht kann Abb. 3 entnommen werden. Die zweite Möglichkeit ist die Verwendung von funktionalen Bezeichnungen, die auf den Erkenntnissen aus experimentellen Verhaltensstudien basieren und auf die Verknüpfung der einzelnen Gehirnareale mit einer bestimmten mentalen oder motorischen Tätigkeit zurückzuführen sind. Eine besonders weite Verbreitung findet hier die Unterteilung des menschlichen Gehirns nach Brodmann. Obwohl das Gehirn anatomisch nicht bei jedem Menschen exakt gleich ausgeführt ist, lassen sich die für die Sprachverarbeitung zuständigen Gehirnregionen funktional lokalisierten [LCM72, S.82], [Amu+99]. Darüber hinaus werden oft alle mit einer bestimmten Kompetenz in Verbindung stehenden Bereiche des Gehirns unter einem Oberbegriff zusammengefasst: beispielsweise bezeichnet man alle Regionen, die für die Sprachverarbeitung von essentieller Bedeutung sind, als Sprachzentrum. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die anatomischen

Strukturen oder funktionalen Bereiche, die die Sprache unterstützen, sprachunspezifisch sind. Die Sprachverarbeitung wird vor allem mit den frontalen und temporalen Strukturen in Verbindung gebracht (siehe Abb. 3).

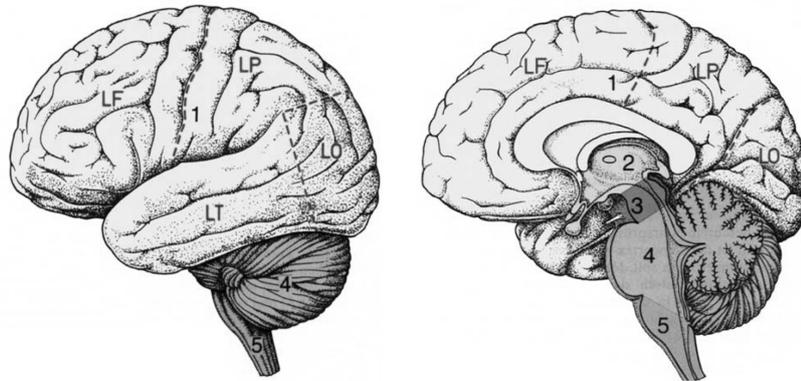
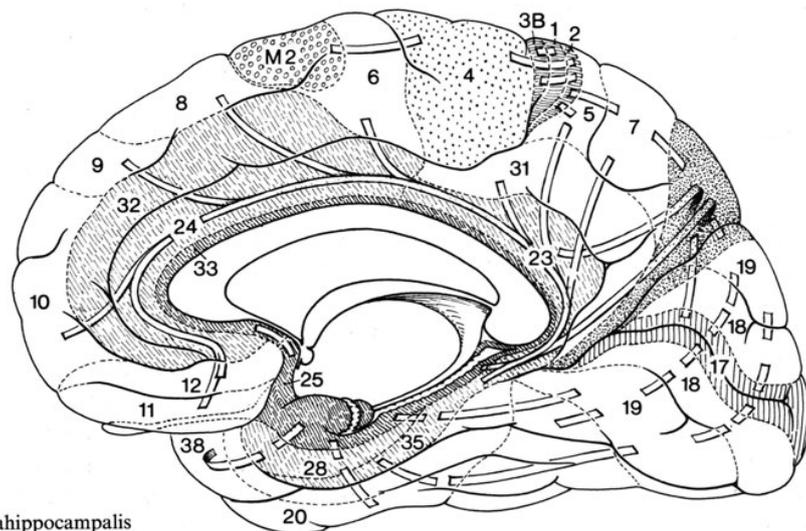
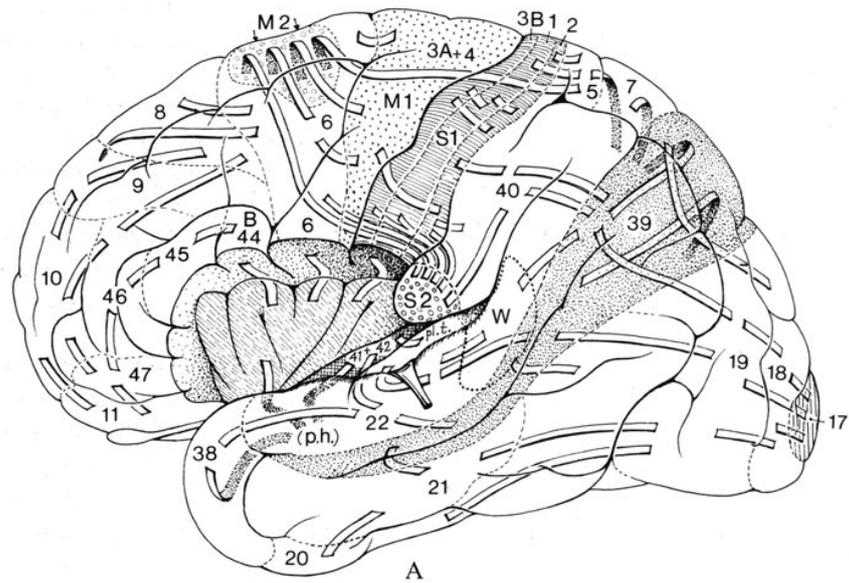


Abb. 3: Lateralansicht (links) und Medialansicht (rechts) der rechten Hirnhälfte. Das Gehirn wird in fünf größere Bereiche unterteilt, die Hirnrinde (auch „Cortex“ oder „Pallium“ genannt, 1), das Zwischenhirn („Diencephalon“, 2), das Mittelhirn („Mesenzephalon“, 3), das Hinterhirn („Metenzephalon“, 4) und das Nachhirn („Myelenzephalon“, 5). Das Großhirn selbst besteht aus vier Teilen, dem Frontallappen („Lobus frontalis“, LF), dem Parietallappen („Lobus parietalis“, LP), dem Okzipitallappen („Lobus occipitalis“, LO) und dem Temporallappen („Lobus temporalis“, LT). Das Hinterhirn wird in Kleinhirn („Cerebellum“) und Brücke („Pons“) aufgeteilt [AZ07] (siehe auch Abbildung 4).

Obwohl verschiedene Sichtweisen in der Literatur existieren, gehen die meisten Wissenschaftler von einer recht strikten funktionalen Trennung der einzelnen Gehirnareale aus. Die heutige funktionale Unterteilung des Gehirns in verschiedene Areale geht auf die Arbeiten von Franz Joseph Gall (1758-1828) zurück (siehe Abbildung 3 und 4), wobei die moderne funktionale Zuordnung nach Brodman weiter verbreitet ist. Für die Psycholinguistik sind insbesondere diejenigen Regionen des Gehirns interessant, die primär mit der mentalen Organisation der Sprache in Verbindung stehen. Laut Brodman sind es die Areale 23 (Wernicke-Areal) sowie 44 und 45 (Broca-Areal), die die Sprachverarbeitung neuronal realisieren.

Eine der Ersten, die wichtige Beiträge zur Identifikation der Sprachzentren leisteten, waren Carl Wernicke und Paul Broca. Diese zeigten mittels Untersuchungen an Patienten mit spezifischen Pathologien, dass bestimmte sprachliche Prozesse neuroanatomisch lokalisiert werden können. Lange Zeit waren solche sprachpathologischen Studien – durchgeführt an Patienten mit sprachlichen Auffälligkeiten in Folge einer Gehirnschädigung, beispielsweise durch eine gestörte arterielle Durchblutung des Gehirns – die einzige Möglichkeit, die unterschiedlichen Gehirnareale



p.h. Gyrus parahippocampalis
 pl.t. Planum temporale
 W Wernicke-Sprachzentrum

B

Abb. 4: Übersicht der Großhirnrinde („*Cortex cerebri*“, auch einfach Kortex genannt): (A) Lateralansicht, (B) Medianansicht. Durch unterschiedliche Raster sind hervorgehoben: der primäre visuelle und akustische Kortex, der paralimbische Assoziationskortex, die Insula und der limbische Kortex. S1 und S2 bezeichnen den primären und sekundären sensorischen, M1 und M2 den primären und sekundären motorischen Bereich [NVH91]. Für die Sprachverarbeitung sind vor allem das Wernicke- und das Broca-Areal (44/45) von besonderer Bedeutung.

bestimmten sprachlichen Prozessen zuzuordnen. Seit Operationen am Gehirn bei vollem Bewusstsein möglich geworden sind, kann die Sprachproduktion auch während chirurgischer Eingriffe untersucht werden. Pionierarbeit auf diesem Gebiet leisteten Penfield und Roberts [PR59], die durch gezielte Stimulationen in bestimmten Gehirnarealen bei Patienten die Sprachverarbeitung während solcher Eingriffe analysierten. Mit modernen bildgebenden Verfahren wie fMRI (siehe Kapitel 6) sind solche Studien mittlerweile auch nichtinvasiv möglich. Dies gilt auch für die Untersuchung der deklarativen und der prozeduralen Gehirnregionen, welche auf diese Weise lokalisiert werden konnten.

In einer Metastudie werteten Indefrey und Levelt [IL04] 82 bildgebenden Studien zur Wortproduktion aus um zu überprüfen, welche Bereiche des Gehirns für die Sprachproduktion zuständig sind. Die eigentlichen Sprachverarbeitungsprozesse werden demnach vorwiegend mit dem kortikalen und dem motorischen System in Verbindung gebracht, allerdings sind auch Teile der subkortikalen Systeme daran beteiligt. Laut Squire, Knowlton und Musen [SKM93] und Winocur und Moscovitch [WM90] sind diese auch bei der Aneignung neuer Fertigkeiten und allgemeinen kognitiven Fähigkeiten involviert.

Auf der Grundlage der Erkenntnisse von Gabrieli [Gab93], Graybiel [Gra95] und Schacter und Tulving [ST94] stellte Ullman [Ull05, S.149] seine für das DP-Modell grundlegende These auf, dass die deklarativen und die prozeduralen Systeme unterschiedlichen neuronalen Regionen zuzuordnen sind. Die superior-temporalen und die temporo-parietalen Regionen treten seiner Meinung nach auf neurologischer Ebene als Schaltstelle zwischen diesen beiden Gedächtnisformen auf [Ull05, S.149]. Die genaue Rollenverteilung zwischen der deklarativen und der prozeduralen Domäne scheint eine gewisse Flexibilität zu besitzen; im Falle einer Disfunktion in einem der beiden Systeme kommt es zu einer verstärkten Nutzung des anderen (hierauf wird später noch genauer eingegangen).

3.2.1. Das mentale Lexikon und das deklarative Gedächtnis

Das DP-Modell geht davon aus, dass das mentale Lexikon innerhalb der deklarativen Gedächtnisstrukturen realisiert ist [Ull01b, S.46]. Das deklarative Gedächtnissystem wird neuroanatomisch vorwiegend dem Temporallappen („*lobus temporalis*“) zugeordnet.

Zahlreiche Studien belegen, dass der Temporallappen bei der Speicherung von Wörtern aktiv ist; zudem zeigen sich Aktivierungen in den temporalen Regionen bei der Lösung von semantischen und lexikalischen Aufgaben. Gleichzeitig ist bekannt, dass krankheitsbedingte Schädigungen in diesem Bereich zu Problemen beim Lernen von

Wörtern und Fakten führen und die Bearbeitung von lexikalischen Aufgaben beeinflussen.

Betrachtet man die relevante Funktionalität des Gehirns, so wird der anatomisch bestimmte Temporallappen zu einem Element eines größeren Systems. Das gesamte mediale Temporallappensystem muss beim deklarativen Lernen, also bei der Darbietung und Wiederholung von bewussten Gedächtnisinhalten, aktiv sein, damit sich zwischen den verschiedenen Reizen, die während der Einprägung präsent sind, assoziative Verbindungen ausbilden können [Ull01a; GPD98]. Ullman [Ull06, S.98] unterstreicht, dass die zentralen Bereiche des Temporallappens für die Konsolidierung neuer Gedächtnisinhalte verantwortlich sind; er bezieht sich dabei auf die Arbeiten von Eichenbaum und Cohen [EC04] und Squire und Zola-Morgan [SZ91]: „*The medial temporal structures consolidate, and possibly retrieve, new memories* [EC04; MMB84; ST94; SZ91]“.

Der mediale Teil des Temporallappensystems, der für die Speicherung von deklarativen Inhalten eine große Rolle spielt, umfasst den Hippocampus (Gyrus dentatus, Cornu Ammonis, Subiculum) und den entorhinalen, perirhinalen und parahippocampalen Kortex [SZ91]. Der Hippocampus erhält über den entorhinalen Kortex Informationen aus allen Assoziationsfeldern des Neurokortexes sowie aus Teilen des limbischen Systems, vor allem dem Gyrus cinguli und dem orbitofrontalen Kortex sowie aus verschiedenen Regionen des Temporalkortexes. Infolge von Schädigungen des Hippocampus und des umgebenden Kortexes entstehen Probleme mit Erinnerungen (Fakten und Ereignisse) sowie beim Wiedererkennen von neuen Inhalten unter experimentellen Bedingungen [WM90; ST94; Squ04]. In solchen Fällen ist das explizite (deklarative) Gedächtnis stark beeinflusst, wohingegen andere kognitive Funktionen relativ ungestört ablaufen.

Der Hippocampus und der darüber liegende entorhinale Kortex verbinden die verschiedenen Repräsentationen der gesamten Umgebung zeitlich wie örtlich miteinander. Alle diese Verbindungen sind reziprok, d.h. der Hippocampus hat auch efferente Verbindungen zu den Assoziationskortexen, wo die eigentlichen Langzeitveränderungen während der Einprägung stattfinden. Eine Aktivierung in diesem Bereich ist vor allem dann notwendig, wenn neue Begriffe oder Sachverhalte gelernt werden müssen, da in einer solchen Situation neue (sprachliche) Inhalte, die bisher nicht assoziativ miteinander verbunden waren, miteinander verknüpft werden müssen. Sobald diese neuen Inhalte assoziativ verkettet sind, genügt zu einem späteren Zeitpunkt ein kleiner Teil der relevanten Information, um den gesamten Inhalt abzurufen. Deswegen zeigt sich insbesondere dann eine erhöhte Aktivität des Hippocampus, wenn Erinnerungen explizit abgerufen werden [SB01].

3.2.2. Die Grammatik und das prozedurale Gedächtnis

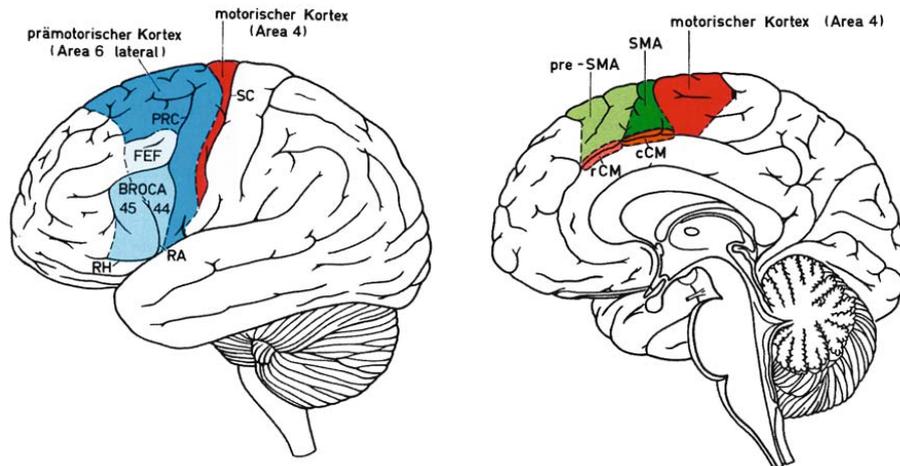


Abb. 5: Lateralansicht der Großhirnhemisphäre. Die wichtigsten motorischen Kortexarealen sowie das Broca-Sprachzentrum im unteren Abschnitt der dritten Stirnwindung sind hervorgehoben [AZ07] (siehe auch Abbildung 4).

Experimentell lässt sich nachweisen, dass mentale Abläufe, die nach einem regelhaften Muster geschehen, Aktivierungen in den Hirnregionen des prozeduralen Gedächtnisses hervorrufen. Dort wird aus der Sicht von Ullman auch das grammatische Wissen verarbeitet. Das prozedurale Gedächtnis kann als der Teil des Langzeitgedächtnisses definiert werden, welcher der sprachlich-bewussten Wahrnehmung nicht zugänglich und für den Erwerb von Regeln und festen Abläufen verantwortlich ist [Ull04; Fab99; GPD98]. Ullman [Ull01b, S.46] geht daher davon aus, dass die Verarbeitung der Grammatik mit Hilfe der frontalen Regionen und der Basalganglien vonstatten geht (diese Bereiche werden mit dem prozeduralen Gedächtnis in Verbindung gebracht). Mit Hilfe von bildgebenden Verfahren kann ein funktionaler Zusammenhang zwischen diesen Regionen und den bei der Sprachverarbeitung ablaufenden grammatischen Prozessen experimentell nachgewiesen werden (siehe Kapitel 6). Außerdem häufen sich grammatische Fehler und Fehler bei motorischen Handlungen im Falle einer anterioren Aphasie (Schädigung der linken frontalen Gehirnregionen). Die Erkrankung an Parkinson (einer Degeneration der frontalen Basalganglien) schlägt sich ebenfalls auf die Anwendung der Grammatik nieder. Belege für diese Zusammenhänge finden sich neben den Arbeiten von Ullman [Ull04; Ull+97] auch bei Squire und Zola-Morgan [SZ91].

Neuroanatomisch gesehen basiert das prozedurale Gedächtnis hauptsächlich auf den Gehirnstrukturen außerhalb des mittleren Temporallappens und wird von den Basalganglien unterstützt, die mit dem frontalen Kortex (zu dem auch das Broca-Areal

gehört) verbunden sind [SKM93; SSC04; Ull04]. Das Broca-Areal (inferiore Regionen des Frontallappens) spielt für das Erlernen von Sequenzen mit hierarchischen Strukturen eine besondere Rolle. Für die Verarbeitung von symbolisch-analytischen Informationen sind dagegen das Wernicke-Zentrum (die hinteren und unteren Parietallappen) zuständig [Ull04, S.243]. Das Broca-Areal ist somit für die mentale Grammatik wichtig, das Wernicke-Zentrum für das deklarative Gedächtnis. Die Basalganglien sowie die SMA („*supplementary motor area*“) dienen der Verarbeitung von Bewegungsabläufen sowie dem unbewussten Erwerb neuer Regeln und Verhaltensweisen [Ull01a]; diese Regionen sind somit auch für die Motorik der mündlichen Sprachproduktion unabdingbar. Auch dem Cerebellum wird eine wichtige Funktion für die Kontrolle und Steuerung von Bewegungsabläufen beigemessen. Desweiteren gehören zum prozeduralen Gedächtnis die unteren inferior-parietalen Regionen des Gehirns, hier vermutet Ullman [Ull04] den Wissensspeicher für regelhafte Fähigkeiten und Verhaltensweisen.

Generell kann die Sprachverarbeitung in Sprachwahrnehmung und Sprachproduktion unterteilt werden, die jeweils leicht unterschiedliche Aktivierungsmuster aufweisen [Ull05]: „*Ventrolateral prefrontal cortex underlies the retrieval or selection of lexical representations stored in the temporal brain regions, while portions of the right cerebellum may underline searching for that knowledge. Thus these frontal and cerebellar structures may be less important in receptive than in expressive language.*“. In Studien zur Vergangenheitsbildung können diese beiden mentalen Prozesse allerdings nicht getrennt untersucht werden, wie es im weiteren noch erläutert wird.

3.3. Patholinguistische Befunde

Ein großer Teil der grundlegenden Erkenntnisse auf dem Gebiet der Neurolinguistik stammen aus Untersuchungen mit sprachpathologischen Patienten. Der Vergleich von Symptomen und Verletzungen liefert viele Erkenntnisse über den strukturellen Aufbau des Gehirns und insbesondere der Sprachverarbeitung [Ell85]. Auf Grund ihrer hohen Relevanz für die medizinische Forschung werden Sprachstörungen, welche auf Läsionen zurückzuführen sind, seit einiger Zeit dokumentiert und experimentell untersucht; sie hatten einen großen Einfluss auf die dem DP-Modell zugrunde liegenden Annahmen. Laut Ullman et al. [Ull+97, S.266] zeigen entsprechende Studien Hinweise darauf, dass grammatische Prozesse mit dem linken frontalen Kortex, insbesondere dem Broca-Areal assoziiert sind, während das lexikalische Gedächtnis vor allem auf dem linken temporalen und parietalen Kortex basiert.

Bis in die 1990er Jahre hinein lag bei Untersuchungen von Sprachstörungen der Schwerpunkt auf Aphasien. Bereits in den ersten dieser Studien mit Sprachpatienten stellte sich heraus, dass eine Unterversorgung des Broca-Areals vorwiegend zu grammatischen Fehlern führt, während eine Verletzung im Wernicke-Areal verstärkt lexikalische Fehler hervorruft [Ull+97; PW12]²⁶. Patienten mit **Wernicke-Aphasie**, also einer Schädigung im Bereich der oberen Windungen des linken Temporallappens (posteriore Aphasie), bilden zwar weitgehend grammatisch richtige, aber oft inhaltslose Sätze. Sie verfügen über einen flüssigen Redefluss, wogegen sich das Verständnis oder das Wiederholen von vorgesprochenen Sätzen für sie als nahezu unmöglich erweist. Diese Probleme mit dem Wortschatz lassen sich auf Läsionen in den posterioren Regionen zurückführen, in denen daher nach Ullman wesentliche Teile des mentalen Lexikons anzusiedeln sind: „*Posterior Aphasia is associated with word-finding deficits, particularly with content words such as verbs and nouns, in the absence of salient impairments in the articulation and syntactic structure of speech. It generally occurs with lesions (e.g., from strokes) in left temporal or temporo-parietal areas [Goo93]*“ [Ull+97, S.269]²⁷.

Umgekehrt verwenden Patienten mit **Broca-Aphasie** (anteriore Aphasie) inhaltlich bzw. thematisch sinnvolle Wörter, sie sind aber nicht in der Lage, grammatische Konstruktionen richtig einzusetzen: „*Anterior Aphasia is characterized by ‘agrammatism’ (omission or misuse of grammatical morphemes, and difficulty understanding sentences) and articulation problems, while access to content words such as verbs and nouns is often relatively spared. It is associated with lesions to Broca’s area and adjacent left frontal perisylvian cortex, plus underlying white matter and the basal ganglia, though many patients diagnosed with anterior aphasia have much larger lesions*“ [Ull+97, S.273]²⁸.

Ullman et al. [Ull+97] nutzten einen Sprachtest, um die Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben, unter anderem bei Patienten mit Broca- und Wernicke-Aphasie, zu untersuchen. Darüber hinaus wurden in dieser Studie auch Daten von folgenden Probandengruppen erhoben: Alzheimer-Patienten, welche Schädigungen durch Neurofibrillen im medio-temporalen Kortex erlitten und zu Fehlern bei unregelmäßigen Verben neigten; Parkinson-Patienten mit Schädigungen der Basalganglien, diese zeigten eine Veranlagung zur fehlerhaften Produktion von künstlichen und regelmäßigen Verben; Huntingtonpatienten mit Schädigungen im

²⁶Unter einer Broca- bzw. Wernicke-Aphasie versteht man eine Läsion der entsprechenden Areale, siehe Abbildung 4.

²⁷Allerdings gibt es zu dieser Beobachtung auch kritische Anmerkungen. Penke und Wimmer [PW12] deuteten darauf hin, dass Patienten mit gestörten semantischen Prozessen, die in einer experimentellen Studie viele Fehler bei der Bildung von regelmäßige Formen und Verbstämmen machen, in einer natürlichen Gesprächssituation nicht im gleichen Maße dazu neigen [Cor+06].

²⁸Ein weiteres, in der englischen Literatur nicht so oft thematisiertes Charakteristikum der grammatisch inkorrekten Sprachproduktion von Broca-Aphasiker sind Probleme mit der Flexion.

Bereich der Basalganglien, diese neigten zur übermäßigen Anwendung von grammatischen Regeln. In der Studie wurden die Patienten gebeten, eine gekennzeichnete Lücke in einer Reihe von Sätzen auszufüllen. In manchen Sätzen mussten die Patienten regelmäßige, in anderen unregelmäßige Verben einsetzen. Bei der Fehleranalyse wurde auf Übergeneralisierungen, Mehrsuffigierungen und doppelte Markierungen geachtet. Andere äußere Faktoren wie der Schwierigkeitsgrad und der Umfang der Fragen waren bei beiden Verbgruppen gleich: „*We tested this memory rule dissociation by devising a task based on a simple linguistic system in which reliance on grammar and lexicon differs, while other factors are held constant. Regular (look-looked) and irregular (dig-dug) past tense forms of verbs are well matched in complexity (one word), syntax (tensed), and meaning (past)*“ [Ull+97, S.267]. Jede Aufgabe wurde auf einem separaten Blatt dargeboten und dem kritischen Satz ging immer ein Satz im Präsens voraus: „*Patients and control subjects read aloud randomly ordered sentence pairs, filling in the blank, such as: Everyday I dig a hole. Just like every day, yesterday I _____ a hole. Twenty sentence pairs contained irregular verbs, 20 contained regular verbs, and 20 contained novel verbs*“ [Ull+97, S.268].

Die Alzheimer-Patienten machten in dieser Studie mehr Fehler bei unregelmäßigen Verben, da die Verletzungen des medialen Temporallappensystems die Funktion des deklarativen Gedächtnisses einschränken. Die Patienten mit Parkinson wiesen dagegen erhebliche Probleme im Bereich des prozeduralen Gedächtnisses auf: „*Parkinson’s Disease (PD) is associated with degeneration of dopaminergic neurons in the basal ganglia (substantia nigra), which causes high levels of inhibition of motor and other frontal cortical areas to which the basal ganglia circuits project. This is thought to explain the suppression of movements in PD patients (hypokinesia)*“ [Ull+97, S.269]. Parkinson ruft eine Degeneration der Basalganglien hervor. Es liegt somit die Vermutung nahe, dass sich Parkinson (wenn überhaupt) eher auf die Anwendung von grammatischen Regeln auswirken sollte als auf die, nach dem DP-Modell als eigenständige Einträge gespeicherten, unregelmäßigen Verben. Dies konnte in der Studie bestätigt werden: „*Across the 28 patients, right-side hypokinesia (irrespective of left-side hypokinesia) correlated significantly with difficulties producing regular verbs, and with difficulties producing novel verbs, but not with difficulties producing irregular verbs*“ [Ull+97, S.272].

Allerdings sind die für fünf englischsprachige Patienten vorgelegten Zahlen aufgrund der recht geringen Unterschiede in den Fehlerraten für regelmäßige und unregelmäßige Past Tense Formen nicht völlig eindeutig (bei insgesamt 85% der regelmäßigen Verben wurden Vergangenheitsformen mit -ed gebildet, im Vergleich waren dagegen 88% der unregelmäßigen Vergangenheitsformen korrekt). Zudem wurden bei insgesamt 92% der getesteten Kunstverben das Past Tense mit der regelmäßigen Endung -ed gebildet. Die hohe Zahl der korrekten Anwendung für regelmäßige Ver-

ben und die Fähigkeit, den Suffix *-ed* produktiv anzuwenden, sprechen gegen starke Defizite im Bereich der regelmäßigen Flexion. Auch Penke et al. [Pen+05] stellten in einer Untersuchung mit zehn deutschsprachigen Patienten mit Parkinson fest, dass die Verletzungen der Basalganglien (welche durch Parkinson ausgelöst werden) keine kritischen Auswirkungen auf die Bildung von regelmäßigen Partizipien und die Pluralflexion im Deutschen haben.

Bei den Aphasie-Patienten war das Bild jedoch eindeutig. Der Patient mit Broca-Aphasie zeigte in der Studie größere Probleme mit regelmäßigen Verben, wohingegen er die Vergangenheit von unregelmäßigen Formen deutlich besser zuordnen konnte: „*We tested one agrammatic anterior aphasic whose lesion included frontal cortex and the basal ganglia but spared temporo-parietal and temporal regions [...] As predicted, he was better at inflecting irregular verbs than regular verbs; the difference between means was statistically significant*“ [Ull+97, S.273]. Beim Patienten mit Wernicke-Aphasie zeigte sich ein invertiertes Bild. Er wendete die grammatischen Regeln konsequent an und neigte sogar zu Übergeneralisierungen: „*We tested one posterior aphasic with a temporo-parietal lesion sparing frontal cortex and the basal ganglia, as well as medial temporal regions [...] As predicted, he produced regulars, which are ruledependent, more reliably than irregulars, which are memorydependent [...] He also did well with novel verbs, and overregularized frequently*“ [Ull+97, S.269]. Diese beiden Patienten bestätigen somit die Funde anderer Studien²⁹.

Kritik an Studien mit Sprachpatienten

Die Ergebnisse von sprachpathologischen Studien sind nicht einfach zu interpretieren. Durch körperliche und mentale Einschränkungen der Patienten kann bereits die Formulierung der Aufgabe und die Übermittlung der experimentellen Anweisung einen Einfluss auf den eigentlichen Test ausüben. In der Fachliteratur findet man vielfach Hinweise darauf, dass die meisten Patienten mit Aphasien keine Denkstörungen aufweisen und nur ihre Fähigkeit beeinträchtigt ist, ihre Gedanken sprachlich zu formulieren sowie Mitteilungen rasch und richtig zu verstehen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass das während der Anweisung vorgegebene Beispiel als Muster für den Verlauf des Experiments dominant erhalten bleibt und es daher zu Fehlern in der Versprachlichung kommt, die im natürlichen Redefluss nicht auftreten würden. Die meisten publizierten Studien geben keine detaillierten Informationen über die Art und Weise der experimentellen Abläufe bekannt.

Neben den Anweisungen ist auch die eigentliche Durchführung des Experimentes und die Aufzeichnung der Antworten problematisch. In vielen Studien erhalten die

²⁹ Auf Grund des schwerwiegenden Krankheitsbildes ist die Anzahl an Probanden in allen solchen Studien sehr gering.

Probanden nicht nur am Anfang der Aufnahmen eine Anweisung, sie werden vielmehr oft während des Experiments an die gestellte Aufgabe erinnert und dazu motiviert, dieses fortzusetzen. Durch die daraus resultierende eher unnatürliche Situation und eine mögliche Voreingenommenheit des Versuchsleiters können die Ergebnisse zusätzlich verfälscht werden. Außerdem ist zu beachten, dass viele Sprachpatienten neben ihren eigentlichen, die Sprache betreffenden Problemen, zusätzlich über eine beeinträchtigte Motorik verfügen. Aus diesem Grund sind mehrere in der Psycholinguistik weit verbreitete experimentelle Methoden wie Reaktionszeitmessungen kaum sinnvoll einsetzbar. Bei der Interpretation der klinischen Befunde muss immer die eingeschränkte physische Verfassung der Patienten während der Teilnahme an einem linguistischen Experiment berücksichtigt werden, wobei die Trennung zwischen primären und sekundären Effekten oft nicht eindeutig vorgenommen werden kann. Auch das allgemeine Wohlbefinden der Patienten kann eine Auswirkung auf das Ergebnis der Studie haben, krankheitsbedingte Konzentrationschwächen können die Ergebnisse verfälschen. Eventuell verliert der Patient durch seine Schädigung lediglich die Möglichkeit, eine morphologische Regel generell oder während des Experimentes zu nutzen.

Die Annahmen des DP-Modells basieren unter anderem auf den geschilderten patholinguistischen Befunden. In der Literatur finden sich viele kritische Anmerkungen zu Studien mit Sprachpatienten; die Frage, in wie weit Sprachfehler herangezogen werden können, um die natürliche Sprachproduktion zu verstehen, wird von verschiedenen Autoren diskutiert [SD97; Poe04]. Ein Hauptgrund für die Kritik ist die Tatsache, dass die Sprachpatienten keine homogene Gruppe darstellen, jede Verletzung ist individuell und es lassen sich daher nur schwer systematische Studien durchführen. Dies erschwert die Interpretation der gewonnenen Daten. Bei der Reflexion der experimentellen Ergebnisse muss man stets beachten, dass die meisten getesteten Patienten komplexe Verletzungsmuster aufweisen, ein Umstand, der die Zuordnung von Symptomen und Verletzungen erschwert. Wie auch die Studie von Hillis et al. [Hil+02] zeigt, müssen bei der Deutung der Befunde immer auch die Mitverletzungen in anderen kortikalen Regionen berücksichtigt werden. Die Datenlage ist daher nicht eindeutig, die Studie von Longworth et al. [Lon+05] beispielsweise konnte den Zusammenhang zwischen einer stratalen Disfunktion und der Fähigkeit, regelmäßige Vergangenheitsformen zu bilden, bei Aphasien nicht bestätigen. Auch Penke [Pen06, S.200] unterstreicht, dass ihre Studie nur wenige Hintergrundinformationen zu den einzelnen Patienten einbezieht, die Klassifikation der Patienten basiert lediglich auf einem kurzen Arztbericht. Es kann daher nicht völlig ausgeschlossen werden, dass bei den untersuchten Patienten noch kompliziertere Läsionen vorlagen, welche die Ergebnisse beeinflussen.

Ein weiterer problematischer Punkt ist die Replizierbarkeit von patholinguistischen Befunde, da sich die Krankheitsbilder selten exakt wiederholen. Die Existenz

von individuellen Unterschieden zeigte sich beispielsweise in der von Faroqi-Shah und Thompson [FT07] durchgeführten Metaanalyse von Studien an Patienten mit Broca-Aphasie. Auf Grund der Tatsache, dass nur eine begrenzte Auswahl an Probanden für Studien mit Aphasikern zur Verfügung stehen, ist es schwer, eine Gruppe von vergleichbaren Patienten zu finden. Eine einfache Analyse der gewonnenen Daten ist daher kaum möglich und manche Schlussfolgerungen erweisen sich bei der Betrachtung von weiteren Fällen als nicht haltbar. So zeigte Krashen [Kra81], als er die von Lenneberg, Chomsky und Marx [LCM72] untersuchten Aphasie-Fälle erneut betrachtete, dass die Ergebnisse von den Autoren wahrscheinlich falsch interpretiert wurden.

Auch die von Ullman durchgeführten Studien werden von verschiedenen Seiten kritisiert. In vielen Fällen richtet sich die Kritik gegen die für das DP-Modell grundlegende Annahme, dass bei einer Broca-Aphasie selektiv die regelmäßige Flexion beeinträchtigt ist (bei einer Wernicke-Aphasie entsprechend die unregelmäßige Flexion). Nach Ansicht mancher Kritiker ist die stärker ausgeprägte Störung der regelmäßigen Flexion bei einer Broca-Aphasie, die in den oben genannten Studien beobachtet wurde, ein Artefakt, das beispielsweise durch die unterschiedliche phonologische Komplexität zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen englischen Past Tense Formen hervorgerufen wird. Auf Grund der durch die Affigierung entstehenden wortfinalen Konsonanten-Cluster sind viele regelmäßige Formen phonologisch komplexer als unregelmäßig flektierte (vgl. *walk-walked* und *run-ran* [Bur02]).

In einer Reihe von Studien konnte zudem belegt werden, dass eine selektive Beeinträchtigung der regelmäßigen Flexion im Falle einer Broca-Aphasie nicht unbedingt alle Sprachen und alle Aspekte der Grammatik betrifft. So fanden sich bei der regelmäßigen Partizipflexion des Deutschen [PJK99] und des Niederländischen [Pen06] keine selektiven Defizite: „Ob es zu selektiven Defiziten der regelmäßigen Flexion bei Broca-Aphasie kommt, könnte folglich sowohl sprachspezifisch als auch von systemspezifischen Eigenschaften verschiedener Flexionsysteme abhängig sein“ [Pen06, S.103]. Trotz der Kritik von Penke [Pen06] an der Studie von Ullman et al. [Ull+97] stellt sie in ihrer Arbeit aber nicht die grundlegenden Annahmen des DP-Modells hinsichtlich der Einbindung des Langzeitgedächtnisses in Frage.

Sieht man selektive Defizite bezüglich der regelmäßigen und unregelmäßigen Flexion auf Grund der großen Datenlage als experimentell erwiesen an, so stellt sich als nächstes die Frage, ob sich daraus zwangsläufig die Ansicht des DP-Modells ableiten lässt, dass zwei getrennte mentale Routen existieren, die auf unterschiedlichen neuronalen Strukturen basieren. Da das Auftreten von dissoziierten Störungen prinzipiell auch in anderen Systemen möglich ist, bietet das Vorliegen von selektiven

Defiziten nicht zwangsläufig eine Evidenz für distinkte mentale Repräsentationen. Laut Penke [Pen06, S.194] lässt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Annahme Ullmans, dass für die regelmäßigen Verben die frontalen Kortexareale der linken Hemisphäre (insbesondere das Broca-Areal) zuständig sind, während die unregelmäßigen Formen in den temporo-parietalen Kortexarealen der linken Hemisphäre gespeichert sind, mit den existierenden Studien nicht eindeutig belegen: *„Trifft der hier vorgeschlagene Erklärungsansatz zu, dann wären Probleme mit der (regelmäßigen) Flexion im Englischen also nicht durch ein Defizit in der Regelkomponente der Grammatik verursacht, die laut Pinker [Pin99] und Pinker und Ullman [PU02] auch die regelmäßige Flexion leistet. Sie wären vielmehr Folge der Bemühungen, mit einem beeinträchtigten Sprachsystem zumindest Produktion und Verarbeitung der bedeutsamsten sprachlichen Elemente zu leisten. Da der Flexion im Englischen insgesamt relativ wenig Bedeutung in der Sprachverarbeitung zukommt, wird sie dementsprechend häufiger ausgelassen.“*

Die Interpretation der neurolinguistischen Daten, auf denen das DP-Modell basiert, klammert außerdem den Bereich des Kurzzeitgedächtnisses aus. Bei zahlreichen neurologischen und psychologischen Erkrankungen treten neben Schädigungen des Langzeitgedächtnisses auch Defizite in den Bereichen Aufmerksamkeit und Kurzzeitgedächtnis auf, insbesondere bei Erkrankungen, die den präfrontalen Kortex und die mit ihm verbundenen subkortikalen Areale betreffen. Patienten mit Morbus Parkinson zeigen beispielsweise Defizite im Bereich des visuell-räumlichen Kurzzeitgedächtnisses [Owe+98]; zu ähnlichen Ergebnissen kommen Studien an Patienten mit Morbus Huntington und Morbus Alzheimer [Bad+91] (auch Aufmerksamkeitsstörungen sind dokumentiert [PH99; BM88]). Es stellt sich somit die Frage, inwieweit diese Beeinträchtigungen des Kurzzeitgedächtnisses die Sprachproduktion beeinflusst.

3.4. Analyse des DP-Modells aus linguistischer Perspektive

Nachdem die grundlegenden Annahmen und Aussagen des DP-Modells zusammengefasst worden sind, soll nun auf einige Schwachstellen und Kritikpunkte näher eingegangen werden. Unter allen Sprachen ist das Englische in der psycholinguistischen Forschung am weitesten verbreitet, die Gründe dafür sind in Kapitel 2.1 ausführlich dargelegt [Han89]. Auch das DP-Modell von Ullman basiert im Wesentlichen auf den Erkenntnissen aus Studien zum englischen Past Tense. Die Annahme einer unterschiedlichen psychophysiologischen Repräsentation von regelmäßigen und unregelmäßigen Formen ist daher vor allem für diese Kategorie untersucht worden.

Aus linguistischer Sicht stellt sich nun die Frage, ob diese Annahmen für alle flektierenden Sprachen gelten – deshalb ist, wie in Kapitel 1 erläutert, das Deutsche als vergleichende Untersuchungssprache wegen seiner großen Parallelen zum Englischen interessant – und welche Konsequenzen sich ergeben, wenn ein L2-Sprecher aus seiner Muttersprache solche Dualität in einer Kategorie nicht kennt (dies trifft auf die russische Vergangenheitsbildung zu). Im Englischen existiert nur ein Kriterium, an Hand dessen sich eine regelmäßige und eine unregelmäßige Form im Past Tense unterscheiden, die Markierung durch einen funktionalen Affix. Dies ist auch in den hier untersuchten Sprachen der Fall, die regelmäßige Bildung erfolgt mit Hilfe des Affixes *-л* im Russischen und *-te* im Deutschen. Bei der Analyse einer grammatischen Regel muss aber immer beachtet werden, dass manche Marker funktional für verschiedene Kategorien eingesetzt werden; während der englische Affix *-ed* ausschließlich bei Verben verwendet wird, spielt der Affix *-te* im Deutschen auch bei der Bildung des Superlativs der Adjektive eine Rolle.

Bis auf wenige suppletive Formen zeichnen sich die im Englischen existierenden unregelmäßigen Vergangenheitsformen durch ihre Zugehörigkeit zu einer Ablautreihe aus. Gerade weil es innerhalb der sogenannten unregelmäßigen Verben in vielen Sprachen oft mehrere Untergruppen gibt, die wie bei einer Ablautreihe einem einheitlichen Muster folgen, akzeptieren nicht alle Forscher die Anwendung des Begriffs der Dualität auf diese Kategorie. In den meisten Sprachen ist ausschließlich die regelmäßige Bildung produktiv; diese Auffassung wird auch von Ullman im Rahmen des DP-Modells proklamiert. Allerdings kann in manchen Sprachen auch der Ablaut produktiv sein, nicht alle Aspekte des DP-Modells lassen sich daher unmittelbar auf andere Sprachen übertragen.

Die hier betrachteten Sprachen unterscheiden sich im Bezug auf die existierenden Ausnahmen stark voneinander. Das Deutsche kennt neben den regelmäßigen auch zahlreiche unregelmäßige Verben, die größtenteils eine hohe Frequenz aufweisen. Im Russischen sind die wenigen Ausnahmen alleine durch die Dominanz einer phonologischen Regel festgelegt (manche durch die Regel erzeugten Lautkombinationen sind untypisch für die russische Aussprache). Zu der Zeitkategorie des englischen Past Tense existieren somit äquivalente Kategorien in anderen Sprachen, deren formale Realisierung sehr unterschiedlich ausfällt. Die Aussagen des DP-Modells können daher nur auf solche Kategorien angewendet werden, die eine große strukturelle Ähnlichkeit mit dem englischen Past Tense aufweisen.

Aus der Sicht des DP-Modells sind alle Ausnahmen von einer Regel zunächst als gleichwertig zu erachten, die entsprechenden unregelmäßigen Formen existieren als unabhängige lexikalische Einheit, deren mentale Speicherung gleichwertig mit der des Grundlexems ist. Die Existenz von Ablautreihen widerspricht aber aus linguistischer Sicht dieser Auffassung, da es sich bei einem Ablaut um die Veränderung

des sinntragenden Morphems handelt, die aber durchaus (phonologisch) von der Grundform abgeleitet werden kann.

Ullmans Auffassung von Regelmäßigkeit unterscheidet sich auch in anderen Punkten teilweise von der anderer Autoren. Klein [Kle05, S.11] schreibt beispielsweise: „*Die grammatischen Regeln werden traditionell in morphologische und syntaktische unterteilt, je nachdem, ob sie innerhalb eines Wortes oder zwischen Wörtern operieren. Es gibt eine Reihe von Grenzfällen, ebenso wie es eine Reihe von Grenzfällen zwischen Lexemen und zusammengesetzten Einheiten gibt. Dies berührt aber nicht das Prinzip*“.

Diese Trennung zwischen Morphologie und Syntax wird von Ullman zwar in einigen Arbeiten erwähnt, in seiner Modellbeschreibung und bei der Wahl seiner experimentellen Paradigmen wird sie jedoch nicht konsequent beachtet. Obwohl das DP-Modell lediglich eine morphologische Erscheinung zu erklären versucht, muss in einer Studie auch der Einfluss der Syntax auf die Sprachverarbeitung berücksichtigt werden. In den meisten experimentellen Arbeiten zum DP-Modell wurden die Probanden mit ganzen Sätzen konfrontiert. In einem solchen Paradigma ist nicht a priori klar, dass die bei der Sprachwahrnehmung ablaufenden syntaktischen Prozesse keinen Einfluss auf die gemessenen Aktivierungsmuster im Sprachzentrum ausüben.

In seinen Ausführungen sieht Ullman große Parallelen zwischen den mentalen Sprachprozessen, die bei der morphologischen und der syntaktischen Verarbeitung ablaufen; jede Form von Regelmäßigkeit in der Sprache ist für ihn mit einer Aktivierung des prozeduralen Gedächtnisses verbunden. Dennoch steuern aus grammatischer Sicht verschiedene syntaktische Regeln mehrerer phonologische und morphologische Subprozesse, die auf Beziehungen zwischen verschiedenen Wörtern im Satz zurückzuführen sind. Das deklarativ-prozedurale Modell geht nicht auf die hierarchischen Strukturen ein, die für die Lösung solcher Aufgaben vorhanden sein müssen.

Aus grammatischer Sicht ist die Sprache ein regelbasiertes System. Unklar ist jedoch, wie tief die sprachlichen Regeln in die Organisation des Langzeitgedächtnisses eingreifen und auf welche Weise sie bei der Bildung der Wortformen beteiligt sind. Sowohl die grammatischen Regeln als auch die Einträge des mentalen Lexikons werden nach heutigen Erkenntnissen im Langzeitgedächtnis gespeichert, unklar ist aber, wie das Langzeitgedächtnis genau strukturiert ist und welche Rolle die unterschiedlichen Gedächtnisdomänen (deklarativ und prozedural) spielen.

Das deklarative Gedächtnis und das mentale Lexikon weisen genauso wie das prozedurale Gedächtnis und die mentale Grammatik zentrale gemeinsame Eigenschaften auf; ihre jeweilige Verknüpfung durch das DP-Modell ist daher als grundlegen-

des Ordnungsprinzip sehr plausibel. Ullman geht davon aus, dass die Vergangenheitsform eines regelmäßigen Verbs nicht im mentalen Lexikon vorliegt und daher zwangsläufig durch die Anwendung einer mentalen Regel gebildet werden muss. Dies führt dazu, dass alle finiten Formen obligatorisch und einheitlich markiert werden. Diese Sichtweise ist weit verbreitet, beispielsweise behauptet Anderson [And92], dass eine Form, die grammatikalisch durch die Zusammensetzung von Stamm und Suffix entsteht, immer auf eine Regel zurückzuführen ist, die sich auf den Stamm bezieht.

Die im DP-Modell gezogene Parallele zwischen lexikalischem und grammatischem Wissen und der deklarativen und prozeduralen Form des Langzeitgedächtnisses wird allerdings auch von einigen Autoren kritisiert, die alternative Erklärungen nicht ausschließen. Ullman selbst hält es durchaus für möglich, dass auch eine regelmäßige Wortform getrennt im mentalen Lexikon gespeichert vorliegt, sofern ihre Frequenz ausreichend hoch ist [Ull01c]. Diese Aussage lässt sich aber nicht so ohne Weiteres überprüfen, da es kaum eine Sprache gibt, in der ausreichend viele regelmäßige und unregelmäßige Formen mit gleicher Frequenz existieren. Die genaue Rolle des Frequenzeffektes bei der mentalen sprachlichen Organisation ist daher schwierig zu bestimmen (auf den Frequenzeffekt wird später in Kapitel 5 noch näher eingegangen) [Fie+02; Fie+99; Rai+94].

Alle hier genannten Punkte schränken die Aussagekraft des DP-Modells insbesondere für Kategorien, die vom englischen Past Tense strukturell stark abweichen, ein. Um die Frage nach der Universalität der dualen Sprachorganisation zu beantworten, sind daher sprachvergleichende Studien unabdingbar.

3.5. Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der in diesem Kapitel diskutierten Erkenntnisse sollen abschließend die Schlüsselpositionen des DP-Modells von Ullman zusammengefasst werden. Das DP-Modell gehört zur Gruppe der im vorherigen Kapitel eingeführten dualen Modelle, die eine getrennte mentale Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben postulieren; es basiert wesentlich auf den im Rahmen der Past Tense Debatte durchgeführten Studien. Der Ansatz von Ullman verbindet existierende linguistische Theorien mit den Erkenntnissen der Neurowissenschaften, er berücksichtigt sowohl strukturelle als auch dynamische Aspekte der Sprachverarbeitung. In seinen Arbeiten unterstreicht Ullman mehrfach, dass komplexe Gedächtnisleistungen die funktionale Grundlage der Sprache bilden und dass die Verflechtung von lexikalischem und grammatischem Wissen von großer Bedeutung für die natürliche Sprachverarbeitung ist. Ullman geht davon aus, dass die regelmäßige Verbformbildung auf dem prozeduralen und die unregelmäßige auf dem deklarati-

ven Gedächtnis basiert. Es existieren somit in der Sprachverarbeitung aus seiner Sicht zwei prinzipiell unterschiedliche Routen, die auch experimentell nachgewiesen werden können. Laut dem DP-Modell bilden regelmäßige und unregelmäßige Verben unterschiedliche Arten von mentalen Informationen, die entsprechende Korrelate in der neuronalen Verarbeitung aufweisen.

Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass eine solche idealisierte strikte Trennung der Sprachverarbeitung in deklarative und prozedurale Bereiche nur ein grundlegendes Konzept des Modells darstellt, welches in dieser reinen Form nicht existiert. Sowohl regelmäßige als auch unregelmäßige Verben erfordern den Zugriff auf lexikalische Informationen, welche im mentalen Lexikon und folglich im deklarativen Gedächtnis gespeichert sind. Wie die in einem Reizwort kodierte Information verwendet wird um die einzelnen lexikalischen Elemente im Gedächtnis zu identifizieren ist bisher weitgehend ungeklärt. Da während der Sprachverarbeitung beide Gedächtnisdomänen benötigt werden, treten diese notwendigerweise in Interaktion. Im Laufe der Zeit kann sich deklaratives Wissen durch stetige Wiederholungen automatisieren und prozedurale Bereiche können mit oft auf sie zurückgreifenden deklarativen Inhalten verknüpft werden [Ull06]. So hält es Ullman beispielsweise für möglich, dass auch frequente regelmäßige Wortformen getrennt im mentalen Lexikon gespeichert vorliegen.

Abschließend muss festgehalten werden, dass die von Ullman postulierte Dualität zwischen prozeduralen und deklarativen Vorgängen sich auf komplexe mentale Prozesse bezieht, die bislang lediglich zum Teil verstanden sind; alternative Interpretationen können daher nicht ausgeschlossen werden. Obwohl alle Gehirnregionen bekannt sind, die bei der Ausführung der komplexen morphologischen Prozesse eine Rolle spielen, ist bisher nicht im Detail geklärt, welche Rolle ihnen bei der Sprachproduktion im Detail zufällt [FT07]. Viele der hier angesprochenen Studien legen jedoch die grundlegende Richtigkeit des DP-Modells nahe [WH07; FZ08].

4. Spracherwerb in der L1 und der L2 aus der Sicht der Psycho- und Neurolinguistik

Vor dem Hintergrund seines deklarativ-prozeduralen (DP) Modells, das bereits im vorherigen Kapitel thematisiert wurde, diskutiert Ullman auch die Prozesse des Spracherwerbs und der Sprachverarbeitung in der L2 [Ull04; Ull05]. In seinen Arbeiten geht Ullman allerdings nur sehr rudimentär auf die psycholinguistischen Grundlagen des Zweitspracherwerbs ein. Für eine genaue Analyse der Aussagen des DP-Modells zur Sprachproduktion in der L2 ist es daher sinnvoll, die Arbeiten anderer Forscher heranzuziehen. Aus diesem Grund wird hier, basierend auf den Arbeiten von Klein, eine Einführung in die psycholinguistischen Grundlagen der Spracherwerbsforschung gegeben. Beide Autoren erforschen, wie sich bestimmte Faktoren wie Alter, Stand der allgemeinen Entwicklung, Frequenz und Intensität der Übung auf den L1- und den L2-Spracherwerb auswirken. Während Klein eher auf die psycholinguistischen Aspekte des Spracherwerbs in der L2 eingeht, beschreibt Ullman vor allem neuropsychologische Erkenntnisse. Daher ergänzen sich beide Ansätze und geben zusammengenommen ein vollständiges Bild der aktuellen Sprachforschung. Beide Ansätze beruhen auf aktuellen Forschungsergebnissen und heben das Zusammenwirken von sprachlichen und nicht-sprachlichen kognitiven Prozessen hervor.

4.1. Spracherwerb nach Klein

Der Begriff Spracherwerb – welcher im Mittelpunkt dieses Kapitels steht – wird von Klein [Kle07a, S.138] wie folgt definiert: „*Language acquisition is the transition between the language faculty, with which we are born as a part of our genetic endowment, to the mastery of one or more linguistic systems.*“ In dieser Definition wird zwischen der Sprachfähigkeit („*language faculty*“) und der Sprache als einem abstrakten System, dem Gegenstand der linguistischen Forschung, unterschieden, wobei Erstere die zum Erwerb einer Sprache nötigen, angeborenen Fähigkeiten des Menschen bezeichnet.

Die Frage nach der biologischen Basis für die menschliche Sprachfähigkeit spaltet die Spracherwerbsforschung in zwei Lager. Die nativistische Position geht davon aus, dass der Mensch eine spezifische genetische Veranlagung zum Spracherwerb mitbringt und die menschliche Sprachfähigkeit somit biologisch determiniert ist [Cho95, S.167]. Die Kritiker des Nativismus nehmen dagegen an, dass die menschliche Sprachfähigkeit nicht auf einer spezifischen genetischen Prädisposition beruht, sondern auf allgemeinen kognitiven Lernprinzipien basiert [BM87, S.102].

In seinen früheren Arbeiten unterscheidet Klein [Kle95b, S.471f] unter Berufung auf Ferdinand de Saussure zwischen den Begriffen „Sprachfähigkeit, Sprachvermögen und Sprachgebrauch“. Er definiert: „Die Sprachfähigkeit ist Teil der genetischen Ausstattung des Menschen - jene speziesspezifische Veranlagung unseres Gehirns, die es uns erlaubt, eine oder auch mehrere Sprachen zu erlernen und zu gebrauchen. Wie alles Angeborene variiert sie in bestimmten Grenzen [...]“ Er schränkt jedoch ein: „Bei der Geburt liegt noch kein sprachspezifisches Wissen vor: Dass das Kind eine ganz bestimmte Sprache mit all ihren strukturellen Eigenheiten lernt, liegt daran, dass seine soziale Umwelt genau diese Sprache spricht und sie ihm als Input für seinen Sprachverarbeiter zugänglich macht“ [Kle95b, S.480], [Kle01, S.606].

Dagegen geht der Begriff des Sprachvermögens über die reine Möglichkeit des Spracherwerbs hinaus und bezeichnet vielmehr das Beherrschen einer bestimmten Sprache: „Das Sprachvermögen ist die Fähigkeit, eine bestimmte Sprache, etwa das Deutsche, zu sprechen und zu verstehen. Es setzt zum einen die biologische Sprachfähigkeit voraus, zum andern aber den Erwerb eines bestimmten Systems (möglicherweise auch mehrerer) und all jener Fertigkeiten, die zur Anwendung dieses Systems in bestimmten Situationen befähigen“ [Kle95b, S.472]. Schließlich grenzt er noch den Sprachgebrauch vom Sprachvermögen ab: „Der Sprachgebrauch schließlich ist die Anwendung des Sprachvermögens in bestimmten Situationen. Er hängt über das Sprachvermögen hinaus wiederum von einer Reihe von Faktoren ab, insbesondere die Mitteilungsabsicht, emotionaler Zustand des Sprechers, Persönlichkeit (nicht alle sind gleichermaßen gesprächig), Umgangskonventionen, Art des Adressaten, bei diesem unterstellbaren Wissen, usw. usf.“ [Kle95b, S.472]

Im Bezug auf den Spracherwerb führt Klein [Kle95b, S.489] weitere Begriffe ein: „Um eine Sprache lernen zu können, wird dreierlei vorausgesetzt. Der Lerner muß über eine bestimmte, im Gehirn gespeicherte Sprachlernfähigkeit, einen Sprachverarbeiter (*language processor*) verfügen; er muß umfassenden Zugang zur zu lernenden Sprache haben, d.h. er muß einen bestimmten Input aus einer sozialen Umgebung erhalten, auf den er seinen Sprachverarbeiter anwenden kann; und drittens muß es einen bestimmten Grund, einen Antrieb geben, den Sprachverarbeiter auf den Input (weiter) anzuwenden“ (siehe auch [Kle10, S.606]). Vor allem der Begriff des Sprachverarbeiters ist für diese Arbeit von Bedeutung, da er aus der Sicht der Psycholinguistik der neurokognitiven Realisierung einer Sprache entspricht.

Nicht in allen seinen Arbeiten trennt Klein die einzelnen Begriffe jedoch so stark, beispielsweise identifiziert er die Begriffe Sprachverarbeiter („*language processor*“) und Sprachvermögen: „[...] das wiederum ein Teil seines genetisch gegebenen Sprachvermögens ist. Für letzteres ist in der Psycholinguistik der Ausdruck Sprachverar-

beiter (*language processor*) *gebräuchlich*“ [Kle+03, S.144]. Des Weiteren fasst er das Sprachlernvermögen als Teil des Sprachvermögens auf: „*Der Lerner muß über ein bestimmtes, im Gehirn gespeichertes Sprachlernvermögen verfügen, das wiederum ein Teil seines angeborenen und im Laufe des Lebens entfalteteten Sprachvermögens ist [...] das Sprachlernvermögen ist nichts als die Anwendung des Sprachverarbeiters auf neues Material*“ [Kle10, S.606] (siehe auch [Kle01]). Das heißt, im Falle einer Fossilisierung³⁰ bleibt der Sprachverarbeiter intakt, lediglich das Sprachlernvermögen lässt nach.

Auch die Begriffe *Sprachfähigkeit* und *Sprachvermögen* werden in späteren Arbeiten oft in äquivalenter Weise verwendet, in [Kle07a, S.139] schreibt Klein: „*Seit Ferdinand de Saussure – und im Grunde schon bei vielen früheren Autoren – unterscheidet man gewöhnlich zwischen drei Begriffen von ‚Sprache‘. Zum ersten versteht man darunter das einem jeden Menschen angeborene Sprachvermögen, das Teil unserer genetischen Ausstattung ist und das uns, soweit wir wissen, von allen anderen Arten unterscheidet. Zum zweiten meint man damit das einzelne sprachliche System, wie z.B. Tagalog, Deutsch, Kpelle, Guugu Yimidhirr, Urdu oder Akkadisch. [...] Der dritte Begriff von Sprache schließlich ist die Fähigkeit, ein solches System zur Kommunikation mit anderen zu nutzen.*“³¹ Im Vergleich mit der obigen Definition aus [Kle95b] wird hier der Begriff *Sprachvermögen* („*faculté de language*“) im Sinne von *Sprachfähigkeit* verwendet und zusätzlich der Begriff des *einzelnsprachlichen Systems* („*langue*“) eingeführt (Klein [Kle05, S.142] verwendet manchmal auch den Begriff des „*Ausdruckssystem*“ anstelle von „*einzelnsprachliches System*“).

In dieser Arbeit wird nicht zwischen den Begriffen *Sprachfähigkeit* und *Sprachvermögen* unterschieden, sondern vielmehr die Terminologie des *einzelnsprachlichen Systems* bzw. *Ausdruckssystem* verwendet, um die grundlegende Fähigkeit zu sprachbezogenen, neurokognitiven Prozessen (*Sprachfähigkeit* oder *Sprachvermögen* genannt) von der Anwendung eines konkreten sprachlichen Systems abzugrenzen.

Vor diesem Hintergrund kann der Spracherwerb als der Schritt von dem (im Wesentlichen angeborenen) *Sprachvermögen* hin zu der Beherrschung eines konkreten sprachlichen Systems aufgefasst werden. Es stellt sich daher die Frage, welche Fähigkeiten nötig sind, damit dieser Schritt gelingen kann. Nach Klein [Kle05, S.143]

³⁰Der Begriff des „Fossilisieren“ bedeutet wörtlich „versteinern“ und ist auf Selinker [Sel72] zurückzuführen [Kle87, S.61].

³¹Diese Unterscheidung geht auf Humboldt zurück, der das menschliche Sprachvermögen (eine biologische Veranlagung) von der geschichtlichen Entwicklung der Sprache trennt. Viele der Auseinandersetzungen über den Ursprung und die Natur der Sprache hätten durch eine klare Gegenüberstellung dieser beiden grundlegenden Aspekte vermieden werden können [LCM72, S.562].

können diese grundsätzlich in drei Gruppen eingeteilt werden: „Wir müssen also mindestens drei Komponenten des Sprachvermögens klar unterscheiden – das Konstruktionsvermögen, das Kopiervermögen und das Kommunikationsvermögen.“ Diese Fähigkeiten werden wie folgt umschrieben:

- Konstruktionsvermögen (K1): „die Fähigkeit, ein Ausdruckssystem zu schaffen“
- Kopiervermögen (K2): „die Fähigkeit, die Besonderheiten eines bestehenden Systems zu reproduzieren“
- Kommunikationsvermögen (K3): „die Fähigkeit, ein Ausdruckssystem zu kommunikativen Zwecken zu nutzen“

Diese Unterteilung ist allerdings laut Klein eher von abstrakter Natur, da diese Fähigkeiten stark ineinander greifen und man sie dadurch nicht strikt getrennt voneinander untersuchen kann: „Es ist eine offene Frage, wie diese drei Komponenten ‚hardwareseitig‘ zueinander stehen, d.h. inwieweit sie von denselben Teilen des Nervensystems und den peripheren Organe getragen werden. Letztere sind offenkundig bei allen drei Komponenten beteiligt. Es wäre sicher absurd anzunehmen, dass K1, K2 und K3 drei anatomisch klar abgrenzbare Module im Gehirn entsprechen“ [Kle05, S.12]. Man kann daher zusammenfassend konstatieren, dass das Sprachvermögen als solches auf ein Konglomerat aus verschiedenen neurokognitiven Prozessen und deren Interaktion mit den Sprechorganen zurückzuführen ist.

Im Rahmen dieser Arbeit wird immer ein konkretes Ausdruckssystem untersucht, daher ist der Unterschied zwischen dem Sprachvermögen als solchem und dessen konkreter Realisierung im Bezug auf eine oder mehrere Sprachen von Bedeutung. Es ist offensichtlich, dass ein Mensch normalerweise nicht in allen von ihm beherrschten Sprachen über das gesamte Sprachsystem verfügt: „Ausdruckssysteme – das Produkt unseres Sprachvermögens – müssen zur Kommunikation tauglich sein. [...] Dies leisten sie, indem sie bestimmte Funktionen erfüllen, und dazu wiederum müssen sie bestimmte strukturelle Teilsysteme ausbilden [...] Diese Teilsysteme müssen allerdings nicht unbedingt in allen Sprachen realisiert [sein] und schon gar nicht in gleicher Weise. Sie können also sehr unterschiedlich ausfallen, vor allem aber ganz fehlen. Man muß also, um eine alte Unterscheidung aufzugreifen, *universalia potentia (dynamei)* und *universalia actu (energeia)* unterscheiden – solche, die der Möglichkeit nach bestehen, weil das menschliche Konstruktionsvermögen sie bilden kann, und solche, die tatsächlich bestehen, weil es sie in der Kommunikation ausgearbeitet hat“ [Kle05, S.153]. Laut Klein kann das Sprachvermögen in der L2 Ausdruckssysteme hervorbringen, denen bestimmte, in der L1 vorhandene Teilsysteme fehlen.

In der bisherigen Diskussion wurde die Sprache als isoliertes Phänomen betrachtet. Dies ist aber sicherlich nur bis zu einem bestimmten Punkt möglich, da sprachliche Prozesse beim Menschen eng mit anderen kognitiven Vorgängen verbunden sind. Das nicht-sprachliche Wissen spielt daher ebenfalls eine wichtige, wenn nicht sogar entscheidende Rolle in der Ausbildung der Sprachkompetenz und dem daraus folgenden Sprachgebrauch. Das gesamte nicht-sprachspezifische Wissen wird bei Klein [Kle07b, S.23] auch als Kontextinformation aufgefasst: „*Die menschliche Sprache beruht immer auf dem Zusammenwirken von zwei Arten von Informationen – der Ausdrucksinformation und der Kontextinformation. Erstere ist jene Information, die sich aus der jeweiligen Einzelsprache ergibt, beispielsweise dem Griechischen oder dem Englischen. Letztere ist all jenes Wissen, das den Beteiligten auf andere Weise verfügbar ist*“. Das kontextuelle Wissen wird nicht nur am Anfang der Erwerbsphase genutzt, sondern – wie von Klein mehrfach hervorgehoben – begleitet den Menschen bei jeder sprachlichen Tätigkeit: „*Die unterschiedlichen Formen des kontextuellen Wissens spielen in einer Äußerungssituation meist eng zusammen. So deuten wir das in einer Situation Wahrgenommene beständig im Lichte unseres Weltwissens, und der sprachliche Kontext ist nicht einfach der Wortlaut der vorausgehenden (oder folgenden) Äußerung, sondern dessen Interpretation mithilfe des gesamten zuvor verfügbaren und relevanten kontextuellen Wissens.*“ [Kle07b, S.27] (siehe auch [Kle84, S.117], [Kle93, S.766] und [BK08, S.13]).

Nachdem nun die wichtigsten, mit dem Sprachvermögen in Zusammenhang stehenden Begriffe eingeführt worden sind, soll nun auf die den Spracherwerb beeinflussenden Faktoren näher eingegangen werden. Allgemein unterscheidet man sowohl zwischen dem L1- und dem L2-Spracherwerb als auch zwischen dem Spracherwerb eines Kindes und dem eines Erwachsenen (als Erwachsener wird in der Psycholinguistik eine Person nach ihrer Adoleszenz aufgefasst). Entscheidend für die Gegenüberstellung des Spracherwerbs bei Kindern und Erwachsenen sind laut Klein [Kle07a, S.138] folgende Faktoren:

- Lebensalter
- Sprachliches Vorwissen in anderen Sprachen
- Zugang zur Sprache

Der Grad, zu dem ein Sprachsystem von einem Menschen beherrscht wird, hängt neben den prägenden Eigenschaften des Ausdruckssystems an sich, wesentlich von der Art und Weise des Spracherwerbs ab. Die zum Erlernen einer Sprache nötigen Fähigkeiten weisen eine starke Abhängigkeit vom Alter bzw. dem Entwicklungsstand eines Menschen auf: „*Wie der ‚Sprachverarbeiter‘ eines Menschen in einem bestimmten Alter funktioniert, hängt von zweierlei ab, nämlich (a) von gewissen biologischen Determinanten, und (b) von dem gesamten Wissen, über das der Lerner zu dieser Zeit verfügt*“ [Kle10, S. 606]. Im Bezug auf die biologischen Determinan-

ten führt Klein [Kle10, S.606] weiter aus: „Hierzu zählen zum einen einige periphere Organe, insbesondere der Artikulationsapparat vom Kehlkopf bis zu den Lippen und der gesamte Gehörtrakt (beziehungsweise, bei geschriebener Sprache, das Sehvermögen). Zum andern hat man einige Teile der zentralen Verarbeitung im Gehirn hierhin zu stellen, also höhere Aspekte der Wahrnehmung, Gedächtnis, Kognition.“ Auf Grund dieser zum Teil stark unterschiedlichen Voraussetzungen zwischen L1- und (spätem) L2-Erwerb ist daher davon auszugehen, dass die erworbene Sprache – abhängig vom Erwerbsvorgang – aus psycholinguistischer Perspektive eine „andere“ ist.

Gerade im Zusammenhang mit dem Spracherwerb werden oft biologische Einschränkungen angeführt, welche den (perfekten) Erwerb der L2 auf dem Niveau einer Muttersprache ab einem gewissen Alter verhindern. Diese Meinung wird von Klein [Kle07a, S.138] nicht in dieser strikten Form vertreten: „Früher hatte man oft angenommen, dass es für den Spracherwerb eine ‚Prägephase‘ gibt, wie man sie für viele biologische Reifungsprozesse kennt. Nur in diesem Zeitfenster verfügt das Gehirn über die erforderliche Plastizität. Diese Vorstellung einer solchen ‚critical period‘ ist sicher nicht richtig; es gibt auch kaum entsprechende Befunde aus der Hirnforschung.“ Klein macht für den Alterseffekt eher andere Gründe verantwortlich: „Vergleicht man Kinder und Erwachsene, so gibt es einen deutlichen Alterseffekt: Während der Erstspracherwerb in der Regel zu perfekter Beherrschung führt, gilt dies für den L2 Erwerb Erwachsener fast nie. Allerdings konnte bislang für jede untersuchte sprachliche Eigenschaft gezeigt werden, dass auch Erwachsene sie perfekt lernen können. Sie tun es bloß nicht“ [Kle07a, S.138]. Die Diskussion über mögliche biologische Einschränkungen wird später nochmal im Zusammenhang mit dem DP-Modell aufgegriffen.

Objektiv kann man festhalten, dass das sprachliche und auch jegliches sonstige Vorwissen beim L1-Erwerb ein ganz anderes ist, als beim Erwerb der L2 und sich aufgrund der abweichenden Voraussetzungen daher auch der Lernprozess unterscheiden wird. Es stellt sich die Frage, ob die Kenntnis eines Sprachsystems beim Erlernen eines neuen hilfreich ist oder sogar stört: „Wenn man bereits eine Sprache kennt, so werden die Eigentümlichkeiten der neuen Sprache im Lichte der bereits vorhandenen Sprachkenntnisse wahrgenommen und interpretiert. Für das Verständnis des Transfer ist wesentlich, dass es sich nicht etwas um eine Beziehung zwischen zwei ‚Sprachsystemen‘ handelt, sondern um eine Interferenz zwischen verschiedenen Wissenskomponenten des Lerners zu einem gegebenen Zeitpunkt: das, was er zu dieser Zeit von der Ausgangssprache weiß, wirkt sich auf das aus, was er zu dieser Zeit von der Zielsprache weiß oder vielmehr zu wissen glaubt“ [Kle01, S.607]. Ein Grund hierfür liegt darin, dass das sprachliche Wissen über konzeptuelles Wissen aufgebaut und immer wieder erweitert wird; die Konzepte bilden sich aber nahezu ausschließlich über die Muttersprache. Anfangs werden, so die allgemeine Überzeu-

gung, die sprachlichen Inhalte in der L2 über sprachliche Äquivalente in der L1 mit den Konzepten verknüpft. Mit steigender Übung setzt dann eine Automatisierung in der Anwendung der Regeln ein und die Verknüpfung zwischen der L2 und den eigentlichen abstrakten Konzepten nimmt zu.

Der L1-Erwerb ist immer ungesteuert, wogegen der L2-Erwerb auch gesteuert ablaufen kann: „*beispielsweise [spielt] die Flexionsmorphologie im ungesteuerten ZSE eine nachgeordnete Rolle, während ihr im Fremdsprachenunterricht (starke und schwache Verben!) oft ein eigentümlich hohes Gewicht beigemessen wird*“ [Kle87, S.33]. Diese unterschiedlichen Formen des Zugangs können sowohl den Verlauf als auch das Endresultat des Erwerbsprozesses signifikant beeinflussen [Kle01, S.606]. Es ist aber gerade der nichtsprachliche Input, also der Einfluss einer den Lernprozess steuernden Instanz, welcher einen signifikanten Einfluss auf den Prozess hat: Der Lerner „*benötigt parallelen, nichtakustischen Input. Wenn man einen Lerner, gleich welchen Alters, in einen Raum einsperren und tage-, wochen-, jahrelang mit Türkisch beschallen würde, so würde er es doch nicht lernen*“ [Kle95b].

Die Motivation, welche einen Lerner zum Spracherwerb antreibt, ist ein weiterer wichtiger Faktor, durch den sich der Vorgang des Spracherwerbs bei Erwachsenen und Kindern unterscheidet. In vielen Fällen wird bei mangelnder Motivation der Prozess des Spracherwerbs unterbrochen. Wenn sich so Fehler und Abweichungen stabilisieren und eine weitere Annäherung an die Zielsprache unterbleibt, spricht man von Fossilisierung: „*Der Prozess fossilisiert, d.h. der Lerner ist für neuen Input nicht mehr aufnahmebereit, obwohl er von den Besonderheiten der zu lernenden Sprache noch weit entfernt sein mag*“ [Kle95b]. Beim Kind ist die Motivation in der Regel intrinsisch gegeben. Aber nicht nur die Motivation als solches, auch der Gegenstand der Motivation kann sich bei Kindern und Erwachsenen unterscheiden. Während ein Kind bei vielen Erwerbsvorgängen versucht, seine Vorbilder möglichst gut zu kopieren (und somit das perfekte Erlernen der grammatischen Regeln eine zentrale Rolle einnimmt), setzen Erwachsene meistens einen Schwerpunkt auf die Möglichkeit, Inhalte auf der L2 kommunizieren zu können und erachten dabei grammatische Fehler als eher nebensächlich.

4.2. Spracherwerb nach Ullman

Einige neuere Arbeiten zum DP-Modell setzen sich mit der Sprachverarbeitung in der L2 auseinander; im Mittelpunkt steht dabei die Frage, inwieweit sich die Aussagen des DP-Modells auch auf die Prozesse in der Zweitsprache übertragen lassen³². Für ein gutes Verständnis der zwischen der L1 und der L2 existierenden Unterschie-

³²Als L1 bezeichnet Ullman eine von Geburt an erworbene Sprache, erfolgt der Erwerb einer solchen erst nach der Pubertät, so wird sie von ihm als L2 definiert [Ull05, S.144].

de und Gemeinsamkeiten, ist eine Auseinandersetzung mit dem Spracherwerb un-
abdingbar. Nachdem die dazu notwendigen theoretischen Grundlagen aus der Sicht
von Klein dargelegt worden sind, stehen nun die experimentellen Ergebnisse von
Ullman und der Blickwinkel des DP-Modells im Vordergrund.

Der Erwerb und die Anwendung von sprachlichem Wissen geschieht nach der Mei-
nung von Ullman sowohl in der L1 als auch in der L2 mit Hilfe der gleichen men-
talen Systeme, die auch für nichtsprachliche Fähigkeiten zuständig sind. Die mit
der Sprachverarbeitung in Verbindung stehenden mentalen Prozesse kombinieren
verschiedene sensomotorische und kognitive Fähigkeiten, die auch für andere Auf-
gaben verwendet werden: „*Brain organization and evolutionary principles both lead
to an expectation of commonalities between language and non-language domains*“
[Ull04, S.232] (siehe auch Rizzolatti und Sinigaglia [RS08]). Beispielsweise wird die
intrinsische Motivation zum Lernen einer Sprache, genau wie bei jeder anderen
Tätigkeit, über Aktivierungen in der Amygdala, im ventro-medialen präfrontalen
Kortex und im Nucleus accumbens unter Einbeziehung des Dopamin-Systems und
der peripheren Nervensysteme gesteuert. Die sprachliche Mustererkennung basiert
auf den selben neuronalen Systemen, die zur Interpretation von allen visuellen und
auditiven Reizen herangezogen werden³³. Ullman [Ull05, S.141] geht daher davon
aus, dass die für alle kognitiven Prozesse grundlegenden Eigenschaften auch auf die
Sprachverarbeitung zutreffen: „*Our independent knowledge of the cognitive, com-
putations, neuroanatomical, physiological, cellular, endocrine, and pharmacological
bases of these systems leads to specific testable predictions about both first and
second language.*“

Wie viele Vertreter der dualen Theorien (siehe Kapitel 2) geht auch Ullman da-
von aus, dass ein Teil des prozeduralen Wissens in der L1 aber vor allem in der
L2 zunächst in deklarativer Form vorliegt und die Automatisierung erst im Laufe
der Zeit einsetzt [Par94]³⁴. Ullman betont, dass die Speicherung und die automati-
sierte Anwendung von grammatischen Regeln mit zunehmendem Alter schwieriger
wird, da das prozedurale System an Plastizität verliert. Seiner Meinung nach führen
funktionale Änderungen der Hirnstrukturen in der Adoleszenz zu Unterschieden im
späten Erwerb einer Sprache; je älter ein Lernender ist, desto weniger wird das
prozedurale Gedächtnis beim Erwerb neuer kognitiver Fähigkeiten genutzt: „*Adult
second language learners rely particularly heavily on declarative memory, depen-
ding on this system not only for storing idiosyncratic lexical knowledge, but al-*

³³Eine kritische Auseinandersetzung mit diesem Thema findet sich bei Tettamanti et al. [Tet+09].

³⁴Ullman [Ull05, S.143] verwendet die Begriffe „*deklaratives*“ und „*prozedurales Gedächtnissystem*“
mit Verweis auf die Arbeiten von Eichenbaum [Eic00]. Die von Paradis [Par94] eingeführten
Begriffe „*explizites metalinguistisches Wissen*“ und „*implizite linguistische Kompetenz*“ entspre-
chen in etwa den deklarativen bzw. prozeduralen Gedächtnisinhalten (siehe Kapitel 3).

so for memorizing complex forms and rules“ [Ull05, S.156] (siehe auch [Ull01a; Ull04]).

Die schwächere Einbeziehung des prozeduralen Gedächtnisses muss mit dem Alter durch eine intensivere Nutzung des deklarativen Bereichs kompensiert werden. Aus diesem Grund geht das DP-Modell davon aus, dass L2-Lerner regelbasiertes Wissen zunächst als komplexe Sequenzen mit Hilfe des deklarativen Systems speichern. Obwohl komplexe morphologische Formen in der L1 und von fortgeschrittenen Lernen bevorzugt prozedural zusammengesetzt werden, können diese, gerade zu Beginn des Spracherwerbs, auch lediglich deklarativ gelernt vorliegen: „*Any morphologically complex form can be learned in declarative memory, even if it could also be rule computed by the procedural system. The computation of a morphologically complex form involves the parallel activation of both systems; successful retrieval of a form from declarative memory inhibits (blocks) the computation of a rule product in the procedural system*“ [Ull01b, S.48]. Das deklarative und das prozedurale Wissen befinden sich daher in einem ständigen Wettbewerb („*sea-saw Effekt*“, [Ull04]); es stellt sich immer die Frage, ob eine komplexe Form im deklarativen Gedächtnis abgelegt ist, oder ob sich diese auf der Grundlage einer Regel mit Hilfe des prozeduralen Gedächtnisses zusammensetzen lässt: „*Although complex representations [...] could be computed anew each time [...], they could in principle also be stored in the mental lexicon*“ [Ull05, S.142].

Diese Asymmetrie im Bezug auf die Nutzung des deklarativen Gedächtnisses und die mangelnde Verlagerung von eigentlich prozeduralen Abläufen, sind laut Ullman typisch für den L2-Erwerb. Im Vergleich mit der prozeduralen Domäne verläuft das Lernen im deklarativen Gedächtnis schneller; im Bereich des prozeduralen Gedächtnisses müssen die Wissensinhalte graduell aufgebaut werden, was mehr Zeit und Übung erfordert [Ull05, S.147]. Das Erreichen eines hohen Sprachniveaus ist aber insbesondere vom Grad der Nutzung des prozeduralen Systems abhängig. Hier spielen verschiedene Faktoren wie Typ des grammatischen Wissens (sind ähnliche Konzepte bereits aus der Muttersprache bekannt oder nicht), die Art und Weise des L2-Erwerbs und auch die individuelle Lernfähigkeit des prozeduralen Gedächtnisses des jeweiligen L2-Sprechers eine große Rolle. Der Einfluss des Spracherwerbsalters betrifft somit vor allem die grammatische Verarbeitung. Allein schon wegen des altersbedingten Nachlassens der Gedächtnisleistungen im prozeduralen Bereich ist es für L2-Lerner erheblich schwieriger, ein mit Muttersprachlern vergleichbares Sprachniveau zu erreichen [Ull05].

Ein Grund für die unterschiedliche Nutzung der verschiedenen Gedächtnisformen bei L1- und L2-Sprechern ist das Lernverhalten von Erwachsenen, welches von dem eines Kindes abweicht. Ullman [Ull01c] unterstreicht, dass ein erwachsener Lerner sein grammatisches Wissen in Analogie zum Wortschatz erwirbt und es daher deut-

lich schlechter in der Sprachproduktion anwendet, als dies bei Kindern der Fall ist, welche die Regeln aus der sprachlichen Umgebung extrahieren. Mit Verweis auf Elman et al. [Elm+97] und Rumelhart, Hinton und Williams [RHW86] sagt Ullman [Ull99, S.48]: „*Learning occurs by adjusting weights on connections on the basis of statistical contingencies in the environment. Grammatical rules are nothing but descriptions of behaviour, rather than the mental manipulations posited by dual-system theories.*“

Auch Meisel [Mei07] erklärt die Unterschiede zwischen dem L1- und dem L2-Spracherwerb mit neuronalen Reifungsprozessen. Bei einem späteren Lernanfang übernehmen andere neuronale Systeme und Verarbeitungsmechanismen die Prozesse der Sprachverarbeitung. Dieser Ansicht nach ist es auch für einen Erwachsenen nicht unmöglich, die entsprechenden prozeduralen Prozesse in der L2 zu erlernen; es dauert nur länger und die Automatisierung mit Hilfe des prozeduralen Gedächtnisses erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

Die Meinung, dass sich deklarative und prozedurale Gedächtnisformen beim Erwerb von Wissensinhalten ergänzen, ist weit verbreitet. Das Erlernen von neuen Inhalten geschieht durch einen Entwicklungsprozess, der das vorhandene Wissen ständig modifiziert und erweitert; gerade der Spracherwerb unterliegt somit einer Dynamik. Wesentlich ist hierbei die Automatisierung von zunächst deklarativ vorliegendem Wissen durch ständige Wiederholungen. Eine im Unterricht gelernte neue Regel wird zunächst an Hand von Beispielen im deklarativen Gedächtnis gespeichert und dann im Rahmen späterer Übungen in das prozedurale Gedächtnis überführt; im Laufe des Spracherwerbs setzt auf diese Weise eine Automatisierung der Sprachproduktion ein, die mit einer Umwandlung von deklarativen in prozedurale Inhalte einhergeht [Ull06]. Die Interaktion zwischen beiden Gedächtnissystemen kann in manchen Fällen aber auch negative Auswirkungen haben. Laut Ullman [Ull05, S.152] ist es möglich, dass eine intensive Nutzung des deklarativen Systems während der Kindheit die prozeduralen Fähigkeiten einschränkt.

Aus der Sicht von Ullman müssen nicht alle Arten des grammatischen Wissens in der L2 zwingend durch das deklarative Gedächtnis erworben werden, kürzere oder frequente Formen können einfacher durch assoziative Mechanismen eingepreßt werden: „*In particular, L2 learners should tend to memorize complex linguistic forms (e.g., walked) that can be computed compositionally by L1 speakers (e.g., walk und -ed). [Ull05, S.152] [...] learners can also learn rules in declarative memory (e.g., in a pedagogical context), providing an additional source of productivity. Note what such rules do not depend at all upon grammatical-procedural computations; indeed, what they specify could in principle differ radically from the grammatical-procedural rules of native speakers of the target language*“ [Ull05, S.152], [Ull06, S.100].

Die automatisierte Anwendung von sprachlichem Wissen in der Kommunikation ist generell ein wichtiger Messparameter für die Beherrschung einer Sprache. Anderson [And80] skizziert in seinem Modell des Lernens, wie deklaratives Wissen in prozedurales übergeht. Ullman entwickelt diese Gedanken weiter und baut sie in sein DP-Modell ein. Wie auch Johnson [Joh96, S.137] geht Ullman davon aus, dass die Automatisierung entscheidend für den Fortschritt beim Spracherwerb ist. Sowohl die Entwicklung in der L1 als auch in der L2 folgt nach dem Prinzip deklarative Inhalte vor prozeduralen Fähigkeiten. Beim L2-Erwerb werden somit kontrollierte Prozesse nach und nach durch eine automatisierte Steuerung ersetzt. Diese Automatisierung geht mit einer Verlagerung von Prozessen zwischen zwei unterschiedlichen Gedächtnisformen einher, was sich in einer Beschleunigung der entsprechenden Abläufe bemerkbar macht [Par04, s.37].

Dieser Standpunkt wird jedoch in den Arbeiten von Ellis [Ell02, S.173] angegriffen. Laut Ellis ist das einzige System, welches das Erlernen einer Sprache ermöglicht, das implizite System. Der Begriff des impliziten Gedächtnisinhaltes beschreibt Wissen, auf das man zwar nicht bewusst zurückgreifen kann, das sich aber dennoch in einer verbesserten Leistung bei bestimmten Aufgaben niederschlägt. Im Bezug auf den L1-Erwerb ist auch Ullman dieser Auffassung: „*The learning of grammatical knowledge, and the knowledge itself, are generally not available to conscious access [Fod83]*“ [Ull04, S.234]. Er sieht jedoch teilweise deutliche Abweichungen zwischen der L1 und der L2 in dieser Hinsicht.

Der Unterschied zwischen explizitem und implizitem Wissen, der unter anderem von Bialystok und Fröhlich [BF78], DeKeyser [DeK05] und Ellis [Ell94] thematisiert wird, ist auf den ersten Blick mit der Dichotomie zwischen deklarativem und prozeduralem Gedächtnis gleichzusetzen. Das unterbewusste Gedächtnis lässt sich allerdings nicht vollständig mit dem prozeduralen Gedächtnis identifizieren, eine detaillierte Diskussion findet man beispielsweise bei Schacter und Tulving [ST94] (siehe auch [Ull05, S.156] und [SKM93]).

Um die neuronale Basis der verschiedenen Gedächtnisformen besser zu verstehen, untersuchte Ullman auch die L2-Sprachverarbeitung bei Sprachpatienten. Er führte eine Reihe von neuropsychologischen Studien durch, in denen er die Gedächtnisleistungen während der Lösung von grammatischen und lexikalischen Aufgaben auswertete [Ull01c; Ull01a; Ull04; Ull05]. Dabei stellte sich heraus, dass Hirnverletzungen bei zweisprachigen Aphasie-Patienten zu differierenden Mustern bezüglich ihrer grammatischen Leistungen in der L1 und L2 führten [Ull05, S.154]. Diese Unterschiede wertet Ullman als Hinweis für Abweichungen in der Benutzung des deklarativen bzw. prozeduralen Gedächtnissystems. So führten Läsionen des Temporallappens (deklaratives Gedächtnis) sowohl in der L1 als auch in der L2 zu schlechteren grammatischen Leistungen, Läsionen im Bereich der Basalganglien und des linken

Frontallappens (prozedurales Gedächtnis) verursachten dagegen in der L1 größere Probleme als in der L2. Verletzungen des linken Frontallappens oder der Basalganglien zeigten dagegen keine Unterschiede im Bezug auf die lexikalische Verarbeitung in der L1 und der L2 (sowohl bei Anfängern als auch bei Fortgeschrittenen). Diese Befunde bestätigen die Annahme, dass die deklarative Gedächtnisdomäne stärker in die Prozesse der L2 eingebunden ist.

Die Aussagen des DP-Modells zur Sprachverarbeitung in der L2 konnten auch in Studien mit bildgebenden Verfahren wie EEG und fMRI untermauert werden [FSP02; Hah01]. Beispielsweise zeigen sich bei der Verarbeitung von syntaktischen Konstruktionen neurokognitive Unterschiede zwischen Anfängern im L2-Erwerb und Muttersprachlern im Brodmann-Areal 44 und in den mit ihm assoziierten Regionen [Ull05, S.156].

Neben dem DP-Modell existieren auch andere duale Modelle, die ähnliche Aussagen über die neurokognitiven Aspekte der Sprachverarbeitung in der L2 treffen. Hier soll exemplarisch das Modell von Paradis [Par94; Par04] erwähnt werden, da sein Ansatz ebenfalls auf Studien zum englischen Past Tense aufbaut. Wie Ullman geht auch Paradis davon aus, dass das deklarative Gedächtnis beim L2-Erwerb im Vergleich mit der L1 eine wichtigere Rolle spielt; eine anschließende Automatisierung der Sprachprozesse (die mit einer Verlagerung von deklarativen Inhalten in das prozedurale Gedächtnis einhergeht) hält er für unabdingbar für einen erfolgreichen L2-Erwerb.

Dennoch unterscheiden sich beide Ansätze im Detail voneinander. Paradis geht von einer strikten Trennung zwischen deklarativem und prozeduralem Wissen aus; für ihn liegen deklarative Inhalte immer explizit vor, prozedurales Wissen ist dagegen ausschließlich implizit. Während das DP-Modell annimmt, dass alle funktionalen Morpheme im mentalen Lexikon gespeichert sind, zählen für Paradis die funktionalen Morpheme zum unbewussten Wissen eines Sprechers, sie sind daher implizites Wissen und nicht ein Bestandteil des mentalen Lexikons [Ull05, S.162]. Für Paradis betrifft die Automatisierung beim fortgeschrittenen L2-Erwerb alle Bereiche der Sprache, unter anderem auch die Lexik, welche laut Ullman ausschließlich deklarativ gespeichert ist [Par04]. Seiner Meinung nach wird das Vokabular einer Sprache nicht im deklarativen Gedächtnis verarbeitet, wenn es unbewusst im Kontext eines Satzes abgerufen wird, da er nur den bewussten Teil des Lexikons zum deklarativen Gedächtnis zählt. Ein weiterer Unterschied betrifft die Aussagen bezüglich geschlechtsspezifischer Unterschiede bei der Sprachverarbeitung. In den Studien von Ullman [Ull05, S.152] zeigten weibliche Probanden bessere Resultate bei Aufgaben für das deklarative Gedächtnis. Ullman macht dafür hormonell bedingte Unterschiede bei der Verarbeitung von Past Tense Formen verantwortlich, eine These, die bei Paradis nicht zu finden ist.

Es soll hier auch erwähnt werden, dass nicht alle Autoren eine so strikte Trennung zwischen dem L1- und dem L2-Spracherwerb vornehmen wie Klein und Ullman. So schlagen Perani und Abutalebi [PA05] eine alternative Interpretation für die Unterschiede in der Sprachkompetenz zwischen L1- und L2-Sprechern vor. Im Gegensatz zu Ullman behaupten sie, dass die in der L1 und in der L2 ablaufenden Prozesse auf den gleichen Mechanismen basieren und lediglich die Geschwindigkeit und die Genauigkeit der Ausführung in der L2 niedriger ist. Dieser Unterschied wird durch eine geringere Automatisierung der Prozesse in der L2 erklärt. Abutalebi [Abu08] verweist darauf, dass die Unterschiede in den Aktivierungsmustern bei der Sprachproduktion in der L1 und der L2 womöglich auch dadurch zu erklären sind, dass die Prozesse in der L2 stärker bewusst kontrolliert werden [AG07].

4.3. Erwerb der Flexionsmorphologie in der L2

Nachdem die wichtigsten Gedanken von Klein und Ullman zum L2-Spracherwerb erläutert worden sind, soll nun konkret auf den Erwerb der Regelmäßigkeit in der Verbmorphologie eingegangen werden. Wie bereits in Kapitel 1 ausführlich dargestellt, teilen regelmäßige und unregelmäßige Verben das kognitive Konzept der Vergangenheit. Zeitkonzepte werden laut Stutterheim [Stu86] im Wesentlichen während der Kindheit im Verlauf des Erstspracherwerbes festgelegt; die einzelnen Sprachen unterscheiden sich jedoch in ihren formalen Realisierungsmöglichkeiten. So können temporale Referenzen in einer Sprache grammatisch, in einer anderen lexikalisch oder auch durch pragmatische Mittel des Diskursaufbaus ausgedrückt werden [Stu86, S.39]. Für die vorliegende Arbeit sind dabei explizite (adverbiale) Beschreibungen zum Zwecke der zeitlichen Einordnung von eher geringer Bedeutung, primär steht die Morphologie des Verbs im Vordergrund. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Frage von Interesse, welche Konsequenzen sich aus der im Rahmen der Sprachwissenschaft beschriebenen morphologischen Segmentierung für die mentale Sprachverarbeitung ergeben.

Die Grammatik ermöglicht dem Gedächtnis eine systematische Organisation der Sprache, da sie eine obligatorische Verbindung zwischen Konzepten und Morphemen festlegt und somit die Anzahl aller möglichen Formen reduziert. Dieser Gedanke ist zwar weit verbreitet, es gibt aber auch abweichende Ansichten, beispielsweise behauptet Penke [Pen06, S.141]: „*Mir ist kein externes Kriterium bekannt, demzufolge die Speicherung in einer Berechnungskomponente ökonomischer ist als eine Speicherung im Lexikon.*“. Auch Frauenfelder und Schreuder [FS92, S.169] teilt diese Meinung „*Trotz aller vorteilhafter Ökonomie hat die Dekompositionstheorie einen Haken: Die mentale Unterbringung aller Derivations-, Flexions- und Blockierungsregeln ist fast nicht zu leisten.*“.

Aus der Sicht einiger Forscher spielt die Komplexität des Sprachsystems keine allzu wesentliche Rolle im Bezug auf die Konsolidierung der Grammatik während des L1-Erwerbs. Beispielsweise zeigten Bates, Bretherton und Snyder [BBS88] und Kempe und MacWhinney [KM98], dass das Kasus-System im Russischen schneller erworben wird als im Deutschen, obwohl das Russische im Vergleich komplexer ist.

Im Gegensatz zum Spracherwerb eines Kindes, der eng mit der Ausbildung der primären kognitiven Konzepte zusammenhängt und wechselwirkt, verfügt ein L2-Lerner bereits über alle wesentlichen konzeptuellen Inhalte und kognitiven Fähigkeiten sowie über ein sprachliches Vorwissen. Größtenteils gehen die Forscher heute davon aus, dass die Kenntnisse über die zuvor gelernten Sprachen den L2-Erwerb beeinflussen [DeK00]. So basiert der Wortschatzerwerb in der L2 auf vorhandenen Vorstellungen, die während des Erwerbs der L1 ausgebildet wurden [KS94].

Auch beim Erwerb der Grammatik werden bestimmte Gesetzmäßigkeiten aus der L1 als Hilfe für den Erwerb der grammatischen Regeln in der L2 genutzt, sofern beide Sprachen gewisse Parallelen aufweisen. Stutterheim [Stu86, S.39] schreibt in diesem Zusammenhang: *„Das sprachliche Wissen, mit dem der Lerner in den Erwerbsprozess eintritt, liefert ihm auf verschiedenen Ebenen Kriterien für die Auswahl von L2-Formen“*. Sie führt fort: *„Generell ist zu unterscheiden zwischen Einflüssen, die im konzeptuellen Bereich liegen und solche, die durch strukturelle Eigenschaften von L1 bedingt sind“*. Auch laut DeKeyser [DeK00] erwerben Erwachsene die Sprache in einem expliziten Prozess, der durch die Muttersprache und eventuell auch andere, zuvor gelernte Sprachen determiniert ist. Es ist jedoch zu beachten, dass die unterschiedlichen Kategorien zwar in vielen Sprachen durch formale Marker unterschieden werden, die verwendeten Morpheme aber sehr spezifisch für eine Sprache und nicht übertragbar sind; das sprachliche Vorwissen hilft also nicht beim Erwerb der grammatischen Marker in der L2.

In der Literatur wird auch die Meinung vertreten, dass eine strukturelle Ähnlichkeit zwischen Erst- und Zweitsprache durchaus problematisch beim L2-Erwerb sein kann; laut Klein [Kle10, S.608] hat die Sprachkombination zwischen L1 und L2 eine Auswirkung auf den Erfolg des L2-Spracherwerbs: *„[Transfer] macht das Lernen zunächst leichter, hat aber unter Umständen zur Folge, dass die feineren Unterschiede nicht bemerkt werden. Ein Deutscher, der Englisch lernt, hat zunächst weniger Schwierigkeiten mit dem Englischen Present Perfect als ein Chinese: he has sung und er hat gesungen sind sehr ähnlich; im Chinesischen gibt es keine vergleichbaren Affixe der Temporalität durch eine periphrastische Konstruktion.“*

Wie bereits dargelegt, führt der Spracherwerb im Erwachsenenalter selten zu muttersprachlicher Kompetenz in der L2 [Bir99]. Insbesondere bleiben grammatische

Fehler in der Sprachproduktion von Lernenden lange erhalten, im Vergleich verlaufen lexikalische Prozesse deutlich erfolgreicher [HF01; Ull05]. Dies gilt auch für das Deutsche, der Erwerb der Flexionsmorphologie wird laut White [Whi03] für russische L2-Lerner vor allem dadurch erschwert, dass die deutschen Vergangenheitsformen – anders als im Russischen – je nach Verb durch regelmäßige und unregelmäßige Verbformen realisiert sind (siehe dazu Kapitel 1). Aus der Sicht der dualen Modelle lässt sich dies dadurch erklären, dass ein russischer Muttersprachler zwei unterschiedliche Routen zur Bildung des Imperfekts ausbilden muss – ein Konzept, das er so nicht aus seiner Muttersprache kennt.

Der Erwerb der Flexionsmorphologie impliziert meistens eine Trennung zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Formen; er verläuft aus der Sicht vieler Forscher in Phasen, die sich durch Anwendung unterschiedlichen Erwerbsstrategien gekennzeichnet sind. Stutterheim [Stu86] beschreibt den Erwerbsprozess so: *„der Lerner erwirbt einzelne lexikalische Ausdrücke als repräsentativ für weitere Bedeutungsbe-
reiche; Ausdrucksformen in Bezug auf ein bestimmtes Konzept werden systematisch vom Allgemeinen zum Besonderen hin entfaltet; der Lerner bildet produktiv neue Formen und Kombinationen aus L2-Elementen, um damit die für ihn wichtigen konzeptuellen Kategorien zum Ausdruck bringen zu können.“*

Für den L2-Erwerb ist somit, ganz im Sinne von Klein und Ullman, zunächst das deklarative Gedächtnis relevanter als in der L1 (auch für den Erwerb der Grammatik), später folgt dann der Ausbau der prozeduralen Fähigkeiten, der zu einem fortgeschrittenen Sprachniveau führt. Diese Art der Wechselwirkung zwischen den deklarativen und prozeduralen Bereichen des Langzeitwissens ist typisch und wiederholt sich in jedem Stadium des Spracherwerbs. Die automatisierte Anwendung einer grammatischen Regel erfolgt erst nach dem Erwerb der ersten Lexeme, sie ist erst dann möglich, wenn eine gewisse Zahl an Beispielformen deklarativ gelernt wurde. Änderungen in der sprachlichen Kompetenz korrespondieren aus Sicht des DP-Modells mit Änderungen in der Struktur des Langzeitgedächtnisses.

Einen großen Einfluss auf den Spracherwerb übt die Frequenz aus, mit der bestimmte Formen in der Sprache vorkommen. Mit steigender Sprachpraxis kommt es zu einer immer besseren Annäherung an die L1. Generell gilt, je früher mit dem Lernen einer Sprache begonnen wird und je mehr Übung man in der Sprache hat, desto größer sind die Anteile des prozeduralen Gedächtnisses an der Grammatik. Anderson [And07, S. 121] erklärt dies wie folgt: *„Der allgemeine Effekt der Übung liegt darin, die zentrale kognitive Komponente der Informationsverarbeitung zu reduzieren. Wenn jemand diese zentrale kognitive Komponente einer Aufgabe so stark trainiert hat, dass die Aufgabe nur wenig oder keinen Denkaufwand mehr erfordert, dann spricht man davon, dass die Aufgabe automatisiert ist.“*

Die Verhaltensforschung zeigt, dass diese Art des Lernens in Etappen auch für andere kognitive Fertigkeiten von Bedeutung ist. Laut Anderson [And83] besteht die Herausbildung einer Fertigkeit typischerweise aus drei Phasen: in der ersten Phase, die als „*kognitive Phase*“ bezeichnet wird, bildet das Gehirn eine deklarative Enkodierung der Fertigkeit aus. Zunächst prägen sich eine Reihe von Fakten im Gedächtnis ein, die für die entsprechende Fertigkeit von Bedeutung sind. Im Wesentlichen definieren diese Fakten die Operatoren für eine Aufgabe. Die zweite Phase ist die „*assoziative Phase*“, während derer Fehler im anfänglichen Problemverständnis nach und nach erkannt und eliminiert werden. Außerdem erfolgt in dieser Phase eine stärkere mentale Verknüpfung der einzelnen Elemente, die für die erfolgreiche Ausführung der Tätigkeit erforderlich sind. Schließlich gewinnen die Abläufe in der dritten Phase, die man auch als „*autonome Phase*“ bezeichnet, an Automatisierung und werden schneller und präziser.

Die Qualität der gelernten Wörter in der L2 hinsichtlich ihrer Bedeutung, Aussprache oder Betonung und ihre automatische Anwendung im Einklang mit der Grammatik hängt sicherlich auch von der generellen Fähigkeit des Lerners ab, die relevante phonologische Information zu bearbeiten [Tro05]. Unregelmäßige Formen sind daher oft schwieriger zu lernen als regelmäßige (zumindest, wenn die für die Anwendung der Regel notwendigen Grundformen schon deklarativ verankert sind). Laut Stutterheim [Stu86, s.63] sind Kinder bis zum Alter von neun Jahren damit beschäftigt, die Präterialformen von unregelmäßigen Verben Form für Form in ihrem Gedächtnis zu speichern; Erwachsene neigen dagegen im L2-Erwerb dazu, unregelmäßige Verben nach phonotaktischen Subklassen einzuteilen.

Als ein weiteres Merkmal des Zweitspracherwerbs kann die getrennte Aneignung von Syntax und Morphologie betrachtet werden. Beim deutschen L1-Erwerb wird die Finitheit der Verben und die Verbzweitstellung gleichzeitig erworben, beim L2 Erwerb hingegen beobachtet man, dass die Verbzweitstellung auch dann realisiert ist, wenn die Verben in nicht-finiten Form auftreten [SEC99; Lar00; MCP81]. Stutterheim [Stu86, S.26] weist darauf hin, dass sich der Verlauf des Spracherwerbs stark unterscheidet, je nachdem ob die Sprache gesteuert oder ungesteuert erworben wird, wobei für den L2-Erwerb meistens Ersteres zutrifft.

Im Verlauf des Regelerwerbs erfolgt normalerweise eine Klassifizierung der mit einer Regel zusammenhängenden Reize; die Regel wird aus wiederkehrenden Relationen zwischen einzelnen Elementen bestimmt: „*Beim Erwerb einer Fremdsprache ist der Lernende vor zwei Aufgaben gestellt, wenn er eine bestimmte Form lernen ‚will‘: er muss die Form als Träger einer besonderen Bedeutung oder Funktion erkennen. Er muss sich die Form ‚aneignen‘, so dass sie ihm als produktiver Bestandteil seiner L2 zur Verfügung steht*“ [Stu86, S.32]. Klein [Kle05] unterstreicht in diesem Zusammenhang: „*strukturelle Besonderheiten aus dem Input zu kopie-*

ren, heißt ja nicht, eine Lautfolge zu imitieren, wie ein Tonbandgerät, sondern aus dem Input auf gewisse Regelmäßigkeiten zu schließen, die diesem Input zugrunde liegen.“

Der Erwerb von regelhaften Sprachstrukturen baut darauf auf, dass sich beim Lerner, wenn sich Wörter aufgrund gemeinsamer struktureller Merkmale gruppieren lassen, eine Kategorie formt. Der Lerner konzentriert sich nach dem Erkennen der Kategorie auf die mit ihr verbundene regelmäßige Bildung. Manche Forscher vermuten daher, dass der Erwerb einer Grammatik allein durch die Einbindung des prozeduralen Gedächtnisses bewältigt werden kann. Aus der Sicht von Ellis [Ell05] sind die impliziten Systeme entscheidend für das Erlernen einer Sprache: „Language learning is implicit learning“.

Sprachliche Prozesse, die dem Erwerb der Flexionsmorphologie dienen, können als ein Beispiel für mentale Lernprozesse im Allgemeinen angesehen werden; sie beinhalten eine Form von Mustererkennung, kombiniert mit Vergleichen („*pattern matching*“), eine lexikalische Suche („*lexical lookup*“) und eine grammatische Analyse („*Parsing*“), die im Wesentlichen aus Segmentierungen besteht: „*Der Lerner erwirbt zunächst einzelne Formen, die im zielsprachlichen System Träger einer Markierung sind, z.B. das Partizip Perfekt für einige Verben. Auf dieser Stufe hat der Lerner die Markierung nicht als solche „erkannt“. Den Formen kommt zwar eine spezifisch temporale Bedeutung (Perfektivität) zu, jedoch ist diese aspektuelle Kategorie Bestandteil der lexikalischen Bedeutung der ersten Partizipialform*“ [Stu86, S.323]³⁵. Alle hier aufgelisteten Prozesse sind für das Erlernen einer beliebigen mentalen Fertigkeit von Bedeutung und beziehen sich nicht alleine auf die Sprachverarbeitung.

Der Erwerb und die Anwendung von Regelmäßigkeit geht im Bezug auf die Bildung von Vergangenheitstempora im Deutschen notwendigerweise mit der Berücksichtigung von möglichen Ausnahmen einher. Im Bereich der deutschen Verbmorphologie, muss zwischen einer regelmäßigen, durch den Suffix *-te* markierten Bildung der Vergangenheit und unregelmäßigen Formen – die fast alle hochfrequent sind und überwiegend zum Grundwortschatz zählen – unterschieden werden [Hen65, S.211] (siehe auch Kapitel 1). Während bei den regelmäßigen Formen der Stamm durch die Abtrennung der Flexionsendungen leicht erkannt werden kann, ist dies bei unregelmäßigen Verben nicht so einfach möglich [Pen06]. Die temporale Markierung aus dem Input zu extrahieren, gestaltet sich daher bei unregelmäßigen Formen deutlich schwieriger, sie müssen explizit gelernt werden.

Ein typischer Fehler, der im Rahmen einer solchen kategorialen Zuordnungen auftritt, ist die Übergeneralisierung (siehe hierzu auch Kapitel 5.4). Diese Erschei-

³⁵Für eine ausführliche Diskussion des Begriffs der Markierung siehe Kapitel 1.

nung wurde erstmals während des L1-Spracherwerbs bei Kindern festgestellt [Ber58; Mar+92]. Diese lernen zuerst deklarativ die Bildung der Vergangenheit, da sich unter den hochfrequenten Verben auch viele unregelmäßige Formen befinden. Nachdem dann später das allgemeine Muster erkannt wird, dem viele Verben bei der Vergangenheitsbildung folgen, tendieren sie dazu, diese Regel auch bei den zuvor bereits richtig gebrauchten unregelmäßigen Verben anzuwenden. Marcus et al. [Mar+92] konnten auf der Basis einer umfangreichen Untersuchung zum Past Tense Erwerb im Englischen zeigen, dass der Anteil an regelmäßigen Verben im Input während des Erwerbsverlaufs relativ stabil ist und der Beginn der Übergeneralisierungsphase im Spracherwerb nicht mit einer gravierenden quantitativen Veränderung im Input der Kinder einhergeht.

Die Anzahl an Übergeneralisierungen dient bei Kindern als Indikator für die Phase des Spracherwerbs, in der sie sich befinden. Laut Stemberger [Ste93] hängt die Frequenz, mit der Übergeneralisierungen auftreten, vom phonetischen Umfeld ab. Bei Verben mit Stammvokalwechsel kommt es häufiger zu Übergeneralisierungen als bei anderen Vergangenheitsformen; Verben wie *blow*, *throw*, *know* werden im Vergleich zu Verben wie *see* öfters übergeneralisiert.

4.4. Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde der aktuelle Stand der Spracherwerbsforschung, basierend auf den Arbeiten von Klein [Kle10; Kle87] und Ullman [Ull05; Ull04; Ull01a] zusammengefasst. Beide Autoren beschreiben zunächst Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen dem L1- und dem L2-Spracherwerb und führen eine Reihe von Faktoren an, welche den Erfolg des Zweitspracherwerbs beeinflussen. Generell muss man zwischen den individuellen Voraussetzungen des Lerners und den äußeren Rahmenbedingungen unterscheiden.

Wichtige Faktoren, die den Erfolg des L2-Erwerbs beeinflussen, sind das Alter, in dem man mit dem Erlernen der Sprache beginnt, die Motivation des Lerners, der sprachliche Input, die Art und Weise des Spracherwerbs (gesteuert oder ungesteuert) und die Besonderheiten der zuvor gelernten Sprachen sowie die erblichen Veranlagungen des Lerners. Sowohl in der Linguistik als auch in der Sprachpsychologie geht man von einer starken Einbindung von nicht-sprachspezifischen Informationen in den Spracherwerb aus [Kle10; Ull01a]. Wie bei allen kognitiven Prozessen ist auch die Wiederholungsintensität ein wichtiger Einflussfaktor. Insbesondere der Einfluss des Alters ist sowohl aus psychosozialer wie aus neuropsychologischer Perspektive unumstritten. Es lässt sich allgemein beobachten, dass die Plastizität des Gehirns mit zunehmendem Alter abnimmt, was sich vor allem erschwerend auf den Erwerb von prozeduralem Wissen niederschlägt (Vokabeln kann sich auch ein Erwachse-

ner gut merken, das Erlernen einer akzentfreien Aussprache ist dagegen weitaus schwieriger). Allgemein gilt, dass die Wahrscheinlichkeit, ein hohes Sprachniveau zu erreichen, umso größer ist, je früher eine Sprache erlernt wird.

Obwohl beide Autoren zur Erforschung der Sprachfähigkeit unterschiedliche Herangehensweisen verwenden, thematisieren beide die gleichen grundlegenden Fragestellungen im Bezug auf den Spracherwerb; sie ergänzen sich gegenseitig und vermitteln so ein umfassendes Bild der aktuellen Forschungslandschaft. Ullman selbst geht in seinen Publikationen dabei weniger auf die bestehenden Erkenntnisse der Spracherwerbsforschung ein, er vergleicht vielmehr die beim Gebrauch der L1 und der L2 ablaufenden Prozesse auf der Grundlage von experimentellen Studien.

Im Bezug auf ihre Ansichten über die mentalen Grundlagen des Spracherwerbsprozesses unterscheiden sich die Positionen von Klein und Ullman. Klein grenzt den Spracherwerb von den anderen kognitiven Fähigkeiten des Menschen ab und unterteilt die für die Sprachverarbeitung relevanten Prozesse anhand ihre Eigenschaften in drei unterschiedliche Kategorien. Er unterscheidet zwischen Merkmalen, die der Sprache und andere mentalen Operationen gemeinsam sind, charakteristische Attribute, die nur auf die mentale Sprachverarbeitung zutreffen und Erscheinungen, die für eine bestimmte Sprache spezifisch sind.

Für Ullman basieren die mentalen Sprachprozesse dagegen auf den selben neuronalen Strukturen, die auch andere kognitive Leistungen hervorbringen, er nähert sich der natürlichen Sprachproduktion daher aus einer experimentell-pragmatischen Perspektive. Aus diesem Grund basiert die Erklärung der Unterschiede zwischen dem L1- und dem L2-Erwerb bei Ullman auf den allgemeinen Eigenschaften des Langzeitgedächtnisses, dessen Organisation und vor allem der zeitlichen Entwicklung seiner Plastizität.

Beide Forscher vertreten die Auffassung, dass der Spracherwerb zu einem allmählichen Aufbau einer Struktur führt, auf die anschließend das ganze Leben lang zurückgegriffen wird. Die Integration von neuen Inhalten und die Anpassung des vorhandenen Wissens an neue Gegebenheiten ist ein Prozess, der während der Kindheit begonnen wird und das ganze Leben lang andauert. Während sich die im Lexikon abgelegten Informationen ständig verändern, passt sich das grammatische Wissen aber nur langsam an, das erstellte Regelsystem der L1 wird – im Gegensatz zum Wortschatz – nicht oder nur selten erweitert.

Das DP-Modell erhebt den Anspruch, die lexikalischen und grammatischen Prozesse nicht nur in der L1, sondern auch in der L2 erklären zu können, seine Aussagen beziehen sich auf die Sprachfähigkeit als solches und sind mit gewissen Modifikationen auch auf die Zweitsprache anwendbar [Ull05; Ull04; Ull01a]. Wesentlich ist dabei

eine unterschiedliche Rollenverteilung zwischen dem prozeduralen und dem deklarativen Gedächtnis. Während für die L1 gilt, dass grammatisches Wissen im prozeduralen Gedächtnis verankert ist, semantisch-lexikalisches Wissen hingegen mit Hilfe des deklarativen Gedächtnisses erworben und verarbeitet wird, so nutzt die Zweitsprache verstärkt das deklarative System. Entscheidend für die Aufgabenverteilung zwischen beiden Bereichen ist das Sprachniveau des Lerners [Ull01c; Ull05; CF06a]. Aus Sicht des DP-Modells führt Übung in der L2 dazu, dass zunächst deklarativ gelernte grammatische Konstruktionen in das prozedurale System verlagert werden. Dies zeigt sich sowohl in der Sprachwahrnehmung, als auch in der Sprachproduktion, komplexe grammatische Strukturen werden im Laufe der Zeit schneller erkannt, gleichzeitig sinkt die Fehlerquote bei der Sprachproduktion. Unterschiede in der Rollenverteilung zwischen prozeduralem und deklarativem Gedächtnis führen unmittelbar zu überprüfbareren Konsequenzen, die im experimentellen Teil der Arbeit näher untersucht werden.

5. Paradigmen für Untersuchungen der Verbformbildung

Die Grundlage aller psycholinguistischen Experimente zur Untersuchung der Sprachverarbeitung ist die Tatsache, dass sprachliche Aktivität, wie auch andere kognitive Vorgänge, auf dem Prinzip Reiz – Antwort basiert. Aus diesem Grund besteht ein experimentelles Paradigma in der Psycholinguistik meistens aus einer Reihe von zeitlich aufeinanderfolgenden Stimuli, welche beim Probanden eine bestimmte Reaktion auslösen sollen. Die Art der verwendeten Reize und der Modus ihrer Darbietung sind, neben der Sprachauswahl selbst, die wichtigsten Parameter des Studiendesigns. Die Aufgabenstellung bezieht sich auf die dargebotene Stimuli und stellt einen weiteren wichtigen Aspekt der Studienplanung dar.

Im Folgenden soll auf die in der psycholinguistischen Forschung am weitesten verbreiteten Studiendesigns näher eingegangen werden, um einen Überblick zu schaffen, welche experimentellen Möglichkeiten bereits zur Untersuchung der mentalen Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verbformen herangezogen wurden.

5.1. Modus der Stimulidarbietung

Die sprachlichen Stimuli können in experimentellen Paradigmen entweder visuell oder auditiv dargeboten werden. Über die Frage, welche Form sich für Studien zur Verbmorphologie besser eignet, findet man in der Literatur unterschiedliche Meinungen. Grundsätzlich geht eine große Gruppe von Forschern, zu denen auch Barsalou [Bar03] gehört, davon aus, dass beide Darbietungsmodi gleichwertig zueinander sind und die Sprachverarbeitung nicht wesentlich beeinflussen. Barsalou begründet diese Sichtweise damit, dass die Sprache ein amodales Symbolsystem darstellt; er geht davon aus, dass die eigentliche abstrakte Information im Gehirn unabhängig von der Darbietungsmodalität repräsentiert ist. Daraus leitet er die grundlegende Annahme ab, dass bei grammatischen Untersuchungen visuelle und auditive Stimuli gleichwertig verwendet werden können.³⁶ Marslen-Wilson und Zhou [MZ99] fanden in einem crossmodalen Priming-Experiment mit visueller Präsentation des Zielworts nur für regelmäßige englische Past Tense Formen einen Priming-Effekt. Für unregelmäßige Formen, wie *slep-slept* ergaben sich dagegen keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollbedingung. Für unregelmäßige Formen, wie *give-gave* fanden sie sogar einen Inhibitionseffekt, das heißt, die Entscheidungszeiten für das Zielwort *give* waren nach der Präsentation des Primes *gave* sogar langsamer als für die Kontrollbedingung. In einer früheren Studie beobachteten Marslen-Wilson

³⁶Unter Priming versteht man die erhöhte Wiedererkennungswahrscheinlichkeit für Informationen, die früher (unbewusst) wahrgenommen wurden, der Priming-Effekt wird ausführlich in Kapitel 6.3 behandelt.

und Tyler [MT97] dagegen in einem unimodalen Priming-Experiment mit auditiver Stimuluspräsentation auch für unregelmäßige Past Tense Formen den vollen Priming-Effekt.

In den meisten der bisherigen Studien zur Verbmorphologie erfolgte die Darbietung der Stimuli visuell. Dies ist größtenteils damit zu erklären, dass die Schriftsprache linguistische Informationen weitestgehend frei von sekundären Faktoren darstellt. Zu diesen gehören akustische Eigenschaften wie die Spezifika der Aussprache, das Sprechtempo, die Tonhöhe oder die Betonung. In neueren Untersuchungen werden visuelle Stimuli meist mit Hilfe eines Bildschirms erzeugt; darüber hinaus sind zusätzliche technische Hilfsmittel nötig, um das Verhalten des Probanden zu erfassen.

Für Studien zur Past Tense Debatte hat die visuelle Darbietung der Stimuli einen weiteren Vorteil. Viele psycholinguistische Modelle gehen davon aus, dass die Marker der morphologischen Regelmäßigkeit bei der visuellen Worterkennung eine Rolle spielen [FFD97; Mar+94; SB94]. Sie unterscheiden sich jedoch in der Frage, ob morphologische Prozesse unabhängig von semantischen Prozessen verlaufen und ob die einzelnen Morpheme separat im mentalen Lexikon abgespeichert werden.

5.2. Aufgabenstellungen in Experimenten zur Verbformbildung

Die Entscheidung, wie die Aufgabe in einem Experiment gestellt wird und welche Stimuli die Probanden bearbeiten müssen, hängt grundsätzlich von den Zielen der jeweiligen Studie ab; im Folgenden stehen die Möglichkeiten zur Untersuchung der Verbmorphologie im Vordergrund. Es wird vor allem auf Paradigmen eingegangen, welche zur Untersuchung der Vergangenheitsbildung geeignet sind.

5.2.1. Bildungen von Verbformen ausgehend von einem Verbstamm

Eine naheliegende Aufgabenstellung zur Untersuchung der Vergangenheitsbildung von Verbformen ist die Darbietung von Verbstämmen mit der Aufforderung an den Probanden, die passende Vergangenheitsform abzuleiten. Diese Art von Aufgabe wurde dementsprechend häufig in Experimenten zur Past Tense Debatte angewandt. In der englischsprachigen Literatur bezeichnet man eine solche Aufgabe auch als „*Stem Inflection*“ oder „*Stem Changing*“. Ausgehend von den visuell dargebotenen Verbstämmen müssen die Probanden durch Anwenden einer morphologischen Transformation eine abgeleitete Form bilden. Um nach Möglichkeit ausschließlich

die unterbewusste Reaktion des Sprachzentrums zu untersuchen, ist die für diese Aufgabe zur Verfügung stehende Zeit typischerweise begrenzt.

Da man während der alltäglichen Sprachproduktion nur mit grammatisch vollständigen Formen konfrontiert wird, stellt die Darbietung eines Verbstammes eine unnatürliche Situation dar. Darüber hinaus kann bei einer auditiven (visuellen) Stimulidarbietung das Auftreten von phonologischem (visuellem) Priming (siehe Kapitel 6) zwischen dem Verbstamm und der entsprechenden Verbform nicht völlig ausgeschlossen werden [MPG97; Mar+92; Ram02]. Anhand dieser beiden Beispiele lässt sich bereits erahnen, dass oft Schwierigkeiten bei der Interpretation der experimentell gewonnenen Daten auftreten, selten können alternative Erklärungsmöglichkeiten für das erhaltene Ergebnis eindeutig ausgeschlossen werden.

5.2.2. Bildungen von Verbformen im Kontext eines Satzes

Um das Problem einer unnatürlichen Situation zu vermeiden, bestehen die Stimuli in vielen Experimenten, wie zum Beispiel bei Penke et al. [Pen+97], aus ganzen Äußerungen, die einen Kontext für das Verb, den eigentlichen Untersuchungsgegenstand, zur Verfügung stellen. Die Probanden werden in diesem Fall aufgefordert, das Verb innerhalb des Kontextes einzufügen oder zu verändern. Die Bildung einer Vergangenheitsform geschieht dabei durch die konzeptuelle Anpassung des entsprechenden Verblexems vor dem Hintergrund einer fiktiven Äußerung.

Die Präsentation der als Stimuli verwendeten Sätze kann man auf verschiedene Art und Weise durchführen, in Experimenten mit Reaktionszeitmessungen erscheinen die Sätze meist visuell auf einem Bildschirm. Um den Einfluss von sekundären Effekten, wie etwa der Lesegeschwindigkeit, möglichst gering zu halten, kann der Satz dem Probanden auch in mehreren Teilen dargeboten werden. In der Studie von Penke et al. [Pen+97] wurden den Probanden 20 Sätze auf einem Bildschirm Wort für Wort präsentiert, die jeweils ein korrekt oder inkorrekt gebildetes Partizip enthielten, wobei das eigentliche Zielwort erst am Ende des Satzes erschien. Zu den Stimuli gehörten unregelmäßige Verben mit der Partizipendung *-n*, unregelmäßige Verben mit dem regelmäßigen Suffix *-t*, regelmäßige Verben mit dem Partizipsuffix *-t* und regelmäßige Verben mit der unregelmäßigen Endung *-n*, insgesamt wurden für diese Studie 50 Sätze kreiert. Durch ein solches Vorgehen kann sichergestellt werden, dass der Proband den Kontext des ganzen Satzes kennt und die Reaktionszeit trotzdem nur gering durch die Lesegeschwindigkeit beeinflusst ist.

Alternativ können die Sätze auch immer als Ganzes dargestellt werden. Die resultierende Situation ist viel natürlicher, für präzise Reaktionszeitmessungen aber eher ungeeignet. In den von Ullman durchgeführten Studien wurde dieser Typ von Auf-

gabenstellung besonders häufig mit vorgefertigten Lückensätze angewendet [Ull04]. Bei dieser Art von Aufgabenstellung (Vervollständigung der Lückensätze) lassen sich besonders gut rein morphologische Prozesse untersuchen, bei denen der Proband die Wahl zwischen einer begrenzten Menge an Alternativen (regelmäßige oder unregelmäßige Verbform) hat. Obwohl die Probanden die Verben im Kontext eines Satzes sehen, müssen sie in ihrer Antwort keine Äußerung sondern lediglich eine veränderte Verbform bilden. Solche Experimente basieren auf der grundlegenden Annahme, dass Zeitkonzepte, wie die Vergangenheitsbildung, auch im Kontext eines ganzen Satzes in erster Linie das Verb betreffen und das Paradigma daher zur Untersuchung der Verbmorphologie geeignet ist. Dies liegt auch daran, dass die Vervollständigung des Satzes mit der Finitheit des Verbs verknüpft ist³⁷.

Werden ganze Sätze zur Untersuchung der Verbmorphologie in Verbindung mit Reaktionszeitmessungen verwendet, so muss beachtet werden, dass die im Kontext des Satzes enthaltene Information die Reaktionszeiten des Probanden beeinflussen kann. Jeder Satz evoziert subjektive Eindrücke und Gefühle, da der Proband den Inhalt des Satzes mit seinem Wissen abgleicht. Die sich daraus ergebende subjektive Wahrnehmung der sprachlichen Inhalte kann von der eigentlichen Aufgabenstellung ablenken und ungewollte Reaktionen hervorrufen. Fängt der Proband an, bewusst oder unbewusst über den Inhalt der Sätze nachzudenken, kann dies dazu führen, dass er sich nicht mehr so verhält, wie bei der Experimentplanung antizipiert.

Verwendet man ganze Sätze als Stimulimaterial, so ist die Gefahr groß, dass nicht-morphologische Effekte die Ergebnisse beeinflussen: „*Grammatische Phänomene, die die Wortgrenzen überschreiten, gehören nicht mehr in den Bereich der Morphologie und damit nicht mehr in den Bereich der Flexion, sondern in die Syntax*“ [Wur01, S.40]. Dies zeigte sich auch in der von Ramscar [Ram02] durchgeführten Studie zur Bildung von präterialen Formen. Er fügte künstliche Verben in eine Geschichte ein und stellte bei der Analyse der Ergebnisse fest, dass je nach Kontext, Non-Verben regelmäßig oder unregelmäßig konjugiert wurden. Dies hing davon ab, ob das vom Probanden „erwartete“ Verb einem regelmäßigen Schema folgte oder nicht. Befunde dieser Art zeigen, dass Reaktionen stark vom Kontext abhängig sein können.

Des Weiteren kann bei Sätzen mit gleicher Struktur ein syntaktisches Priming nicht vermieden werden. Es lässt sich experimentell verifizieren, dass der syntaktische Primingeffekt auch bei der Verwendung von Füllsätzen vorhanden bleibt. Dies ist insofern von Bedeutung, als dass sich die Teilaufgaben in einem experimentellen

³⁷ „*Finitheit ist eine verbale Eigenschaft, und ein Verb ist immer dann als finit anzusehen, wenn es in einem selbstständigen (nicht abhängigen) Satz das Prädikat bildet.*“ [HV09, S.173].

Paradigma oft nur unwesentlich (beispielsweise durch den Austausch des zu verändernden Verbs) unterscheiden.

Bei Blickbewegungsmessungen können weitere Artefakte auftreten, die auf die Verwendung von ganzen Sätzen zurückzuführen sind. In Studien wurde nachgewiesen, dass zum Erfassen von einzeln dargebotenen Wörtern deutlich mehr Fixationen nötig sind, als wenn das Wort als Teil eines ganzen Satzes auftritt; beim Lesen ist die Blickbewegung darauf optimiert, den Inhalt des Satzes zu erfassen, viele Details werden nicht wahrgenommen und vom Gehirn automatisch ergänzt. Daher ist es wahrscheinlich, dass während des Lesens mehr als nur ein Wort vom Gehirn verarbeitet wird [SR01]. Dieser Umstand erschwert die Interpretation von Reaktionszeiten. Das hier entwickelte experimentelle Paradigma zur Untersuchung der Verbmorphologie mit Blickbewegungsmessungen setzt daher auf Stimuli bestehend aus einzelnen Verben ohne einen Kontext, um den Einfluss von störenden Effekten möglichst zu reduzieren (siehe Kapitel 7).

In vielen Studien wird als Reaktion auf den dargebotenen Stimulus eine auditive Äußerung des Probanden erwartet. Ein wichtiger Punkt bei der Aufzeichnung solcher Wortmeldungen sind die Besonderheiten des Sprachrhythmus. In einem Experiment kann immer nur die Gesamtreaktionszeit zwischen Reiz und Antwort gemessen werden. Die Zeit, welche zwischen der Zusammenstellung der sprachlichen Äußerung und der eigentlichen Artikulation vergeht, lässt sich dabei nur schwer bestimmen. Der direkte sprachliche Kontext kann diese Zeit jedoch maßgeblich beeinflussen. Kommen in Sätzen seltene oder unerwartete Wörter vor, so wird sich dies auf die Reaktionszeit niederschlagen. Bei der Aufzeichnung der Wortmeldung muss zudem beachtet werden, dass die Artikulation eines Lautes immer von den vorherigen und folgenden Segmenten mitbestimmt wird.

Um ungewollte Einflüsse zu reduzieren, können auch verschiedene Arten von Aufgabenstellungen kombiniert werden. Stanners et al. [Sta+79] untersuchten in einem Studiendesign mit vier verschiedenen Experimenten, ob Präfixe bei präfigierten Wörtern getrennt von den Lexemen gespeichert werden oder nicht. Dabei wurden drei Typen von Stimuli angeboten, zwei verfügten über gebundene und einer über freie Morpheme. Den Probanden wurden jeweils zwei aufeinander folgende Sätze gezeigt. Im ersten Experiment enthielt der erste Satz das Verb in der Grundform, während im zweiten Satz die entsprechende Form im Past Simple auftrat: „*When I get a ballon, I always blow it up. Yesterday I...*“. Während der Anweisung teilte man den Probanden mit, dass ein Ziel des Experimentes in einer möglichst schnellen Abarbeitung der Liste bestünde, die Probanden mussten die Aufgabe also unter Zeitdruck lösen. Auf diese Weise konnte gezeigt werden, dass der Primingeffekt auch auftritt, wenn nicht die gleiche, sondern lediglich eine morphologisch verwandte Form als Prime dargeboten wird.

5.2.3. Bildungen von Verbformen auf der Grundlage von Bildmaterial

Studien zur Verbformbildung sind nicht zwangsläufig auf geschriebene oder gesprochene Sprache als Stimulus angewiesen. Eine weitere Möglichkeit, die bei der Gestaltung von solchen Experimenten zur Verfügung steht, ist die Abbildung einer entsprechenden Handlung oder Situation. Wahlweise können dazu Fotos, Zeichnungen oder Filme verwendet werden. Eine typische Aufgabe des Probanden besteht dann darin, die dargebotenen visuellen Inhalte zu versprachlichen. Solche Aufgaben bezeichnet man auch als „*Picture Inflection*“ [WJP09, S.56].

Woollams, Joanisse und Patterson [WJP09] vertreten die Meinung, dass die Bedeutung eines Verbs in einem Bild besser als in einem verbalen Stimulus kodiert werden kann. Für sie sind Bildbenennungsaufgaben vergleichbar mit konventionellen Paradigmen, welche auf lexikalischen Stimuli beruhen. Sie führen als Vorteil an, dass Bilder frei von störenden lexikalischen Einflüssen sind. Der Regularisierungseffekt (siehe Kapitel 6) sollte folglich niedriger sein, wenn Probanden eine Vergangenheitsform auf Grund einer Abbildung kreieren. Unter Anwendung einer Bildbenennungsaufgabe zeigten Woollams, Joanisse und Patterson [WJP09], dass die Verbstammaktivierung für die Ausführung einer Aufgabe notwendig ist, was als ein Argument gegen die dualen Modelle geltend gemacht werden kann. Andererseits ist aber auch bekannt, dass bei der Bildwahrnehmung subjektive Einflüsse noch stärker ausgeprägt sind, als dies bei den bisher beschriebenen Aufgaben mit sprachlichen Stimuli der Fall ist.

Zusammenfassung

Die Studien zur regelmäßigen und unregelmäßigen Verbverarbeitung verwenden Stimuli, die entweder aus einzelnen Wörtern, ganzen Sätzen oder nicht-sprachlichen, visuellen Informationen (Bilder oder Filme) bestehen. Beim Vergleich von solchen Studien muss beachtet werden, dass die jeweiligen Ergebnisse unter ganz unterschiedlichen Bedingungen zustande kamen; Studien mit verschiedenen Aufgabentypen sind daher untereinander nur bedingt vergleichbar, sie ergänzen sich aber gegenseitig in ihren Aussagen. Die Interpretation der erhobenen Daten geschieht oft vor dem Hintergrund eines ganz bestimmten Sprachverarbeitungsmodells. Darin verbirgt sich die Gefahr, dass experimentelle Befunde einseitig interpretiert werden, viele Ergebnisse lassen sich auch mit Hilfe von alternativen Erklärungen plausibilisieren.

5.2.4. Die Verwendung von Non-Wörtern

In vielen Experimenten werden künstlich erschaffene, in der realen Sprache nicht existierende Wörter als Stimulus verwendet. Unter einem künstlichen Wort („Non-Wort“ oder auch „Nonsenswort“ [PW12, S.72]) versteht man eine Reihe von Laut- oder Buchstabensequenzen, welche den real existierenden Wörtern einer Sprache strukturell ähneln. Aus der Art und Weise, wie ein Proband mit Non-Wörtern umgeht, lassen sich oft Rückschlüsse über die mentale Sprachverarbeitung ableiten.

In Studien, welche eine bestimmte morphologische Fragestellung verfolgen, können künstliche Wörter entweder nach einem grammatischen Muster kreiert werden oder sie repräsentieren lediglich eine wortähnliche Zeichenkette, die keine grammatischen Marker enthält. In diesem Zusammenhang spricht man auch von morphologischer bzw. semantischer Transparenz. Sind Morpheme klar abgetrennt und weisen eine eindeutige Funktion auf, so handelt es sich um morphologische Transparenz. Semantische Transparenz liegt vor, wenn sich die Gesamtbedeutung der komplexen Formen aus den Einzelbedeutungen der enthaltenen Morpheme berechnen lässt.

Im Rahmen von Untersuchungen zur Speicherung von lexikalischen Einträgen konnte nachgewiesen werden, dass nach untypischen phonologischen oder orthographischen Mustern gebildete Wörter schwieriger zu speichern sind als solche, die gewohnten Strukturen folgen. Diese Auswirkungen der phonologischen Ähnlichkeit kann durch die Mechanismen assoziativer Gedächtnisspeicher erklärt werden, welche Verbindungen zwischen Elementen mit ähnlichen Form- und Inhaltsmerkmalen herstellen [Pen06, S.77].

In den meisten Experimenten bekommen die Probanden die Anweisung, künstliche Wörter wie natürliche zu behandeln. Die Studie von Berko [Ber58] ist eine der ältesten Untersuchungen mit diesem Paradigma. Das verwendete Studiendesign erwies sich als äußerst erfolgreich und wird immer noch angewendet (siehe Indefrey [Ind02]).

Eine wichtige Studie zur Untersuchung der Vergangenheitstempora mit künstlichen Wörtern wurde von Bybee und Moder [BM83] an erwachsenen L1-Sprechern durchgeführt. Die dargebotenen künstlichen Stämme unterschieden sich in ihrer Ähnlichkeit zu der Verb-Gruppe „ing-ung“ (*ring-rang-rung*, *spring-sprang-sprung*). Die Autoren untersuchten, wie oft die Probanden die Non-Wörter regelmäßig bzw. unregelmäßig konjugierten und stellten fest, dass künstliche Verben, die der Verbgruppe „ing-ung“ ähnelten, von etwa 80 Prozent der Probanden eine unregelmäßige Form in der Vergangenheit erhielten. Bei künstlichen Verben, die der Gruppe „ing-ung“ weniger ähnelten (*krink*), bildeten nur 50 Prozent der Probanden eine

unregelmäßige Vergangenheitsform. Künstliche Verben wie *vid* oder *kib*, die nur den Vokal mit den Verben aus der Gruppe teilen, erhielten dagegen lediglich in etwa 20 Prozent der Fälle Formen wie *vud*, oder *kub*. Je mehr die künstlichen Wörter den realen unregelmäßigen Verben ähnelten, desto mehr Probanden generierten also eine entsprechende unregelmäßige Form.

Prasada und Pinker [PP93] wiederholten das Experiment von Bybee und Moder [BM83] mit regelmäßigen und unregelmäßigen Verben. Als Stimuli verwendeten sie sowohl künstliche Verben, die den regelmäßigen Verben ähnelten, als auch solche, die sich von diesen unterschieden. Sie stellten fest, dass die Probanden dazu tendierten, die Verben, die für sie ungewöhnlich klangen, in der Vergangenheit regelmäßig zu beugen. Sie bestätigten außerdem, dass nur unregelmäßige Verben den Nachbarschaftseffekt („*neighborhood clustering*“, siehe Unterkapitel 5.4) zeigten. Die Frequenz, mit der Unregelmäßigkeiten bei künstlichen Wörtern auftraten, hing mit der phonologischen Ähnlichkeit der Stimuli mit real existierenden Verben zusammen [BM83; PP93].

Bei der Interpretation von Experimenten mit Non-Wörtern muss man immer mögliche, aus der Verwendung von künstlichen Wörtern resultierende, systematische Abweichungen von der normalen Sprachproduktion berücksichtigen. So thematisiert Jordens [Jor98, S.63] den Umgang mit künstlichen Wörtern von Erwachsenen und Kindern. Er unterstreicht, dass Erwachsene – im Gegensatz zu Kindern – erkennen, dass künstliche Wörter nicht ihrer Muttersprache angehören und vertritt deshalb die Auffassung, dass die Berücksichtigung dieses Wissens die Reaktion von erwachsenen Probanden beeinflussen kann. Außerdem darf die Verarbeitung von künstlichen Wörtern nicht ohne Weiteres mit der Verarbeitung von Lexemen gleichgestellt werden.

In vielen Experimenten kommen gezielt künstliche Wörter zum Einsatz, die eine Ähnlichkeit mit unregelmäßigen Verben aufweisen und oft von den Probanden unregelmäßig konjugiert werden. Für die meisten Verben, die neu in eine Sprache hinzukommen (*skypen*, *googeln*) ist dies aber nicht der Fall, sie werden regelmäßig gebildet (*skypete*, *googelte*). Wie in Kapitel 1 diskutiert, ist lediglich die regelmäßige Konjugation produktiv.

5.3. Aufzeichnung der Reaktionen während des Experimentes

Um die bei der Sprachproduktion ablaufenden kognitiven Vorgängen zu untersuchen, müssen die Reaktionen des Probanden auf die Stimuli aufgezeichnet werden. Hierzu stehen, abhängig von der Beobachtungsgröße, verschiedene technische Verfahren zur Verfügung. In manchen Untersuchungen werden die Probanden lediglich aufgefordert, den visuell dargebotenen Stimulus unverändert vorzulesen („*reading*

aloud“) oder das Gehörte nachzusprechen. In den meisten Studien zur Morphologie sollen die Probanden allerdings eine Transformation durchführen, beispielsweise die Veränderung eines Verbs. Zur Erfassung des Ergebnisses sind einfache Rückmeldungen per Tastendruck und Wortmeldungen besonders verbreitet. Bei Studien mit bildgebenden Verfahren wird der Proband gelegentlich dazu aufgefordert, die Antwort nur „in Gedanken“ zu geben, um Körperbewegungen zu vermeiden.

Viele Studien erheben Reaktionszeitdaten, hierzu müssen die expliziten oder impliziten Rückmeldungen des Probanden mit hoher zeitlicher Auflösung registriert werden. Zu der Kategorie der expliziten Reaktionen gehört beispielsweise der Tastendruck bei Entscheidungsexperimenten oder die Aufzeichnung der Sprachproduktion selbst; Blickbewegungen zählen dagegen zu den impliziten Reaktionen. Die wichtigsten Messverfahren werden im nächsten Kapitel ausführlich erläutert.

Die Bedingungen, unter denen der Proband die Aufgabe ausführen muss, können je nach Paradigma breit variieren. Das Ziel eines jeden psycholinguistischen Experimentes ist die Untersuchung der bei der mentalen Sprachproduktion ablaufenden Prozesse, die experimentelle Situation sollte daher so natürlich wie möglich sein. Um bewusste Prozesse zurückzudrängen sind Zeitdruck („*time pressure*“) und künstliche Ablenkungen am weitesten verbreitet. In den meisten Studien wird dem Probanden vorher mitgeteilt, welche Arten von Reaktionen aufgezeichnet werden. Es ist jedoch oft sinnvoll, die eigentlich zu ermittelnden Daten verdeckt („*masked*“) aufzuzeichnen, um einer bewussten Beeinflussung durch den Probanden vorzubeugen. Die wahre Fragestellung der Untersuchung wird den Probanden dann nicht oder erst nach dem eigentlichen Experiment mitgeteilt.

Während einer Untersuchung kann auf Grund des breiten Fehlerspektrums normalerweise nicht unmittelbar festgestellt werden, ob ein Proband die gestellte Aufgabe richtig oder fehlerhaft löst. Oft kommt es zu ungrammatikalischen Äußerungen (z.B. die Bildung des Partizips anstatt der Vergangenheitsform), der Stimulus wird ohne morphologische Transformation einfach wiederholt, es werden falsche Flexionsmuster angewendet, es kommt zu Regularisierungen bei unregelmäßigen Formen oder es erfolgt keine Rückmeldung innerhalb der für die Aufgabe vorgesehenen Zeitspanne, um nur einige Möglichkeiten zu nennen [WJP09, S.61].

5.4. Sprachspezifische Effekte

In morphologischen Studien soll die mentale Realisierung der Grammatik untersucht werden. Für die Analyse der dualen Modelle steht dabei die Frage im Vordergrund, ob sich die Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Formen unterscheidet. Wird in einem Experiment ein Unterschied zwischen regelmäßigen

und unregelmäßigen Stimuli gemessen, so folgt daraus aber nicht zwangsläufig, dass dieser auf die grammatischen Eigenschaften der Stimuli zurückzuführen ist. Die verwendeten Stimuli können sich auch bezüglich anderer Merkmale wie Frequenz oder phonologischer Struktur systematisch unterscheiden. Auf die wichtigsten Effekte, die bei der Zusammenstellung des Stimulimaterials bzw. bei der Analyse der Daten zu beachten sind, wird im Folgenden näher eingegangen.

5.4.1. Der Regelmäßigkeitseffekt

In Sprachen, die zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Formen unterscheiden, kann der Regelmäßigkeitseffekt („*regularity effect*“) beobachtet werden. Darunter versteht man die fehlerhafte regelmäßige Bildung von unregelmäßigen Verben, beispielsweise *singen - singte* (der Regelmäßigkeitseffekt ist nicht nur auf Verben beschränkt, er kann auch bei anderen Wortarten registriert werden). Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Übergeneralisierungen, da eine grammatische Regel auf eigentlich, nicht in ihren Geltungsbereich fallende, unregelmäßige Formen angewendet wird. Der umgekehrte Fall, also die fehlerhafte unregelmäßige Flexion eines regelmäßigen Verbs, beispielsweise durch Anwendung eines Ablautmusters, tritt deutlich seltener auf. In der Studie von Seidenberg und Bruck [SB90] wurden gezielt Unregelmäßigkeitsfehler wie *machen - much* gemessen, ihr Anteil betrug lediglich 2.6 Prozent (siehe hierzu auch die Arbeit von Prasada, Pinker und Snyder [PPS90]).

Wie bereits in Kapitel 4 erwähnt, kann der Regelmäßigkeitseffekt auch in der Sprachproduktion von Kindern, die die Flexionsmorphologie noch nicht vollständig erworben haben, beobachtet werden. In der Studie von Marcus et al. [Mar+92, S.35] betrug der Anteil an Fehlern, die auf den Regelmäßigkeitseffekt zurückzuführen sind, 2.5 Prozent; Marchman, Plunkett und Goodman [MPG97] berichteten sogar von über 10 Prozent. Auch in der Sprachproduktion von Patienten mit spezifischen Gehirnverletzungen treten Regelmäßigkeitsfehler auf [Cor+06; Lam+01] (siehe hierzu auch [WJP09, S.56]). Im Vergleich liegt der Anteil an Fehlern, die sich durch den Regelmäßigkeitseffekt erklären lassen, in der natürlichen Sprachproduktion von gesunden erwachsenen Muttersprachlern laut Marcus et al. [Mar+92] bei nur 0.0004 Prozent.

5.4.2. Der Frequenzeffekt

Eines der wichtigsten Kriterien, das bei der Stimuluszusammenstellung und der Datenanalyse berücksichtigt werden muss, ist die Häufigkeit, mit der die verwendeten Wörter in der Sprache vorkommen. Dieses Phänomen wird in der Psycho-

linguistik als Frequenzeffekt bezeichnet und stimmt mit der allgemeinen Beobachtung überein, dass der resultierende Lerneffekt umso größer ist, je öfter man mit einer bestimmten Information konfrontiert wird. Diese Eigenschaft ist für das Gedächtnis charakteristisch und betrifft visuelle, auditive und andere sensorische Reize; der Frequenzeffekt kann sowohl beim Kurz- als auch beim Langzeitgedächtnis beobachtet werden. Die Häufigkeit, mit der ein bestimmtes Wort verwendet oder wahrgenommen wird, unterscheidet sich zwar von Mensch zu Mensch, Durchschnittswerte können aber durch die Analyse von großen Sprachkorpora ermittelt werden.

Für die Sprachverarbeitung ist der Frequenzeffekt von großer Bedeutung. In Studien konnte belegt werden, dass ein Wort um so besser (schneller, fehlerfreier) erkannt wird, je häufiger es in der Sprache vorkommt [Ell02, S.145], [Gün89, S.14], [GFS89, S.97], [RGM70]. Der Frequenzeffekt lässt sich generell gut mit Reaktionszeitexperimenten nachweisen. So belegen Studien zu Singular- und Pluralformen im Niederländischen [BDS97] und im Italienischen [Baa96] Korrelationen der Reaktionszeit mit der Frequenz der untersuchten Wörter. Kommt ein Wort häufiger im Singular als im Plural vor, so ist die Reaktionszeit auf die Singularform schneller als auf die Pluralform. Wenn die Pluralform jedoch die frequentere ist, dann unterscheiden sich die Zugriffszeiten auf Singular- und Pluralform nicht voneinander. Solche Ergebnisse lassen nicht nur Rückschlüsse auf die Organisation des mentalen Lexikons zu, sie liefern offensichtlich auch Erkenntnisse über die Rolle der mentalen Grammatik in der Sprachproduktion.

Auch bei der Bildung von Vergangenheitstempora konnten Frequenzeffekte bei unregelmäßigen morphologischen Formen nachgewiesen werden. Einer der ersten Nachweise des Frequenzeffektes im Bereich der Verbmorphologie wurde von Stemberger [Ste84] erbracht. Er untersuchte 7000 Versprecher englischsprachiger Probanden und stellte fest, dass seltene, unregelmäßige Verben im Vergangenheitskontext signifikant häufiger unmarkiert bleiben als frequente, starke Verben.

Die Gewinnung von Informationen über Sprachverarbeitungsprozesse durch Analysen von Versprechungsmustern ist umso glaubwürdiger, je größer die Menge an untersuchten Beispielen ist. Zu diesem Zweck wurden große Korpora mit Versprechern angelegt, bekannt sind der Frankfurter Versprecherkorpus, der MIT-Korpus und der UCLA-Korpus [KL04, S.210]. Dennoch gibt es auch Kritik an dieser Art der Analyse. So stellt sich unter anderem die Frage, inwieweit man aus einzelnen Fehlern Aussagen über eine ganze grammatische Kategorie ableiten kann, zumal Versprecher im Allgemeinen nicht reduplikabel und stark vom Kontext beeinflussbar sind.

Das Vorhandensein eines Frequenzeffektes lässt darauf rückschließen, dass die entsprechende Form separat im mentalen Lexikon abgelegt ist, dies konnten Arbei-

ten von Prasada, Pinker und Snyder [PPS90] und Seidenberg und Bruck [SB90] belegen. In den von ihnen durchgeführten Experimenten wurden englischen Muttersprachlern ein Verbstamm am Bildschirm gezeigt und die Probanden mussten möglichst schnell die entsprechende Vergangenheitsform bilden. Signifikant weniger Zeit benötigten sie dabei für unregelmäßige Verben mit hoher Frequenz (in der Vergangenheit), verglichen mit unregelmäßigen Verben mit niedriger Frequenz. Ein Geschwindigkeitsgewinn zeigte sich insbesondere auch dann, wenn die Frequenz der Verbstämme ähnlich war. Dies legt die Vermutung nahe, dass der Abruf von wenig geübten Formen für das Gehirn schwieriger ist. Das verstärkte Auftreten des Frequenzeffektes bei unregelmäßigen Vergangenheitsformen im Vergleich zu regelmäßigen Verben stützt die Sichtweise der dualen Modelle [PP93].

Clahsen, Eisenbeiss und Sonnenstuhl-Henning [CES97] verglichen in einem lexikalischen Entscheidungstest mit deutschen Muttersprachlern, die für die Wortidentifikation von frequenten und seltenen irregulären Partizipien gemessenen Reaktionszeiten. Um einen phonologischen Einfluss durch verschiedene Ablautmuster auszuschließen, untersuchten sie nur Verben des Ablauttyps ABA, bei denen der Stammvokal in Grundform und Partizip identisch ist (*laufen-lief-gelaufen*). Die Versuchspersonen benötigten in diesem Experiment zur Identifikation von seltenen irregulären Partizipien deutlich mehr Zeit (625 ms) als zur Identifikation von frequenten Partizipien (593 ms). Bei regulären Partizipien konnte dagegen kein Frequenzeffekt nachgewiesen werden, die Reaktionszeiten für seltene (613 ms) und häufige (617 ms) Formen zeigten keinen signifikanten Unterschied. Das Ergebnis dieser Studie spricht dafür, dass die getesteten irregulären Partizipformen im mentalen Lexikon gespeichert sind.

Interessant ist auch die Beobachtung, dass die meisten unregelmäßigen Verben eine sehr hohe Frequenz aufweisen. Im Englischen existieren ca. 200 unregelmäßige Verben. Wenn man die Frequenz dieser Verben einschließlich ihrer Verbformen betrachtet, so fällt auf, dass sie sehr häufig im Sprachgebrauch vorkommen. Von den 30 häufigsten Vergangenheitsformen sind im Englischen 22 unregelmäßig [KF67]. Ferner stellte Slobin [Slo71, S.102] in Spracherwerbsuntersuchungen fest, dass in 49 Stunden Gesprächszeit eines Erwachsenen mit einem Kind (Alter 18 bis 26 Monate) auf 292 unregelmäßige Verbformen nur 99 regelmäßige auftraten.

Die hohe Frequenz der unregelmäßigen Verben kann laut Daugherty und Seidenberg [DS94] gut mit Hilfe der konnektionistischen Netzwerktheorien erklärt werden. Nach dieser Theorie neigt das Netzwerk zur regelmäßigen Bildung, da die größere Anzahl an Einträgen diesem Muster folgt. Entsprechend rufen die regelmäßigen Formen einen höheren Grad an Aktivierung im Netzwerk hervor. Nur wenn eine unregelmäßige Form eine hohe Frequenz besitzt, kann sie der Neigung des Netzwerkes zur regelmäßigen Bildung entgehen. Auch aus der Sicht der dualen Theorien ist dies

plausibel; Pinker [Pin99] geht davon aus, dass nur die assoziativen Verbindungen des mentalen Lexikons von der Frequenz beeinflusst werden, nicht aber jene, die mit der Anwendung einer mentalen Regel verknüpft sind. Genau wie Pinker, verankert auch Ullman den Grund für den Frequenzeffekt im lexikalischen Teil des mentalen Lexikons.

In einem Elizitationsexperiment³⁸ konnten Stemberger und MacWhinney [SM86] zeigen, dass hochfrequente, unregelmäßige Formen ungeteilt und separat von den zugehörigen Infinitivformen gespeichert werden. Generell wurde nachgewiesen, dass hochfrequente, morphologisch komplexe Formen die Tendenz zeigen, als ganze Einheiten aufgerufen zu werden ([Bau01, S.102], [FS92, S.111], [Hay01, S.99]). Allerdings stellte Hay [Hay01, S.103] in seinen Studien fest, dass die Verarbeitung komplexer Formen auch von der relativen Frequenz ihrer Bestandteile abhängig sein kann. Dieser Effekt wurde bei flektierten und bei produktiven, abgeleiteten Wörtern und Komposita beobachtet [Taf79]. Dabei konnten Unterschiede in der Speicherung zwischen hoch- und niedrigfrequenten Wörtern anhand von Reaktionszeitdaten in Experimenten zu lexikalischen Entscheidungen ausgemacht werden. Einen Überblick über solche Studien findet man beispielsweise bei Laudanna, Badecker und Caramazza [LBC92] und Balota [Bal94].

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob nur die Grundform eines Verbs, oder auch seine abgeleiteten Formen bei der Bestimmung seiner Frequenz berücksichtigt werden sollen. Das Problem besteht darin, dass es nicht möglich ist, eine Liste von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben mit vergleichbaren Lemma- und Umfeld-Frequenzen zusammenzustellen (siehe Alegre und Gordon [AG99] für das Englische). Die bisherigen Ergebnisse von Studien, die sowohl die Frequenz des Stammes, als auch die aller seiner abgeleiteten Formen bei der Planung und Auswertung berücksichtigen, sind nicht eindeutig. Sie variieren, je nachdem ob es sich um die Frequenz einer bestimmten Vergangenheitsform oder die Frequenz aller Formen des Verbs handelt [Sei92].

Generell erwartet man also, dass frequentere Wörter schneller erkannt werden und kürzere Reaktionszeiten zeigen [RD86]. Der Frequenzeffekt wird daher als Beweis dafür angesehen, dass hochfrequente Wörter über eine (im Vergleich mit niederfrequenten Wörtern) stärkere mentale Repräsentation verfügen, auf die dementsprechend schneller zugegriffen werden kann.

³⁸Unter einem Elizitationsexperiment versteht man die Erschaffung eines Kontextes mit dem Ziel, den Probanden zu einer bestimmten sprachlichen Äußerung zu bringen.

5.4.3. Phonologische Effekte

Neben der Häufigkeit eines Wortes spielen vor allem dessen phonologische Eigenschaften eine wichtige Rolle. Weisen zwei Wörter große Gemeinsamkeiten auf, so können sie sich – unabhängig von ihrer grammatischen Relation – gegenseitig beeinflussen, man spricht dann von phonologischen Effekten. Als phonologische Nachbarn werden Lexeme bezeichnet, die gemeinsame phonologische Eigenschaften teilen, zum Beispiel zwei Verben der selben Ablautklasse.

Treten bei der Verarbeitung von phonologisch ähnlichen Formen längere Reaktionszeiten auf, so spricht man vom phonologischen Nachbarschaftseffekt. Dieser ist aus der Sicht der Single-Route Modelle (siehe Kapitel 2) für alle flektierten Formen zu erwarten. In Experimenten zeigt sich, dass regelmäßige Verben, deren Stamm sich mit den Stämmen eines oder mehrerer unregelmäßiger Verben reimt, langsamer und fehleranfälliger flektiert werden, als Verben, die sich nur auf andere regelmäßige Verben reimten (z.B. das Verb *ping-pinged* und die Formen *sing-sang*, *ring-rang* gegenüber den Verben *rush-rushed*, *hush-hushed*, *gush-gushed*) [SB90].

Anfänglich wurde dieser, das phonologische Umfeld des Wortstamms betreffende Effekt, in den dualen Theorien nicht berücksichtigt; sie gingen davon aus, dass nur die unregelmäßigen Formen nach dem Prinzip der phonologischen Nachbarschaft („*phonological neighbourhoods*“, *throw - threw*, *blow - blew*) organisiert sind. In neueren Arbeiten nehmen die Vertreter der dualen Theorien dagegen an, dass es eine sublexikale Aktivierung von phonologisch ähnlichen Verbstämmen gibt, welche die Verarbeitungsgeschwindigkeit reduziert und verstärkt zur falschen Bildung nach einem unregelmäßigen Muster führt [Pin99; PU02; UBO97; Ull05]. Auch die Möglichkeit, dass die Vergangenheitsformen von regelmäßigen Verben mit hoher phonologischer Ähnlichkeit zu unregelmäßigen Verben separat im mentalen Lexikon gespeichert sind, wird diskutiert.

Wenn die Vergangenheitsformen der unregelmäßigen Verben als eigenständige Einträge im mentalen Lexikon vorliegen, so stellt sich die Frage, inwieweit ein phonologisches Priming der Vergangenheitsform die Grundform beeinflusst [Mar+92; Ram02; Ste04]. Interessant ist auch festzuhalten, dass manche Forscher davon ausgehen, dass die Vergangenheitsbildung bei den unregelmäßigen Verben lediglich eine phonologische Transformation des Verbs darstellt [MPG97]. Dies würde bedeuten, dass die mentale Verarbeitung solchen Formen ohne Einbindung der Grammatik vollzogen werden könnte.

Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die Länge eines Wortes, sie kann die gemessenen Reaktionszeiten signifikant beeinflussen. In verbmorphologischen Untersuchungen ist dies von großer Bedeutung, da sich sowohl im Englischen als auch im

Deutschen die regelmäßigen Verben von den unregelmäßigen im Bezug auf ihre durchschnittliche Silbenanzahl unterscheiden – die meisten regelmäßigen Formen bestehen mindestens aus zwei Silben, unregelmäßige Verben sind dagegen größtenteils einsilbig. Allein diese Tatsache kann die Reaktionszeiten in einem Experiment systematisch beeinflussen und fälschlicherweise für einen sprachlichen Effekt gehalten werden.

5.5. Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die am weitesten verbreiteten Aufgabenstellungen für psycholinguistische Experimente zur Verbmorphologie vorgestellt. Ein Schwerpunkt lag dabei auf Studien, die zur Untersuchung der Dichotomie, bestehend aus regelmäßigen und unregelmäßigen Verben, geeignet sind. Es zeigt sich, dass kein perfektes Paradigma existiert, welches universell einsetzbar und frei von Gefahren der Artefakten ist. Eine große Herausforderung bei der Planung eines psycholinguistischen Experimentes ist daher die sorgfältige Auswahl der Aufgabenstellung und deren Anpassung an die Ziele und Forschungsfragen der jeweiligen Untersuchung, um möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten.

Neben Einflüssen durch die Aufgabenstellung können auch verschiedene sprachspezifische Effekte die experimentellen Ergebnisse systematisch verändern. Bei der Auswahl der Stimuli und der Interpretation der Ergebnisse, müssen insbesondere der Frequenz- und der Regelmäßigkeitseffekt sowie die phonologischen Eigenschaften der Stimuli berücksichtigt werden. Jeder, der hier diskutierten sprachlichen Effekte – der Regelmäßigkeitseffekt, der Frequenzeffekt und der phonologische Nachbarschaftseffekt – lassen sich durch die Eigenschaften von assoziativen Gedächtnisspeichern erklären, welche Verbindungen (Assoziationen) zwischen Elementen mit ähnlichen Form- und Inhaltsmerkmalen herstellen. Diese Verbindungen verstärken sich mit jeder Aktivierung, was zu einem schnelleren Zugriff führt. Die Verbindungsstärke beeinflusst sowohl die Verarbeitungsgeschwindigkeit in Entscheidungsaufgaben, als auch die Genauigkeit bei der Sprachproduktion, insbesondere unter Zeitdruck. Diese Effekte können Reaktionszeiten für sprachliche Aufgaben beeinflussen. Es ist wichtig, das gesamte experimentelle Paradigma und alle ausgesuchten Stimuli in dieser Hinsicht zu überprüfen, um mögliche negative Einflüsse zu vermeiden.

Auch die in Bildern oder vorgefertigten Sätzen enthaltende Kontextinformation kann die Reaktionszeiten des Probanden mitbestimmen und somit die Auswirkungen der sprachlichen Eigenschaften verschleiern. Man muss sich stets vor Augen halten, dass das Sprachverhalten eines Probanden durch seine subjektiven Erfahrungen und Empfindungen beeinflusst ist, auch der Grad seiner Konzentration bestimmt

nachhaltig die gemessenen Reaktionszeiten. Für die Untersuchung von morphologischen Prozessen ist es daher erstrebenswert, möglichst ohne potentiell ablenkende Kontextinformationen auszukommen.

6. Experimentelle Methoden

In diesem Kapitel werden die wichtigsten experimentellen Methoden erläutert, die für Studien zur Überprüfung der dualen Sprachverarbeitungsmodelle (siehe Kapitel 2) und insbesondere dem deklarativ-prozeduralen (DP) Modell von Ullman (siehe Kapitel 3) bislang verwendet wurden. Jedes der hier vorgestellten Verfahren verfügt über spezifische Vor- und Nachteile, sodass sich die verschiedenen Experimente gegenseitig in ihren Ergebnissen ergänzen.

Die beiden wichtigsten Messparameter, die in Studien zur Sprachverarbeitung erhoben werden, sind die Zeit und die Genauigkeit, mit der ein bestimmter Stimulus verarbeitet wird. Da die kognitiven Vorgänge im Gehirn auf der Zeitskala von einigen wenigen Millisekunden ablaufen, ist es erstrebenswert, solche kleinen Zeitintervalle experimentell messen zu können. Hierzu stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Darüber hinaus lassen sich aber auch mit Verhaltensstudien ohne genaue Zeitmessungen wichtige Informationen zur Überprüfung einer Hypothese gewinnen.

In den letzten Jahren wurden in vielen Experimenten Reaktionszeitmessungen, unter anderem in Priming-Paradigmen, mit unterschiedlichen Sprachen zur Untersuchung der Verbmorphologie durchgeführt. In vielen dieser Experimente zeigen die Auswertungen signifikante Unterschiede zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Formen bezüglich ihrer orthographischen, semantischen und frequentiven Eigenschaften, was für die duale Ansätze spricht. Ziel dieser Arbeit ist es, die Aussagen des DP-Modells von Ullman mit Hilfe von Priming und Blickbewegungsmessungen zu untersuchen; daher werden vor allem diese beiden Verfahren ausführlich beschrieben. Der in diesem Kapitel gegebene Methodenüberblick erlaubt es, die in der Literatur publizierten Ergebnisse nachzuvollziehen; sind die experimentellen Umstände bekannt, auf denen eine Schlussfolgerung beruht, so lässt sich deren Aussagekraft besser einschätzen.

6.1. Experimente zu lexikalischen Entscheidungen

Studien mit Aufgaben zu lexikalischen Entscheidungen sind in der Psycholinguistik weit verbreitet, vor allem in Untersuchungen mit Sprachen, die zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Formen unterscheiden. Solche Experimente basieren darauf, dass Entscheidungen über einen (quasi-) lexikalischen Stimulus nur im mentalen Lexikon getroffen werden können [Gün89, S.20]. Nachdem im letzten Kapitel eine detaillierte Beschreibung der für solche Experimente geeigneten Stimuli gegeben worden ist, soll nun auf die Aufzeichnung der Reaktionen eingegangen werden.

Mit Verweis auf Coltheart [Col78] unterstreicht Günther [Gün89, S.20], dass zur Untersuchung der Vorgänge beim lexikalischen Zugriff nur solche Aufgaben herangezogen werden können, bei denen sichergestellt ist, dass die Stimuli auch tatsächlich lexikalisch analysiert werden. Mit einem solchen Paradigma kann man zum einen den Verlauf eines lexikalischen Zugriffs, zum anderen die Art der lexikalischen Repräsentation im mentalen Lexikon untersuchen. Die Frage danach, wie die Information aus einem Reizwort extrahiert wird, um die mit ihm verknüpften mentalen Inhalte aus dem Gedächtnis abzurufen, liegt daher im Kern eines jeden Experimentes mit lexikalischen Entscheidungen.

6.2. Reaktionszeitmessungen

Die experimentelle Erforschung der morphologischen Prozesse setzt in vielen Paradigmen die Messung von Reaktionszeiten voraus. In einem Experiment können die unterschiedlichsten Reaktionen der Probanden mit den verschiedensten Techniken aufgezeichnet werden. Dabei handelt es sich in erster Linie um explizite Reaktionen wie Wortmeldungen, Tastendrücke oder bewusste Blickfixationen [Des+06; Jae+96; SSI04]³⁹.

Es ist oft sinnvoll, nicht nur die Reaktionszeiten, sondern auch die Qualität des Prozesses (richtige oder falsche Antwort) auszuwerten. Da die Reaktionszeit eine so bedeutende Messgröße für die Psycholinguistik darstellt, werden immer wieder neue Messverfahren entwickelt. Eine Darstellung, wie Reaktionszeitmessungen verwendet werden können, um morphologische Prozesse zu untersuchen, findet man unter anderem bei Bowden et al. [Bow+10]. So werden Reaktionszeitexperimente oft im Zusammenhang mit lexikalischen Entscheidungen und Priming durchgeführt; sie lassen sich auch gut mit anderen Methoden kombinieren, um mehrere Beobachtungsgrößen gleichzeitig zu erheben. Beispielsweise kann man deutlich mehr Informationen erfassen, wenn zusätzlich zu der Reaktionszeit auch die Blickbewegungen des Probanden aufgezeichnet werden. Durch den Vergleich der Reaktionszeiten auf unterschiedliche Stimuli lassen sich Informationen über die mentale Sprachorganisation gewinnen.

In vielen Studien werden die Reaktionen der Probanden verdeckt, d.h. ohne deren Kenntnis, aufgezeichnet [Ber+03; Dho+03; JS05]. Womöglich unterscheiden sich die kognitiven Prozesse, die bei Experimenten mit verdeckter Erfassung der Messdaten ablaufen, von denen in direkten Paradigmen. Einen Hinweis darauf liefern fMRI-

³⁹Es existieren aber auch alternative Herangehensweisen. Beispielsweise wurden die Probanden in der Studie von Dhond et al. [Dho+03] gebeten, den linken Zeigefinger zu heben, falls die von ihnen gebildete Vergangenheitsform des dargebotenen Infinitivs auf *-ed* endet (viele Probanden waren in dieser Studie mit den linguistischen Termini regulär und unregelmäßige nicht vertraut). Auf diese Weise konnte die Geschwindigkeit der Ausführung überwacht werden.

Untersuchungen, die belegen, dass bei verdeckter und direkter Aufzeichnung unterschiedliche neuronale Aktivitätsmuster vorliegen [McC+93; Zel+98].

Die Reaktionszeiten auf einen bestimmten Stimulus sind keineswegs fest, sie verändern sich ständig aufgrund von neuronalen Umstrukturierungsprozessen. Neurobiologisch führt eine simultane Stimulierung der präsynaptischen und postsynaptischen Bereiche zu einer funktionalen und anatomischen Stärkung der entsprechenden Verbindung zwischen zwei Neuronen, woraus sich eine verkürzte Reaktionszeit ergibt. Nach gängiger Anschauung findet eine solche Umstrukturierung der bereits vorhandenen kortikalen neuronalen Netzwerke ständig aufgrund von neuen Sinnesreizen und Gedächtniszugriffen statt; diese Möglichkeit zur Veränderung der synaptischen Übertragungsstärke bezeichnet man auch als Plastizität. Hierbei spielen die Neurotransmitter Acetylcholin, Dopamin, Noradrenalin und Serotonin eine wichtige Rolle. Schnelle Reorganisationsprozesse sind stoffwechselintensiv und führen an den Synapsen zu einem überdurchschnittlichen Verbrauch an Glucose und Sauerstoff, wodurch sich der lokale kortikale Blutfluss erhöht. Dieser Zusammenhang wird von bildgebenden Verfahren ausgenutzt, um Rückschlüsse über die neuronale Aktivität zu ziehen.

Bei der Interpretation der ermittelten Reaktionszeiten muss man immer beachten, dass diese nicht nur die Dauer der eigentlichen Sprachverarbeitung beschreiben, sondern alle Prozesse, welche vom Beginn der Aufgabe (Wahrnehmung des Stimulus) bis zu deren Ende (motorische Ausführung der Reaktion) ablaufen. Möchte man eine Aussage über einen Teil der im Gehirn ablaufenden Signalkette treffen, so müssen stets alle anderen Teilprozesse mit in die Überlegungen einbezogen werden.

6.3. Priming

Experimente, die auf dem Primingeffekt beruhen, sind in psycholinguistischen Studien zur Untersuchung des deklarativen und des prozeduralen Gedächtnisses weit verbreitet. Primär versteht man unter *Priming* (vom Englischen „*to prime*“ vorbereiten, in Betrieb setzen) die erleichterte Wiedererkennung eines Stimulus auf Grund von zuvor präsentierten Reizen, die mit dem *geprinten* Stimulus in Beziehung stehen [And07, S.282]. Der Begriff „*Priming*“ wurde aus den Neurowissenschaften in die psycholinguistische Forschung übernommen und wird sowohl für die Form einer bestimmten neurokognitiven Verknüpfung zwischen zwei Inhalten, als auch zur Bezeichnung der experimentellen Methode, die auf diesen Verknüpfungen basiert, verwendet.

Auf Grund der zentralen Bedeutung des Primingeffektes für den experimentellen Teil der Arbeit werden dessen neurokognitiven Grundlagen und mögliche experi-

mentelle Anwendungen im Folgenden ausführlich erläutert. Insbesondere das morphologische Priming, welches aus der Sicht der dualen Modelle Rückschlüsse über die, bei der Verarbeitung der Verbformen ablaufende, kognitiven Prozesse erlaubt, wird hier diskutiert.

6.3.1. Neurolinguistische Grundlagen des Primings

Die Grundlage eines jeden Priming-Experimentes besteht darin, dass der Primingeffekt nur dann messbar ist, wenn zwei zusammenhängende Reize von den selben Gehirnarealen verarbeitet werden. Dies wurde vielfach in Studien mit amnestischen Patienten belegt [Squ92]. Der Priming-Effekt basiert auf kurzfristigen Veränderungen im Gehirn als Reaktion auf wahrgenommene Umgebungseindrücke. Je nach Modi der Darbietung spricht man auch von visuellem oder auditiven Priming (siehe Kapitel 5). Bei der visuellen Darbietung der Stimuli tritt Priming innerhalb derselben neuronalen Bahnen auf, die gewöhnlich an der Wahrnehmung und Verarbeitung visueller Informationen beteiligt sind. Neuronale Veränderungen in Folge von Priming zeigen sich in diesen Bahnen deutlich vor dem Zeitpunkt, zu dem die Information das Gedächtnissystem des medialen Temporallappens erreicht, welches mit dem deklarativen Gedächtnis assoziiert wird. Neuronale Veränderungen, die nach dem Erreichen des medialen Temporallappens auftreten, sind Veränderungen, die deklarative Inhalte formen. Es ist wichtig anzumerken, dass Informationen nur dann bewusst wahrgenommen werden, wenn sie von Aktivitäten der assoziativen Großhirnrinde (parietaler Kortex, temporaler Kortex, Frontallappen, präfrontaler Kortex) begleitet sind. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass visuelles Priming unterbewusst die ablaufenden neuronalen Prozesse beeinflusst und sich somit insbesondere zur Untersuchung des prozeduralen Gedächtnisses anwenden lässt.

6.3.2. Priming als Experimentparadigma

Psycholinguistische Untersuchungen, die auf dem Primingeffekt beruhen, aber nicht detailliert auf dessen neuronale Grundlagen eingehen, werden ebenfalls als Priming-Experimente bezeichnet. Abstrakt versteht man unter Priming eine experimentell ausgelöste Aktivierung bestimmter Informationen durch vorherige Reize mit verwandtem Inhalt. Infolgedessen kann die Information schneller abgerufen werden. Man unterscheidet in einem Priming-Experiment daher zwischen dem *Target* (Zielwort) und dem *Prime* (Reizwort oder auch Bahnunungsreiz [Gün89, S.21]). Das *Target* bezeichnet dabei den Stimulus, dessen Verarbeitungsprozess durch das Vorhandensein des *Primes* beeinflusst wird. In einem Priming-Experiment wird der Proband unterbewusst manipuliert, aufgrund von vorausgegangenen Reizen ändert

sich so sein Verhalten. Unbewusste Entscheidungen, die sich durch Priming beeinflussen lassen, erlauben Rückschlüsse auf tief automatisierte kognitive Prozesse der Sprachverarbeitung.

Um den Primingeffekt auszunutzen, müssen die verwendeten Stimuli einem bestimmten Muster folgen, welches vom Probanden im Laufe der Studie antizipiert wird. Taucht dann ein unerwartetes Objekt auf, welches dem vorherigen, mehrfach wiederholten Muster nicht folgt, so erhöht sich typischerweise die Reaktionszeit des Probanden und die Fehlerwahrscheinlichkeit für seine Reaktion nimmt zu. Es ist dabei wichtig zu beachten, dass nicht die absoluten Zeiten von Bedeutung sind, sondern der Vergleich zwischen Target mit und ohne Prime.

Im einfachsten Fall kann Priming beispielsweise bei lexikalischen Entscheidungsaufgaben angewendet werden, indem die Reihenfolge der präsentierten Stimuli gezielt verändert wird (siehe unter anderem Günther [Gün89, S.21]). Wenn zwei in irgendeiner Weise miteinander verbundene Begriffe direkt hintereinander dargeboten werden, so kann der erste als Prime für den zweiten wirken. Durch Messung der Reaktionszeit ist es dann möglich, einen Primingeffekt nachzuweisen. Generell muss man beachten, dass der Primingeffekt auch zum Vorschein kommen kann, wenn zwei verknüpfte Reize durch mehrere andere Stimuli getrennt sind; die Stärke des Primings nimmt aber mit dem zeitlichen Abstand ab. In Experimenten zur Verbmorphologie kann der Primingeffekt nicht nur anhand von Entscheidungszeiten, sondern auch durch die Bestimmung von Fehlerquoten gemessen werden. Einen guten Überblick zum Thema Priming-Experimente bekommt man bei Stolz und Feldman [SF95].

In jedem Priming-Experiment müssen die sogenannten Identitäts-, Kontroll- und Testbedingung erfüllt sein [Pen06, S.29], [SEC99, S.207]. Unter der *Identitätsbedingung* versteht man die Forderung, dass Prime und Target einen klaren Zusammenhang aufweisen müssen. Die *Kontrollbedingung* bezeichnet das Testen der Reaktion auf neutrale Stimuli. Dadurch wird sichergestellt, dass wirklich der zu untersuchende Effekt gemessen wurde. Die *Testbedingung* stellt schließlich die eigentliche Messung des Einflusses von Prime und Target dar.

Priming kann auf unterschiedliche Art und Weise realisiert werden. Abhängig vom Typ der Beziehung zwischen Prime und Target, können sich sowohl positive (Verringerung von Reaktionszeit und Fehlerquote) als auch negative (Erhöhung von Reaktionszeit und Fehlerquote) Primingeffekte zeigen. Beim direkten Priming („*direct priming*“) sind Prime und Target identisch, beim assoziativen Priming („*assoziative priming*“) sind sie nur miteinander verknüpft. Wenn die gleichen Reizinformationen mehrere Male hintereinander abgerufen werden, so spricht man von *wiederholtem Priming* („*repetition priming*“). Beim *crossmodalen Priming* werden unterschiedli-

che Reiz-Kategorien, beispielsweise Bilder und Wörter mit gemeinsamer inhaltlicher Schnittmenge kombiniert.

Hinsichtlich der Dauer, die der Prime im Experiment dargeboten wird, unterscheidet man zwischen maskiertem und unmaskiertem Priming. Beim *maskierten Priming* wird die Reizinformation nur kurzzeitig – in der Regel nicht länger als 50 ms – dargestellt [FMH03]; die bewusste Wahrnehmung solcher Reize ist dabei ausgeschlossen. Unter Anwendung von maskiertem Priming wurden in den letzten Jahren mehrere (monolinguale) Studien durchgeführt; sie bestätigten größtenteils die prälexikalische Dekomposition von komplexen Formen, die in den dualen Modellen berücksichtigt wird [FMH03].

6.3.3. Morphologisches Priming

Priming lässt sich auch bei morphologischen Untersuchungen anwenden, man spricht dann von *morphologischem Priming*. Das morphologische Priming ist eine spezifizierte Form des Priming-Experiments; es handelt sich dabei um die Ausnutzung des Primingeffekts auf grammatischer Ebene, also den Bereichen des prozeduralen Gedächtnisses, wo aus der Perspektive des DP-Modells die mentale Grammatik verankert ist.

Mittels Priming ist es beispielsweise möglich, die Rolle der Morpheme bei der Worterkennung zu untersuchen. Erstmals zeigten Stanners et al. [Sta+79], dass der Primingeffekt auch auftritt, wenn nicht das gleiche Wort als Prime dargeboten wurde, sondern lediglich eine morphologisch verwandte Form. In einer Reihe von Studien wurde nachgewiesen, dass sich morphologisch verwandte Verbformen gegenseitig primen [Mar07],[MZ99, S.108]. Allerdings hängt die Intensivität des Primingeffekts stark vom angewendeten Paradigma ab und ist je nach Sprache unterschiedlich ausgeprägt.

Die bisher durchgeführten morphologischen Priming-Untersuchungen lieferten eine Reihe an Belegen für die Sichtweise der dualen Modelle, unter anderem fanden die Studien von Stanners et al. [Sta+79], Clahsen, Eisenbeiss und Sonnenstuhl-Henning [CES97] und Clahsen et al. [Cla+02] Unterschiede im Priming von regelmäßigen und unregelmäßigen Formen⁴⁰. Darüber hinaus registrierten Meunier und Marslen-Wilson [MM04] sprachspezifische Abweichungen in der Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben. In einem crossmodalen Priming-Experiment demonstrierten sie, dass im Französischen keine Unterschiede im Bezug auf den Primingeffekt bei regelmäßigen und unregelmäßigen Verben vorliegen, die unregelmäßigen Verben im Französischen also im Vergleich mit dem Englischen

⁴⁰Für eine kritische Auseinandersetzung mit diesen Ergebnissen siehe Sonnenstuhl, Eisenbeiss und Clahsen [SEC99].

einen größeren Primingeffekt aufweisen. Innerhalb der verschiedenen romanischen Sprachen ergeben sich dagegen nur geringe Unterschiede, wie die Studie von Orsolini und Marslen-Wilson [OM97] nachwies. Dieses Ergebnis lässt sich dadurch erklären, dass die unregelmäßigen Vergangenheitsformen in den romanischen Sprachen strukturierter und phonologisch vorhersehbarer sind als im Englischen. Beispielsweise ergaben die crossmodalen Priming-Untersuchungen von Orsolini und Marslen-Wilson [OM97] für das Italienische, dass unregelmäßige Vergangenheitsformen den Infinitiv (*scesero-sceendere*) und das Partizip der Vergangenheit (*presero-presero*) in dem selben Maße primen, wie dies auch bei regelmäßigen Formen der Fall ist. Laut den Studien von Longtin, Segui und Hallé [LSH03], Rastle et al. [Ras+00] und Rastle, Davis und New [RDN04] bleibt der Primingeffekt im Englischen und Französischen bei maskierten Konditionen für unterschiedliche morphologische Relationen zwischen Prime und Target erhalten.

Um den Mechanismus des Primings auf morphologischer Ebene besser nachvollziehen zu können, ist es sinnvoll, sich die Sprachwahrnehmung als Prozess vorzustellen, der aus verschiedenen Hierarchieebenen besteht. Clahsen et al. [Cla+01] zeigten in einer Priming-Untersuchung, dass im Deutschen eine markierte Präteritumsform (*warf*) die zugehörige Präsensform (*werft*) besser primt als im unmarkierten Fall (d.h. wenn sie durch ein Morphem gekennzeichnet ist). Die Vorgabe der markierten Präsensform verkürzt die Reaktionszeit auf die entsprechende Präteritumsform. Sie schlussfolgerten, dass die einzelnen, im Gedächtnis gespeicherten Formen in einer hierarchischen Struktur (höhere und tiefere Ebenen) organisiert sind. Meunier und Longtin [ML07] plädieren ebenfalls für zwei wesentliche Stadien im sprachlichen Erkennungsprozess. Im frühen, dem sogenannten prälexikalischen Stadium, kommt es zur Zerlegung eines komplexen Wortes in orthographische bzw. phonologische Grundelemente (siehe auch [Mar07, S.30]), erst in einem zweiten Schritt werden dann die semantischen und syntaktischen Informationen ermittelt. Das morphologische Priming betrifft bereits den ersten Teil dieses Prozesses.

Unter bestimmten Bedingungen wird der morphologische Primingeffekt von anderen Einflüssen behindert oder sogar ganz überlagert, eine große Rolle spielt das phonologische Priming. Aus diesem Grund sind Sprachen mit starken phonetischen Ähnlichkeiten zwischen den Verbstämmen und den zugehörigen unregelmäßigen Vergangenheitsformen eher ungeeignet für Priming-Experimente, da sich phonetisches und morphologisches Priming oft nur schwer trennen lassen. Rueckl et al. [Rue+97] betonen, dass im Englischen die regelmäßigen Verben phonologisch deutlich ähnlicher zu ihren Grundformen sind als die entsprechenden unregelmäßigen Formen (*walked-walk*, *taught-teach*). Auch in anderen Sprachen weisen regelmäßige Formen eine größere orthographische und phonologische Ähnlichkeit zu ihren

Stämmen auf als die unregelmäßigen Formen⁴¹. Auf Grund dieser Tatsache kann man die These aufstellen, dass Unterschiede im Primingeffekt nicht auf entsprechende Eigenschaften der Sprachverarbeitung zurückzuführen sind, sondern dass es sich dabei vielmehr um ein Phänomen auf tieferen Schichten der Reizwahrnehmung handelt. Es gelang jedoch der Nachweis, dass sich das morphologische Priming nicht allein durch phonologische Ähnlichkeiten erklären lässt. So zeigten beispielsweise Boudelaa und Marslen-Wilson [BM05] in einem Priming-Experiment die Beeinflussung der morphologischen Form durch Priming, unabhängig von den jeweiligen phonetischen Eigenschaften. Auch Rueckl et al. [Rue+97] wiesen in einem Experiment zum lang anhaltenden morphologischen Priming („*long-term morphological priming*“) durch die Verpixelung von einzelnen Buchstaben in bestimmten Stimulwörtern nach, dass der Primingeffekt nicht nur auf Orthografie oder phonologische Verwandtschaft zurückzuführen ist, die grammatischen Marker spielen beim morphologischen Priming eine zentrale Rolle.

Experimente im Bezug auf die englische Sprache ergaben, dass semantisch transparente, komplexe Formen womöglich anhand ihres Stammes repräsentiert, andere jedoch ganzheitlich gespeichert werden [FBK02; Mar+94; Ras+00]. Ersteres führt zu einer hohen Speicherungseffizienz, beansprucht aber auch mehr Zeit für die kognitive Verarbeitung bei der Sprachproduktion [Mac78; Lim87].

Marslen-Wilson et al. [Mar+94] zeigten in einer Serie von audio-visuellen cross-modalen Priming-Experimenten, dass semantisch transparente und morphologisch komplexe Wörter wie „*government*“ (Regierung) ihren Stamm „*govern*“ (regieren) primen, während semantisch opaque Wörter wie „*apartment*“ (Wohnung) ihren etymologischen Stamm „*apart*“ (separat, trennen) nicht primen. Diese Autoren folgern aus dieser Tatsache, dass semantische Transparenz ein wichtiger Faktor in der Organisation des mentalen Lexikons ist; opaque Wörter weisen keine Relation zu ihrer morphologischen Familie auf, sie werden als Einzeleintrag abgespeichert. Ähnliche Ergebnisse erhielten auch Frost, Forster und Deutsch [FFD97], obwohl diese sowohl unterschiedliche Sprachen als auch andere experimentelle Paradigmen verwendeten.

Gegenwärtig liegen nur wenige Priming-Studien zur Flexionsmorphologie in der L2 vor. In einer Studie von Silva und Clahsen [SC08] zu Vergangenheitsformen im Englischen mit englischen, chinesischen und deutschen Teilnehmern wurde ein Unterschied in der Stärke des Primingeffekts zwischen Muttersprachlern und L2-Lernenden nachgewiesen. Sie registrierten, dass morphologisches Priming bei regelmäßigen Vergangenheitsformen in L1 Englisch, aber nicht bei fortgeschrittenen Lernenden auftritt. Die Autoren stellten die Vermutung auf, dass L2-Lernende mit

⁴¹Unter der orthographischen Ähnlichkeit versteht man die relative Anzahl an Buchstaben, die bei beiden Formen übereinstimmen.

L1 Chinesisch, Japanisch oder Deutsch die regelmäßigen Formen bei der Sprachproduktion anders verarbeiten, als dies bei Muttersprachlern der Fall ist. Da Priming sich vor allem auf tief automatisierte Prozesse auswirkt, liegt die Erklärung von Ullman [Ull05] nahe, dass die mit dem niedrigeren Sprachniveau in der L2 verbundene mangelnde Automatisierung auf andersartige neuronale Korrelate der regelmäßigen Formen bei L2-Lernern (deklarativ) im Vergleich zu Muttersprachlern (prozedural) zurückführen ist (siehe Kapitel 4).

Bedeutung des Primingeffekts für diese Arbeit

Laut Anderson [And07, S.278] ist das prozedurale Gedächtnis neben der automatisierten Ausführung von Fertigkeiten und der Konditionierung einfacher Stimulusantworten auch für den Primingeffekt verantwortlich. Der große Vorteil des Primingeffektes gegenüber anderen Paradigmen liegt darin, dass er auf unterbewussten Eigenschaften des Gehirns beruht und daher nicht explizit durch Entscheidungen des Probanden beeinflusst werden kann. Tulving und Schacter [TS90, S.301] betonen, dass sich Priming dadurch von allen anderen Formen des Erinnerungsvermögens unterscheidet. Es ist wichtig festzuhalten, dass sich der Primingeffekt zwar besonders deutlich unter experimentellen Bedingungen zeigt, er aber keinesfalls unnatürlich ist und auch im alltäglichen Leben in Erscheinung tritt [TS90, S.301]. Aus den genannten Gründen ist er besonders gut für die Untersuchung des DP-Modells geeignet, welches konkrete Aussagen über die Einbindung des prozeduralen Gedächtnisses in die Sprachverarbeitung trifft (siehe Kapitel 3).

6.4. Blickbewegungsmessung

Blickbewegungsmessungen erlauben eine präzise Echtzeit-Erfassung verschiedener psychophysiologischer Prozesse. Als erstes wurden die Vorteile dieser Methode in der Psychologie erkannt und angewendet. Die Messung der Augenbewegungen erlaubt es zu beurteilen, auf welchen Bereich eines visuell dargebotenen Stimulus ein Proband seine Aufmerksamkeit richtet. Einer der Ersten, die realisierten, dass sich diese Information aus dem Muster der Augenbewegungen eines Betrachters ermitteln lässt, war Jarbus [Jar67]. Seine Untersuchungen verdeutlichen, dass die neuronalen Substrate zur motorischen Kontrolle der Augenbewegungen mit denjenigen, die die visuelle Aufmerksamkeit vermitteln, in komplexer Weise verbunden sind. Bei der Planung von Blickbewegungsexperimenten muss beachtet werden, dass je nach Aufgabenstellung, die Augenbewegungen sehr unterschiedlich ausfallen können und verschiedene Effekte eine Rolle spielen (Jarbus zeigte dies am Beispiel des Gemäldes „Der unerwartete Besucher“). Die Interpretation der gewonnenen Daten ist daher oft schwierig und erfordert in jedem Fall eine statistische Auswertung.

Seit der erstmaligen Anwendung von Blickbewegungsmessungen in Studien zur Worterkennung durch Cattell [Cat95], ist das Verfahren stetig verbessert worden, sodass heutzutage eine Vielzahl an wissenschaftlichen Publikationen über diese Methode existiert. Die Blickbewegungsmessung verfügt mittlerweile über ein breites Anwendungsspektrum in nahezu allen Bereichen der Psycholinguistik; neben Untersuchungen zur Worterkennung wird sie auch in Studien zur Sprachproduktion [LF00; MD03] oder in der Leseforschung [LF00; Ray98] eingesetzt. Mit der Hilfe von Blickbewegungsmessungen konnte unter anderem gezeigt werden, dass die Blickführung beim Lesen eine andere ist, als bei der Erkennung einzelner Wörter. Um den Inhalt eines Textes möglichst schnell zu erfassen, werden oft einzelne Wörter übersprungen und ein kontinuierlicher Leserhythmus entwickelt. Auf die Prozesse, die beim Lesen längerer Texte ablaufen, soll hier aber nicht weiter eingegangen werden.

Für ihre Anwendung in morphologischen Untersuchungen ist es entscheidend, dass die Messung der Blickbewegung indirekte Rückschlüsse über höhere mentale Prozesse ermöglichen, welche einen Einfluss auf die Steuerung der Augenmotorik ausüben. Dabei handelt es sich vor allem um den parietalen Kortex, den präfrontalen Kortex [welcher die frontalen Augenfelder (FEF) enthält] und den okzipitale Kortex mit den primären und höheren visuellen Arealen. Mit Hilfe von bildgebenden Verfahren lässt sich feststellen, dass in diesen Regionen Aktivierungen auftreten, wenn ein bestimmtes Objekt fixiert wird oder sich die Aufmerksamkeit und damit auch die Blickrichtung räumlich verändert. Auch das anteriore Cingulum und die prämotorischen Gebiete sind stark an visuellen Aufmerksamkeitsprozessen beteiligt.

In Untersuchungen zu psycholinguistischen Fragestellungen weisen Blickbewegungsmessungen eine Reihe von Vorteilen auf, sie lassen sich außerdem gut mit anderen Verfahren kombinieren. Mittlerweile ist es ohne großen Aufwand möglich, sowohl Sprachproduktionsdaten als auch Blickbewegungen aufzuzeichnen. Lange Zeit war diese Form der synchronen Aufzeichnung von sprachlichen Äußerungen während einer Blickbewegungsmessung auf Grund der okulomotorischen Befestigung der Elektroden oder der Empfindlichkeit der Messgeräte in der Praxis problematisch. Die neuesten Bilderkennungsverfahren überwinden diese Einschränkung und sind recht unempfindlich gegenüber kleinen, durch das Sprechen verursachten Bewegungen im Gesichtsfeld. Dadurch kann sich der Proband während des Experimentes sehr viel uneingeschränkter verhalten, was für eine natürliche Atmosphäre sorgt. Somit besteht die Möglichkeit, das Verhalten des Probanden (seine Fixationen und Sakkaden) mit den Audioaufnahmen seiner Sprachproduktion zu synchronisieren und so beide Messdaten zu korrelieren.

Die Messung der Blickbewegung erfolgt heute meistens mit Infrarotlicht, das die Augen beleuchtet. Während des Experimentes wird das reflektierte Licht mit Hilfe einer Infrarotkamera aufgezeichnet, die die Augen des Probanden filmt. Mit modernen, computergestützten Messverfahren kann die Position der Pupillen und damit die Blickbewegungen sowohl räumlich als auch zeitlich mit sehr großer Genauigkeit aufgezeichnet werden. Als Rohdaten erhält man für jeden Messzeitpunkt t_i zwei Koordinaten (x_i und y_i), welche den Fixationspunkt der Augen zu dem gegebenen Zeitpunkt auf dem Bildschirm beschreiben [JRV03].

Die meisten Eye-Tracking Systeme arbeiten mit Abtastraten („*sampling rates*“) zwischen 60 und 1000 Hertz; sie liefern also Datenpunkte im Millisekundenbereich. Wie bereits erwähnt, ist eine so hohe Auflösung nötig, um die Dauer der im Gehirn ablaufenden kognitiven Prozesse messen zu können. Für die Leseforschung sind dagegen oft schon niedrigere Abtastraten ausreichend.

Typischerweise ruht das Auge bei der Worterkennung immer längere Zeit auf einem Punkt, wobei es zu Mikrobewegungen um diesen Punkt herum kommen kann. Man spricht dann von einer *Fixation* auf diesen Punkt. Zwischen den einzelnen Fixationen springt das Auge in unregelmäßigen Abständen über größere Strecken. Diese sprungartigen Verlagerungen des Fixationspunktes bezeichnet man als *Sakkade*.

Aus den im Experiment gewonnenen Rohdaten muss zunächst die Gesamtdauer jeder einzelnen Fixation sowie der Verlauf der Sakkaden berechnet werden. Ist dies erfolgt, kann man die Dauer und Lokalisation der Fixationen sowie die Richtung der Sakkaden auswerten und interpretieren. Für die Auswertung sind vor allem die räumlich aufgelöste Fixationswahrscheinlichkeit, die Dauer der Erstfixation und die Gesamtfixationsdauer relevant.

Die beiden wichtigsten Begriffe im Zusammenhang mit Blickbewegungsmessungen, Fixationen und Sakkaden, sollen nun im Hinblick auf psycholinguistische Experimente näher erläutert werden; weitere Informationen und zusätzliche Referenzen findet man unter anderem bei Leigh und Zee [LZ99], Joos, Rötting und Velichkovsky [JRV03] und Duchowski [Duc07].

6.4.1. Fixationen

Wenn sich die Blickrichtung für einen längeren Zeitraum nicht oder nur unmerklich ändert und somit ein einzelner Punkt im Gesichtsfeld so lange angeschaut wird, dass das Gehirn die dort sichtbaren Informationen aufnehmen kann, spricht man von einer *Fixation*. Zunächst ist die Fixationsdauer ein reiner Augenbewegungsparameter. Kann man davon ausgehen, dass ein höherer kognitiver Prozess (wie beispielsweise

das Sprachzentrum bei der Worterkennung) die Augenbewegung steuert, so wird der Begriff Blickbewegung verwendet. Unter Blickbewegung versteht man somit die Augenbewegung, gepaart mit der Verarbeitung der wahrgenommenen Informationen: *„Im Weiteren wird [...] zwischen Augenbewegungen und Blickbewegungen unterschieden. Augenbewegungen sind alle Bewegungen des Auges, die allein durch Beobachtung des Auges erfasst und interpretiert werden können. Im Gegensatz hierzu werden als Blickbewegungen solche Bewegungen des Auges bezeichnet, die in Verbindung mit den vom Auge aufgenommenen Informationen interpretiert werden. Bei der Erfassung von Blickbewegungen muss folglich, neben der Augenbewegung, definitionsgemäß immer auch ‚der Zielort‘ der Augen mit erfasst oder anderweitig bestimmt werden. Demnach ist die Fixationsdauer an sich (ohne Objektbezug) ein Augenbewegungsparameter während die Dauer der Fixation bezüglich eines Objektes einen Blickbewegungsparameter dargestellt“* [JRV03, S.144]. Die Länge der ersten Fixation ist in der Regel stimulusabhängig, und wird daher als bottom-up Prozess eingestuft [Deu+03]. Bei der (kognitiven) Analyse eines Objektes stellt die Blickbewegung allerdings einen top-down Prozess dar und die Fixationszeiten korrelieren mit der Dauer der zur Verarbeitung der Wahrnehmung nötigen Prozesse [JC80; Ray+04; Jos+08].

Für die Worterkennung sind nicht alle Fixationspositionen im Wort gleich gut geeignet. Es zeigt sich, dass die meisten Fixationen zwischen dem Anfang und der Mitte eines Wortes auftreten; eine solche Position erweist sich als optimal für dessen Erkennung und wird auch als *„preferred viewing location“* bezeichnet [MF52; Ray79]. Daraus leitet sich die Annahme ab, dass Fixationen auf die sogenannte informative Mitte eines Wortes die optimale visuelle Position für dessen Erkennung darstellen. Die informative Mitte entspricht dem Wortstamm, welcher bei den meisten Wörtern zwischen dem Anfang und der Mitte des Wortes liegt.

Je nach der Länge eines Wortes kann es jedoch auch vorkommen, dass dieses bei der Worterkennung im Text mehrere oder gar keine Fixationspunkte aufweist. Wenn das Auge eine Stelle im Wort fixiert, an der nicht genügend visuelle Informationen für dessen Erkennung extrahiert werden können, so erfolgt eine Refixation (eine weitere Fixation im gleichen Wort). Die Refixationshäufigkeit steigt erwartungsgemäß mit der Länge eines Wortes an [RP94]. Die Dauer einer Fixation und die Anzahl an Refixationen hängt, neben der Länge eines Wortes, vor allem von dessen Frequenz ab [Ray79]. Auch die Zahl an orthographisch ähnlichen Wörtern beeinflusst die Blickbewegung bei der Erkennung eines Wortes. Das Gehirn stützt die Perception der sprachlichen Information aber nicht ausschließlich auf die Wahrnehmung des Sehentrums. Auch die grammatische Struktur der Sprache wird verwendet, um fehlende visuelle Informationen zu ergänzen. Dadurch ist eine Identifizierung einzelner Lexeme möglich, auch wenn diese nicht oder nur teilweise visuell erkannt wurden.

Im Rahmen der Worterkennung liegt die minimale Fixationsdauer („*gaze duration*“ oder „*dwell time*“) nach empirischen Befunden bei rund 100 ms, die meisten Fixationen dauern aber zwischen 200 bis 600 ms (siehe Karsh und Breitenbach [KB83], Young und Sheena [YS75] und Joos, Rötting und Velichkovsky [JRV03, S.145])⁴². Die Minimaldauer von 100 ms entspricht in etwa der zur Identifizierung eines Wortes benötigten Zeitspanne. Auf den ersten Blick könnte man daher davon ausgehen, dass bei kürzeren Fixationen keine Informationen wahrgenommen werden können. Allerdings muss die Planung der nächsten Sakkade schon ca. 100 ms vor ihrer Ausführung abgeschlossen sein [JRV03, S.162]. Daher müssen gewisse grundlegende Parameter wie die Länge eines Wortes bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt erkannt werden (siehe auch Underwood und McConkie [UM85, S.161]).

6.4.2. Sakkaden

Als *Sakkade* (abgeleitet von dem französischen Wort „*saccade*“ für Ruck) wird eine schnelle (ballistische) Augenbewegung bezeichnet, während derer der Fixationspunkt über eine größere räumliche Distanzen verlagert wird [LZ99]. Die wichtigsten Parameter, welche eine Sakkade charakterisieren, sind deren Dauer, Geschwindigkeit und die zurückgelegte räumliche Distanz (letztere wird oft in Grad des Blickwinkels angegeben). Sakkaden sind zur Erfassung größerer Strukturen unumgänglich, da nur die Fovea centralis (Sehgrube) über die für eine komplexe Wahrnehmung notwendige Sehschärfe verfügt. Da die Fovea centralis lediglich drei Grad des gesamten Gesichtsfeldes abdeckt, ist eine ständige Verlagerung des Fixationspunktes zur Erkennung komplexerer Objekte nötig. Erst die Erkundung des Umfeldes mit Hilfe von Sakkaden ermittelt die Gesamtheit an nötigen perzeptiven Informationen.

Aus neurobiologischer Sicht werden mehrere kortikale Regionen mit den für die Auslösung und Ausführung von Sakkaden zuständigen kognitiven Prozessen assoziiert. In erster Linie sind Sakkaden die Folge von neuronaler Aktivität im Stammhirn; dort befinden sich Neuronen, die vor und während jeder Sakkade feuern. Zwar lösen diese Zellen die Sakkaden aus, für die eigentliche Raumwahrnehmung sind sie aber nicht zuständig. Diese Aufgabe wird von benachbarten Regionen bewältigt [LF00; Kat+10]. Es konnte gezeigt werden, dass das kortikale Netzwerk für die Ausführung von langsamen Folgebewegungen dem für Sakkaden zuständigen sehr ähnelt und teilweise auch Überlappungen zwischen beiden auftreten [LZ99].

⁴²Schwierige und seltene Wörter bewirken beim Lesen eine längere Verweildauer am Fixationspunkt.

Sakkaden können auf unterschiedliche Art und Weise ausgelöst werden (für eine ausführliche Diskussion siehe Leigh und Zee [LZ99], Kapitel 3). Fixieren die Augen reflexhaft ein Ziel, beispielsweise ausgelöst durch einen visuellen Stimulus im peripheren Gesichtsfeld, spricht man von *willkürlichen, visuell-geführten Sakkaden*. Eine willkürliche Sakkade von 10 Grad dauert durchschnittlich etwa 50 ms, das neuronale Signal des anschließend wahrgenommenen visuellen Reizes benötigt weitere 40 ms bis zum Erreichen des Kortexes [Bec89]. Visuell geführte Sakkaden haben eine Latenz von ca. 200 ms, die jedoch einer hohen Variabilität unterliegt [LZ99]. Neben plötzlich im Gesichtsfeld auftauchenden Objekten können auch andere Umweltreize, beispielsweise ein auditives Signal oder ein taktiler Stimulus zu solchen *reflexiven Sakkaden* führen [Pie+02; Gay+98].

Psycholinguistische Eye-Tracking Experimente gründen auf der Tatsache, dass Blickbewegungen in den meisten Fällen durch bewusste oder unbewusste, höhere kognitive Prozesse gesteuert sind, man spricht dann auch von *zielgerichteten Sakkaden*. Diese können aus den unterschiedlichsten Gründen auftreten, es handelt sich dabei um schnelle, konjugierte Augenbewegungen, die der Einstellung der Fovea auf eine, aus Sicht der alten Fixation periphere Stimulusposition dienen, um ein dort wahrgenommenes oder vermutetes Objekt genauer zu erfassen. Wird kein zweiter Ziel- oder Distraktorstimulus simultan präsentiert, ist die Präzision der Sakkaden im Wesentlichen unabhängig von der Latenz, mit der sie initiiert werden [Bec89].

Sakkaden sind ballistische Bewegungen, d.h. nach der Initiierung einer Sakkade kann weder ihr Verlauf noch ihr Zielort beeinflusst werden. Somit setzt die Ausführung einer Sakkade einen Entscheidungsprozess voraus, der festlegt, wann und wohin die Sakkade ausgeführt werden soll. Da diese Entscheidung von der extrahierten Information abhängig ist, unterliegt die Steuerung der zielgerichteten Sakkaden notwendigerweise der kortikalen Kontrolle.

Die durch das Auge gewonnene visuelle Information wird den höheren kognitiven Prozessen über mehrere unterschiedliche Informationskanäle zugeführt; die Herausforderung für das visuelle System liegt darin, die Objektrepräsentationen vor und nach einer Sakkade richtig zu verknüpfen. Dies ist möglich, da ein Großteil der visuellen Information nicht jedes Mal unerwartet oder neu ist, vielmehr wird das Gedächtnis über die Aufmerksamkeit mit der visuellen Wahrnehmung verknüpft; der Prozess der Wahrnehmung besteht daher aus einem komplizierten Zusammenspiel zwischen Reizwahrnehmung und einer Mustererkennung, die durch das Gedächtnis unterstützt wird [IK11].

Um bereits wahrgenommene, aber nicht mehr im vollen Umfang präsente Gegenstandsinformationen wieder aufzufrischen, treten sogenannte *Gedächtnissakkaden* („*memory-guided saccades*“, MGSs) auf. Die Latenz der Gedächtnissakkaden ist ty-

pischerweise länger als die Latenz der visuell geführten Sakkaden [FBG89; Pie+91]. Gedächtnissakkaden sind allgemein weniger präzise als visuell geführte Sakkaden. Die Ausführung einer Gedächtnissakkade erfordert drei aufeinander folgende Prozesse [Pie+02, S.11]:

- (1) Die Perzeption und die sensomotorische Integration des Gedächtnisstimulus (okzipitaler und posteriorer parietaler Kortex)
- (2) Die Repräsentation des Gedächtnisstimulus im räumlichen Arbeitsgedächtnis (dorsolateraler präfrontaler Kortex, DLPFC)
- (3) Das Ausführen der Gedächtnissakkade (Frontales Augenfeld, „*frontal eye field*“, FEF)

Das FEF (Frontales Augenfeld, „*frontal eye field*“) projiziert zu den mittleren und tiefen Schichten des Colliculus superior und darüber hinaus direkt zu den supranukleären prämotorischen Blickzentren im Mittelhirn (mesenzephaläre retikuläre Formation, MRF) und in der Brücke (paramediane pontine retikuläre Formation, PPRF) [LZ99]. Die Neuronen dieser prämotorischen Areale projizieren zu den Motoneuronen in den Kerngebieten der Hirnnerven III, IV und VI.

Die Gedächtnissakkaden scheinen auf sehr tiefer Ebene mit den höheren, die Wahrnehmung betreffenden, kognitiven Prozessen verbunden zu sein, da diese stark automatisiert ablaufen. Dies zeigt sich beispielsweise daran, dass es selbst dann zu Gedächtnissakkaden kommt, wenn der eigentliche Stimulus nicht mehr existiert [MMB04; Ric+03].

Sowohl bei den zielgerichteten als auch bei den Gedächtnissakkaden stellt die Blickbewegung eine Reaktion auf einen gegebenen äußeren Reiz dar, welcher der Sakkade vorausgeht. Es tritt aber auch der umgekehrte Fall auf. Bei sogenannten *antizipatorischen Sakkaden* (auch *prädiiktive Sakkaden* genannt, „*anticipatory/predictive saccades*“) kommt es zur Ausführung einer Augenbewegung in Erwartung eines Stimulus vor dessen eigentlichem Erscheinen: „*Saccades generated in anticipation of or in search of the appearance of a target at a particular location*“ [LZ99, S.91] (siehe auch Salvucci und Goldberg [SG00] und Wimmer et al. [Wim+10]). Antizipatorische Sakkaden können daher nur durch kognitive Prozesse ausgelöst werden, die den eigentlichen abstrakten Inhalt der visuell wahrgenommenen Information verarbeiten, interpretieren und dann basierend auf diesen Erkenntnissen zu einer Vorhersage über mögliche (aber noch nicht eingetretene) Folgestimuli fähig sind. Daher bieten antizipatorische Sakkaden eine Möglichkeit für die Psycholinguistik, höhere kognitive Prozesse experimentell zu untersuchen.

Obwohl die Blickbewegungen während des Lesevorgangs in erster Linie vom Sprachzentrum gesteuert werden, treten auch *spontane Sakkaden* auf. Darunter versteht

man im Sinne des Worterkennungsprozesses nicht zielgerichtete oder von anderen kognitiven Prozessen ausgelöste Sakkaden. Selbst in absoluter Dunkelheit treten Sakkaden auf, daher kann davon ausgegangen werden, dass nicht nur das Sehzentrum die Blickbewegung beeinflusst [SG00]. Spontane Sakkaden werden oft in Zusammenhang mit anderen motorischen Aktivitäten, wie dem Sprechen, beobachtet. Bei der Interpretation von Blickbewegungsdaten müssen spontane Sakkaden berücksichtigt werden, dies erfolgt meistens durch eine statistische Auswertung der erhobenen Daten unter der Annahme, dass spontane Sakkaden zufällig erfolgen.

Da sich Fixationen und Sakkaden immer abwechseln, stellt sich die Frage, inwieweit sich beide gegenseitig beeinflussen können. Während Fixationen im Durchschnitt 250 ms dauern, ging man lange davon aus, dass Sakkaden in der Regel bereits 200 ms vor ihrem eigentlichen Auftreten geplant werden [Wes54]. Dies würde bedeuten, dass sich die am Fixationsort extrahierte visuelle oder lexikalische Information aus Zeitmangel nicht oder nur wenig modifizierend auf die Sakkade auswirken kann. Neuere Untersuchungen ergaben jedoch, dass die Intervalle zwischen Planung und Ausführung der Sakkaden viel kürzer als 200 ms dauern, aktuelle Schätzungen liegen bei 100 – 130 ms [RP94] (neuere statistische Daten zur Blickbewegung bei der Worterkennung finden sich bei [KA04]). Während der Dauer einer Sakkade (ca. 30–40 ms vor und bis zu 120 ms nach dem Start einer Sakkade, bei kurzen Sakkaden also auch während der folgenden Fixation) ist das visuelle Wahrnehmungsvermögen stark eingeschränkt [Vol+78] in [JRV03, S.144]. Subtrahiert man diese Zeit von der Dauer der Fixation, so kann die extrahierte Information bzw. die Dauer ihrer Interpretation abgeschätzt werden.

6.5. Bildgebende Verfahren

Auffallend viele Studien zur Untermauerung des DP-Modells erfolgten im Bereich der Neurolinguistik. Um die, mit der Sprachverarbeitung in Verbindung stehenden, neurokognitiven Prozesse besser verstehen zu können, wird in neurolinguistischen Studien die Verteilung der neuronalen Aktivität während der Bearbeitung einer sprachlichen Aufgabe gemessen. Wegen ihrer Bedeutung für das Verständnis vieler Publikationen zum DP-Modell werden die für die Psycholinguistik relevanten bildgebenden Verfahren in diesem Unterkapitel vorgestellt.

Der Begriff „bildgebende Verfahren“ kommt daher, dass das vom Gehirn abgeleitete elektrische oder metabolische Signal anschließend numerisch ausgewertet und graphisch dargestellt wird. Auf diese Weise entsteht ein Bild von der Aktivität der einzelnen Gehirnregionen. In diesem Zusammenhang sind vor allem Methoden mit hoher zeitlicher oder räumlicher Auflösung interessant. Zu Ersteren gehören die

EEG (Elektroenzephalografie, „*Electroencephalography*“) und die MEG (Magnetoenzephalographie, „*Magnetoencephalography*“), zu Letzteren die fMRI (Funktionelle Magnetresonanztomographie, „*Functional magnetic resonance imaging*“) und die PET (Positronen-Emissions-Tomographie, „*Positron emission tomography*“). Während EEG und MEG die elektrischen Signale der Neuronen messen, bestimmen fMRI und PET die Nährstoffkonzentration im Blut, die stark mit der mentalen Aktivität korreliert. Auf diese Weise lassen sich die im Gehirn ablaufenden neurokognitiven Prozesse lokalisieren.

6.5.1. EEG und MEG

Jede kognitive Tätigkeit basiert auf der Weiterleitung von elektrischen Signalen im Gehirn. Die ersten Berichte von Hans Berger über experimentelle Messungen der elektrischen Gehirnaktivität in den 1930er Jahren zeigten, dass mit geeigneten Mitteln Potentialänderungen der Nervenzellen gemessen werden können, die mit der mentalen Tätigkeit einhergehen. Die schnelle Entwicklung dieser Methode beruht zu einem großen Teil auf der sich stetig verbessernden Computertechnologie. Die Ableitung und Aufzeichnung von Gehirnpotentialen ist eine etablierte Technik, sie wird schon länger in experimentellen Untersuchungen zur Sprachverarbeitung eingesetzt [MW01, S.412].

Lag die zeitliche Auflösung der Geräte, mit denen die ersten Studien durchgeführt wurden, noch im Sekundenbereich, kann man bereits seit den 1980er Jahren auf Millisekunden genau messen. Schon zu Beginn zeigten sich in den Daten bestimmte Muster, die bis heute ihre Gültigkeit bewahrt haben. Eine Reihe von technischen Verbesserungen resultierte in bedienerfreundlichen Geräten, woraufhin es zu einer schnellen Verbreitung dieser Methoden im Bereich der experimentellen Psychologie und somit auch der Psycholinguistik kam. Während die Elektroenzephalografie (EEG) die elektrischen Potentiale vermisst, wird bei der Magnetoenzephalographie (MEG) die magnetische Aktivität des Gehirns untersucht, die auch auf die elektrischen Ströme der Neuronen zurückzuführen ist.

Bei einer EEG werden die Hirnpotentiale direkt an der Schädeloberfläche über Elektroden abgeleitet. An jeder Elektrode wird registriert, wie sehr sich das Potential im Vergleich zu einer Referenzelektrode, die beispielsweise am Ohr läppchen des Probanden angebracht ist, ändert. Da die zur Messung verwendeten Elektroden an der Außenseite des Schädels platziert sind, ist es unmöglich, einzelne Neuronen zu vermessen. Das auf diese Weise erhaltene Signal stellt stets eine Mitteilung über größere Hirnregionen dar. Zusätzlich kommt erschwerend hinzu, dass die natürlichen Schwankungen der Potentiale (50 – 150 mV) in der Regel um ein Vielfaches größer sind als die durch den kognitiven Reiz ausgelösten Aktivierungen. Um aussagekräftig-

tige Daten zu erhalten, müssen die Stimuli daher mehrmals wiederholt und die erhobenen Daten statistisch auf Korrelationen untersucht werden. Dabei wird vor allem auf Polaritätswechsel, Amplitude und Latenz geachtet.

Misst man den Einfluss eines Stimulus auf die Gehirnaktivität, so spricht man auch von ereigniskorrelierten Potentialen (EKP, „*event-related potentials*“). Das wichtigste EKP, das in EEG Studien gemessen werden kann, ist die N400. Es handelt sich dabei um eine Negativierung, die 400 ms nach der Präsentation eines Stimulus einsetzt [KF11]. Die N400 spielt auch für die Sprachverarbeitung eine wichtige Rolle, es wird im Temporallappen gemessen und mit semantischen Prozessen in Verbindung gebracht, außerdem kommt es in Untersuchungen zum deklarativen Gedächtnis zum Einsatz [Ull05, S.156].

Wird das Gehirn mit einem Stimulus konfrontiert, der nicht dem erwarteten Muster folgt, so ruft dies eine Aktivität im linken anterioren Kortex hervor, man spricht dann von einer *links-anterioren Negativierung* (LAN). Sie kann auch im Zusammenhang mit grammatischen Prozessen beobachtet werden [FHC98]. Bei morphosyntaktischen Verletzungen wird dieses EKP mit einer Latenz zwischen 300 ms und 500 ms beobachtet. Auch das P600, eine nach ungefähr 600 ms auftretende Positivierung, korreliert mit grammatischen Fehlern [BS08]. Während die frühe LAN eine schnelle Antwort auf morphosyntaktische Fehler darstellt, wird die P600 von hierarchisch höher angesiedelten Sprachprozessen ausgelöst [Fri02].

Es gibt viele Studien, welche die Flexionsmorphologie in verschiedenen Sprachen mit Hilfe von EKP untersuchen [Pen+97; CES97; Lav+01]. Zahlreiche EKP-Studien fanden mit Priming-Paradigmen Hinweise für eine unterschiedliche mentale Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben [Wey+96; Wey+97].

Lavric et al. [Lav+01] verwendeten ein EEG-Gerät mit 28 Kanälen zur Untersuchung der Flexion und stellten fest, dass unregelmäßige Verben im zeitlichen Abstand von 288 – 320 ms vom Stimulus zu einer höheren Signaldichte in den linken posterior-temporalen und bilateralen inferomedialen frontalen kortikalen Regionen führen. Demgegenüber lösen regelmäßige Verben ein höheres Signal in den rechten temporalen und frontalen Regionen aus. Die Unterschiede in der Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben zeigen sich außerdem nach ca. 340 ms im linken ventralen occipito-temporalen Kortex, wo bei unregelmäßigen Verben ein stärkeres Signal gemessen wird. Im Broca-Areal und in den mittleren frontalen Regionen lässt sich ca. 470 ms nach der Präsentation des Stimulus ein Signal messen. Mit einem Abstand von 570 ms zeigt der Flexionsvorgang innerhalb der rechten mittleren frontalen Regionen bei unregelmäßigen Verben eine größere Aktivität als bei regelmäßigen.

Im Deutschen verwendeten Penke et al. [Pen+97] in Studien zur Partizipbildung ein Paradigma mit morphologischen Verletzungen („*violation paradigm*“) – eine Variante der lexikalischen Entscheidung mit künstlichen Wörtern – und konnten die kortikale Reaktion zu korrekt gebildeten Formen im Vergleich zu kortikalen Antworten auf künstliche Formen messen. Muttersprachler zeigten bei unkorrekter Partizipierung (mit Suffix *-t*) bei starken Verben (z.B. *gelauft*) eine LAN („*Left-Anterior-Negativity*“) von 250 – 500 ms, während es bei korrekten regelmäßigen Formen (z.B. *gerannt*) keinen solchen Effekt gab (siehe hierzu auch die Studie von Weyerts [Wey97]).

In einer Studie von Hahne, Müller und Clahsen [HMC03] über die Dualität im englischen Past Tense wurden den Probanden (L1 Englisch und L1 Russisch) Sätze Wort für Wort gezeigt und diese sollten per Knopfdruck entscheiden, ob der Satz eine Wiederholung eines der vorher gezeigten Sätze darstellt. Bei falscher Suffigierung (*gelauft*) zeigten die russischen Probanden eine bilaterale anteriore Negativierung bei 250 – 650 ms (Muttersprachler zeigten diese nur links) und eine kleine parietale Positivierung zwischen 600 und 1000 ms. Bei einer falschen Anwendung der regulären Bildung (*getanzen*) wurde eine N400 (lexiko-semnatische Komponente) festgestellt. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass nicht nur bei Muttersprachlern grammatische Fehler unterschiedliche Reaktionen in den deklarativen und prozeduralen Gedächtnissystemen hervorrufen.

Auch Newman et al. [New+07] analysierten falsch markierte regelmäßige und unregelmäßige Formen des Past Tense im Englischen (*Yesterday, I slip on ice. Yesterday, I sleep on bed.*). Bei den falsch markierten regelmäßigen Verben (*slip - slipped*) zeigte sich eine LAN, bei den falsch markierten unregelmäßigen Verben *sleep - slept* dagegen eine Negativierung mit eher zentraler Verteilung. Die in diesem Experiment präsentierten Formen waren alle morphologisch korrekt, der Fehler (Verb nicht in der Vergangenheit) entstand erst durch den Kontext des Satzes.

Hahne, Mueller und Clahsen [HMC06] untersuchten in einer weiteren Studie die während der Bildung von Pluralformen von Nomen und Partizipien bei erwachsenen russischen Muttersprachlern in L2 Deutsch (fortgeschrittene Lerner) aufgenommen EKP-Muster und verglichen diese mit Daten von Muttersprachlern (L1 Deutsch). Die Autoren konnten zeigen, dass Partizipien, in denen der Affix *-n* (*gelaufen*) durch den regelmäßigen Affix *-t* (*gelauft*) ersetzt wurde, bei fortgeschrittenen L2-Lernern genauso wie bei Muttersprachlern eine frühe LAN und eine niedrigere bilaterale Aktivität mit später parietaler Positivität (P600) hervorrufen. Die Ergebnisse stimmen mit der Hypothese von Clahsen, Eisenbeiss und Sonnenstuhl-Henning [CES97] überein, nach der sich die Prozesse in der L2 (bei fortgeschrittenen Lernern) nicht

wesentlich von denen in der L1 unterscheiden (eine kritische Betrachtung dieser Hypothese findet man bei Ullman [Ull06], siehe Kapitel 4).

Auch die Magnetenzephalografie (MEG) kann zur Untersuchung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben verwendet werden. Die MEG nutzt das physikalische Phänomen, dass der Stromfluss zwischen den einzelnen Nervenzellen kleine Magnetfelder erzeugt. Diese sogenannten kortikalen Magnetfelder im Gehirn können durch sehr sensitive moderne Messmethoden sichtbar gemacht werden. Das Magnetoenzephalogramm ist dem EEG sehr ähnlich, da es ebenfalls die Signale der Hirnoberfläche misst. Es besitzt gegenüber dem EEG jedoch den Vorteil, dass die Hirnaktivität durch die Messung der Magnetfelder genauer und unverzerrter wiedergegeben werden kann, allerdings ist die Messmethode technisch deutlich aufwendiger.

Rhee, Pinker und Ullman [RPU99] nutzten die MEG zur Analyse der Produktion von Vergangenheitsformen im Englischen. Sie registrierten bei regelmäßigen und unregelmäßigen Verben zwischen 250 und 310 ms nach der Stimulipräsentation ein magnetisches Signal in der linken temporo-parietalen Region. In der linken frontalen Region konnte dagegen nur bei regelmäßigen Verben ein Signal gemessen werden.

Der wesentliche Vorteil von EEG und MEG gegenüber anderen Methoden ist ihre hohe zeitliche Auflösung, welche die Messung der elektrisch kommunizierenden Nervenzellenverbände in Echtzeit erlaubt. Dies ist von entscheidender Bedeutung für die Untersuchung der neurobiologischen Grundlagen der Sprachverarbeitung, da die mentale Verarbeitung von akustischen und optischen Reizen im Gehirn sehr schnell abläuft. EEG und MEG erlauben es, diese sprachrelevanten Prozesse mit der notwendigen zeitlichen Auflösung nicht-invasiv zu verfolgen. Viele der mit EEG und MEG durchgeführten Studien liefern Hinweise dafür, dass die generelle Sicht der dualen Modelle im Bezug auf die kognitive Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verbformen richtig ist, da Aktivierungen in unterschiedlichen Gehirnregionen gemessen werden können (siehe Kapitel 2 und Kapitel 3).

6.5.2. PET und fMRI

Elektrische und magnetische Signale sind nicht die einzigen Hinweise auf neuronale Aktivität. Wenn ein Neuron feuert, verbraucht es Energie, die letztlich aus Stoffwechselprozessen gewonnen wird. Damit diese ablaufen können, müssen die Zellen unter anderem mit Sauerstoff versorgt werden. Misst man den Sauerstoffgehalt des Blutes, so kann die neuronale Aktivität indirekt bestimmt werden. Während die elektrischen Signale instantan messbar sind, macht sich eine Änderung des Blut-

sauerstoffs aber erst mit einer gewissen Verzögerung bemerkbar; die mit solchen Verfahren erreichbare zeitliche Auflösung ist also prinzipiell begrenzt. Der sogenannte *BOLD-Kontrast* („*blood oxygenation level dependent*“) ändert sich sehr langsam, erst ca. zwei Sekunden nach Reizdarbietung steigt das BOLD-Signal an, erreicht sein Maximum nach ca. sechs Sekunden und fällt dann wieder ab, um nach 12 bis 15 Sekunden zu seinem Ausgangsniveau zurückzukehren [Pau35]. Der BOLD-Kontrast lässt sich gut mit Hilfe der *Magnetresonanztomographie* (MRT, MRI) messen, man spricht dann auch von *funktioneller Magnetresonanztomographie* („*functional magnetic resonance imaging*“, fMRI).

Auf Grund der großen Latenzzeit muss die Stimulisequenz in einem fMRI-Experiment so gewählt sein, dass die Änderung des Sauerstoffgehalts durch vorausgegangene Reize keinen Einfluss auf die Messung ausübt. Da die Änderung des Blutflusses weitgehend linear von der Stärke der neuronalen Aktivität abhängt, ist es theoretisch möglich, auf den Zeitverlauf der neuronalen Aktivität rückzuschließen. In den letzten Jahren ist es durch bessere Analyseverfahren möglich geworden, die zeitliche Auflösung in fMRI-Messungen zu erhöhen, sie ist allerdings immer noch durch die natürlichen Schwankungen im Blutfluss limitiert und nicht besser als mehrere hundert Millisekunden. Die mit fMRI (oder PET) gemessenen Signale stellen also immer eine zeitliche Mittelung dar, das Feuern von einzelnen Neuronen lässt sich nicht nachweisen. Allerdings ist die erreichte räumliche Auflösung von fMRI sehr gut, vor allem sind nicht-invasiv dreidimensionale Aktivitätsmuster messbar, im Gegensatz zu EEG und MEG wird daher auch die Tiefenstruktur des Gehirns zugänglich. Da fMRI (im Gegensatz zu PET) außerdem keine Strahlenbelastung verursacht, ist diese Methode in der Psycholinguistik weit verbreitet.

Im Vergleich zu anderen Methoden sind PET und fMRI sehr bewegungsempfindlich, was die Studien aufwendiger macht. Wegen der hohen räumlichen Auflösung sind vor allem Kopfbewegungen problematisch, aber auch Herzschlag und Atmung führen zu einer Verschlechterung des Signal-Rausch-Verhältnisses. Prinzipiell wäre es zwar möglich, die gesprochene Sprache während einer fMRI-Messung aufzuzeichnen, durch die Mundbewegungen würden aber viele Artefakte entstehen, sodass diese Kombination in der Praxis nicht eingesetzt wird.

Bei der *Positronen-Emissions-Tomographie* (PET) wird den Probanden eine schwach radioaktive Substanz appliziert, die beim Zerfall Positronen erzeugt. Mit entsprechenden Detektoren können diese Positronen anschließend indirekt nachgewiesen werden [Bai+06]. In der Regel dient als Marker radioaktiver Zucker, da Zucker vor allem in Regionen mit hohem Stoffwechsel verbraucht wird. Durch Messung der Strahlungsverteilung lässt sich auf diese Weise, ähnlich wie oben für den BOLD-Kontrast beschrieben, die neuronale Hirnaktivität messen.

In fMRI- und PET-Experimenten konnten die aus früheren EEG- und MEG-Studien bekannten Hinweise, dass im Gehirn zwei getrennte Verarbeitungswege für regelmäßige und unregelmäßige Verben existieren, bestätigt werden [Pen+97; Wey97; Jae+96; Ind97; Ull+97; Ber+03] (zur Diskussion der dualen Modelle, welche auf dieser Annahme beruhen, siehe Kapitel 2). Diese Sichtweise wird allerdings von Seidenberg und Arnoldussen [SA03] in Zweifel gezogen; sie sind der Meinung, dass die Möglichkeiten von bildgebenden Verfahren von vielen Autoren idealisiert werden. Ihrer Meinung nach spielt nicht nur die Morphologie, sondern auch die Semantik bei der Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben eine wichtige Rolle, die entsprechenden mentalen Prozesse lassen sich aber aufgrund der geringen zeitlichen Auflösung experimentell kaum trennen (auf weitere Kritikpunkte wird später noch eingegangen).

Eine der ersten PET-Studien zur Fragestellung der Past Tense Debatte führten Jaeger et al. [Jae+96] mit gesunden englischen Muttersprachlern durch. Ihr Ziel war es, die konnektivistischen Modelle zu widerlegen und gleichzeitig neue Evidenzen für die Theorie von Pinker [Pin91] zu liefern. Die Probanden wurden in dieser Untersuchung gebeten, eine Liste von unregelmäßigen, regelmäßigen und künstlichen Verbstämmen vorzulesen und ihre Vergangenheitsformen zu bilden. In den Studien konnte nachgewiesen werden, dass während der Flektion von regelmäßigen Verbformen der linke dorsolaterale prefrontale Kortex (einschließlich des Broca-Areals) aktiv ist, wobei unregelmäßige Verben eher den linken mittleren temporalen Gyrus (Wernicke-Areal) beanspruchen. Ein solches disjunktes Aktivitätsmuster bei der Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben wird von vielen Forschern als Evidenz für die grundlegende Richtigkeit der dualen Modelle gewertet. Dennoch geriet die Studie in vielen nachfolgenden Publikationen wegen Mängeln im Studiendesign in die Kritik. Seidenberg und Hoeffner [SH98] beanstandeten die Darstellung der Stimuli in Blöcken und die niedrige zeitliche Auflösung der ausgewählten Methode.

Ein Jahr später publizierte Indefrey [Ind97] seine Untersuchung zur Bildung von Partizipformen im Deutschen. Die Probanden bildeten in dieser Studie regelmäßige und unregelmäßige Verbformen im Kontext einer vorgegebenen Äußerung. Die Formen wurden dazu hinsichtlich ihrer Regelmäßigkeit randomisiert dargeboten, um ein strategisches Verhalten der Probanden auszuschließen. Bei der Auswahl der Stimuli wurde die Frequenz der flektierten Formen mit berücksichtigt. In einem direkten Vergleich zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Stimuli zeigte sich in zehn kortikalen Regionen (unter anderem in den rechten und linken frontalen Regionen und im linken temporalen Kortex) größere Aktivierungen bei den unregelmäßigen Verben. Zwei Regionen zeigten dagegen stärkere Aktivierungen bei regelmäßigen Verben (der rechte inferiore temporale Gyrus mit dem Wernicke-Sprachzentrum und der linke angulare Gyrus, der an das Wernicke-Sprachzentrum angrenzt). Auch

die Ergebnisse dieser Studie werden als Beleg für die Aussagen der dualen Modelle angesehen.

6.5.3. Kritik an den bildgebenden Verfahren

Bei der Interpretation der in den Studien zu Verbformbildung erhobenen Daten ist nicht zuletzt entscheidend, mit welchen Methoden sie gewonnen wurden [WJP09, S.63]. Einige Forscher kritisieren die hier vorgestellten bildgebenden Verfahren, sie sind der Meinung, dass diese zur Untersuchung der mentalen Sprachverarbeitung nicht geeignet sind. In erster Linie kritisieren sie die folgenden Punkte:

- *Reproduzierbarkeit der Ergebnisse*: Auf Grund von Fluktuationen können in Extremfällen zwei Aufnahmen des gleichen Probanden bei der selben Aufgabenstellung unterschiedliche Aktivierungsmuster ergeben. Aus diesem Grund ist die Zuverlässigkeit der Messmethode fraglich.
- *Probleme in der Vergleichbarkeit der Probanden*: Die Individualität des Gehirns führt dazu, dass sich Details in den Aktivierungsmustern nicht ohne Weiteres vergleichen lassen.
- *Zeitliche und räumliche Auflösung*: Es gibt keine Methode, die sowohl über eine hohe zeitliche und eine hohe räumliche Auflösung verfügt.
- *Korrelation vs. Kausalität*: In experimentellen Studien können immer nur Korrelationen gemessen werden, ob sich daraus ein kausaler Zusammenhang ableiten lässt, muss im Detail überprüft werden.

Das größte Problem bei der Anwendung von PET oder fMRI ist sicherlich die geringe zeitliche Auflösung, aus diesem Grund lassen sich die schnell ablaufenden Prozesse der mentalen Sprachverarbeitung nicht im Detail erfassen. Die Aussagekraft von psycholinguistischen Studien, die alleine auf bildgebenden Verfahren beruhen, ist daher von vorne herein begrenzt. Laut Poeppel und Embick [PE05, S.116] ist die neurokognitive Forschung zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht in der Lage, die Natur der sprachlich relevanten Vorgänge im Gehirn genau zu identifizieren.

Weitere Kritikpunkte betreffen die Durchführung der Studien. Bei Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren sind aktive Wortmeldungen meistens nicht erwünscht, da die Mundbewegungen die Aufnahme stören. Aus diesem Grund werden die Probanden oft gebeten, die gestellte Aufgabe „in Gedanken“ zu lösen. Der Nachteil dieses Vorgehens liegt auf der Hand, es lässt sich nur schwer kontrollieren, ob die Probanden die gestellte Aufgabe wirklich erfüllen. Ein Beispiel ist die Studie von

Ullman, Bergida und O'Craven [UBO97], die ihre fünf Probanden baten, die Past Tense Formen zu den präsentierten Verbstämmen zu bilden. Als Kontrollbedingung sollten die Versuchspersonen einen Punkt auf dem Bildschirm fixieren. Die Testwörter wurden wie folgt präsentiert: Eine Abfolge von zehn Verbstämmen mit regulärer Flexion, 20 Sekunden Fixationspunkt, zehn Verbstämme mit irregulärer Flexion und wiederum 20 Sekunden Fixationspunkt, das Ganze wurde insgesamt 16 mal wiederholt.

Die grundlegenden Annahmen der dualen Modelle basierten zunächst auf den Erkenntnissen, die mit der Hilfe von „klassischen“ psycholinguistischen Methoden – beispielsweise Untersuchungen an Sprachpatienten – gewonnen wurden. Viele der Studien mit bildgebenden Verfahren fanden neue Belege für die Sichtweise der dualen Modelle. Penke [Pen06, S.101] unterstreicht, dass aus den entsprechenden Arbeiten hervorgeht, dass die Verarbeitung und Produktion von regelmäßigen und unregelmäßigen Formen mit distinkten neuronalen Aktivierungen korreliert ist. Allerdings sind die neueren Erkenntnisse auf diesem Gebiet nicht alle eindeutig. Im Unterschied zu den Untersuchungen von Jaeger et al. [Jae+96] und im Gegensatz zu den Annahmen von Ullman [UBO97; Ull01a; Ull+05] zeigten sich in der Studie von Penke [Pen06] zur Produktion von irregulären Formen gerade keine Aktivierung im Temporallappen, die gemessene Aktivierung im linken frontalen Bereich widerspricht der Annahme, dass der linke Frontallappen für die Verarbeitung der regulären Flexion zuständig ist.

Trotz der Tatsache, dass noch viele Fragen im Detail ungeklärt sind, eignen sich die existierenden bildgebenden Verfahren aber bereits heute gut, um die Bedeutung von größeren Hirnregionen wie etwa die des Broca- oder des Wernicke-Areals für die Sprachverarbeitung zu untersuchen. Die Lokalisierung der sprachrelevanten Bereiche des Gehirns ist insbesondere für chirurgische Eingriffe von Bedeutung, um bleibende Schäden zu minimieren.

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Psycholinguistik durch die Entwicklung von bildgebenden Verfahren wichtige Fortschritte erzielt hat. Viele früher rein linguistische Fragestellungen lassen sich nun im Bezug auf die natürliche Sprachverarbeitung experimentell untersuchen. Nichtsdestotrotz ist die Psycholinguistik weiterhin primär auf indirekte Methoden wie Blickbewegungsmessungen und die Erfassung von Reaktionszeiten für die Untersuchung der Sprachverarbeitungsprozesse angewiesen, da diese weniger komplexe Artefakte mit sich bringen.

In den letzten Jahrzehnten konnte eine immer breitere Anwendung von bildgebenden Verfahren in sprachlichen Untersuchungen beobachtet werden. Es ist aber noch ein langer Weg, bis alle mit der Sprachverarbeitung im Zusammenhang stehenden neurophysiologischen Prozesse im Detail verstanden sind. Die Anwendung

von nichtinvasiven Methoden verfügt über ein hohes Potential und eindeutige klinische Vorteile, sowohl Auflösung als auch Zuverlässigkeit müssen aber verbessert werden. Mit einer stetigen Weiterentwicklung der bildgebenden Verfahren ist die Hoffnung verbunden, die neuroanatomischen Grundlagen der Sprachverarbeitung verstehen zu können. Obwohl in letzter Zeit auf diese Weise wichtige Fortschritte erzielt wurden, ist die Psycholinguistik von diesem Ziel aber noch weit entfernt.

6.6. Zusammenfassung

Nachdem im letzten Kapitel verschiedene Aufgabenstellungen für Studien zur Verbmorphologie diskutiert worden sind, befasste sich dieses Kapitel mit den am weitesten verbreiteten Methoden für eine direkte oder indirekte Messung der im Gehirn ablaufenden Vorgänge. Ein Schwerpunkt lag auf der Aufzeichnung von Reaktionszeiten, der Anwendung von Priming und der Erfassung von Blickbewegungen. Auf Grund ihrer Bedeutung für die aktuelle psycholinguistische Forschung wurden auch die wichtigsten bildgebenden Verfahren (EEG, MEG, fMRI und PET) vorgestellt.

Einer der interessantesten Aspekte der Sprachproduktion ist die Realisierung der mentalen Grammatik; hier muss geklärt werden, welche kognitiven Prozesse die Anwendung einer Regel erlauben und wie das Gehirn mit unregelmäßigen Formen umgeht. Die mentalen Sprachprozesse laufen unterbewusst ab und können nicht unmittelbar beeinflusst werden, laut Dietrich [Die02, S.11] ist die Sprachwissenschaft dadurch vor besondere Herausforderungen gestellt.

Die hier vorgestellten Studien gingen der Frage nach, inwieweit die Annahmen der in Kapitel 2 diskutierten dualen Modelle experimentell belegt sind und ob Unterschiede zwischen der Sprachverarbeitung von L1- und L2-Sprechern existieren (siehe Kapitel 4). Eines der in der Diskussion wichtigsten dualen Modelle für die mentale Sprachverarbeitung ist das deklarativ-prozedurale (DP) Modell von Ullman (siehe Kapitel 3). Viele Studien nutzten bildgebende Verfahren, um dessen Aussagen zu überprüfen. Auf diese Weise konnten Hinweise gefunden werden, dass regelmäßige und unregelmäßige Verben in unterschiedlichen Bereiche des Gehirns verarbeitet werden. Sowohl in elektrophysiologischen Untersuchungen [Pen+97; Wey97] als auch in den hämodynamischen Aktivitäten [Jae+96; Ind97] zeigten sich disjunkte Muster für die Verarbeitung von regulären und irregulären Wortformen. Allerdings sind die verwendeten experimentellen Paradigmen noch nicht präzise genug, um alternative Erklärungen völlig auszuschließen.

Auf Grund der bei den bildgebenden Verfahren noch vorhandenen methodischen Defizite setzt die Psycholinguistik weiter auf indirekte Methoden zur Untersuchung

der Sprachverarbeitung. Der nun folgende experimentelle Teil dieser Arbeit hat das Ziel, mit Hilfe eines neuen, auf Blickbewegungsmessungen basierenden Paradigmas die Aussagen der dualen Modelle und insbesondere des DP-Modells zu testen, da durch die Auswertung von bisher nicht untersuchten Beobachtungsgrößen neue Erkenntnisse über die mentale Organisation der Sprache gewonnen werden können.

Teil II.

Experimenteller Teil

7. Eyetracking-Experiment

Im experimentellen Teil dieser Arbeit wird die Vergangenheitsbildung im Deutschen in einer Studie mit deutschen und russischen Muttersprachlern untersucht. Die Aussagen der dualen Modelle, die im zweiten Kapitel erläutert wurden und des DP-Modells (siehe Kapitel 3) werden hier mit Hilfe von Blickbewegungsmessungen unter Anwendung eines Primingparadigmas überprüft. Insbesondere soll analysiert werden, ob mögliche Unterschiede und Gemeinsamkeiten bei der Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verbformen nur in L1 Deutsch oder auch bei fortgeschrittenen Lernern auftreten.

7.1. Forschungsziele

Die grundlegende Intention dieser Arbeit besteht in der Überprüfung des zuvor diskutierten Modells von Ullman in einer Untersuchung unter Anwendung einer Methode, die weniger stark den Artefakten der Sprachverarbeitung ausgesetzt ist. Es handelt sich dabei zu einem um den Vorschlag einer neuen Methode zur Untersuchung der möglichen Unterschiede bei regelmäßigen und unregelmäßigen Verben und zu anderem um die Überprüfung der Eignung der entwickelter experimenteller Paradigma an Hand einer Datenerhebung bei L1 und L2 Sprecher.

Im ersten Kapitel wurden die sprachwissenschaftlichen Aspekte der Dichotomie aus regelmäßigen und unregelmäßigen Formen erläutert, die beide zum Ausdruck der Vergangenheit im Deutschen verwendet werden und der regelmäßigen Bildung im Russischen gegenübergestellt. Das im dritten Kapitel dargestellte DP-Modell setzt diese zunächst reine grammatisch-deskriptive Erscheinung in Bezug zu der Organisation des Langzeitgedächtnisses. Vor allem berücksichtigt und akzentuiert es die mit der Sprachverarbeitung einhergehenden psychophysiologischen Vorgänge.

Der Nachweis von solchen disjunkten Mustern in der mentalen Repräsentation von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben kann mit verschiedenen Methoden erbracht werden. Ullman selbst nutzte vor allem bildgebende Verfahren, deren Nachteile bereits in Kapitel 6 diskutiert wurden. Im Vergleich dazu verfügen reine Verhaltensstudien über den Vorteil, dass sie deutlich weniger technisch bedingte Artefakte mitbringen. Die Anwendung von Priming erlaubt Rückschlüsse über die bei der Lösung von sprachlichen Aufgaben ablaufenden psychophysiologischen Prozesse.

Neu an der hier durchgeführten Studie zur Überprüfung der Annahmen des DP-Modells ist die Kombination aus morphologischem Priming und Blickbewegungsmessungen, die in dieser Form bislang in keiner anderen Studie verwendet wurde.

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Untersuchung verfolgt primär die folgenden Forschungsziele:

- Die Registrierung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden in der Verarbeitung von einfachen und komplexen morphologischen Vergangenheitsformen in L1 und L2 Deutsch.

Sichtet man die aktuelle Literatur zur experimentellen Verbmorphologie, so stellt man laut Clahsen et al. [Cla+10] fest, dass es bei Untersuchungen zur Vergangenheitsbildung nur wenige Befunde zu den morphologischen Prozessen in der Zweitsprache gibt. Gerade im Themenbereich des DP-Modells wurden kaum Studien zum Zweitspracherwerb von slawischen Muttersprachlern durchgeführt. Um die Ergebnisse der vorhandenen Studien zu untermauern oder zu widerlegen, sind weitere Untersuchungen mit dieser Zielgruppe notwendig.

Eine der wenigen Arbeiten in diesem Bereich ist die Studie von Hahne, Mueller und Clahsen [HMC06]. Die Autoren untersuchten die Verarbeitung von künstlichen Wörtern (Plural- und Partizipbildung) im Deutschen (L1 Russisch) und stellten fest, dass die Übergeneralisierung bei regelmäßigen Partizipien größer ist. Diese Forschergruppe analysierte neben Verben auch Nomen und konnten dabei keine signifikanten Effekte in keinem der verwendeten Stimulussets messen.

In einer anderen Studie entwickelten Neubauer und Clahsen [NC09] ein Paradigma mit lexikalischen Entscheidungen zur Untersuchung der deutschen Partizipformbildung bei polnischen Muttersprachlern. In Anlehnung an Meyer und Schvaneveldt [MS71] sollten die Probanden Wörter in einer Wortkette identifizieren. Anhand von Fehlerquoten und Reaktionszeiten konnte der dualen Ansatz in dieser Studie bestätigt werden.

- Die Anwendung von alternativen Methoden und die Entwicklung von neuen Paradigmen für integrative Verhaltensexperimente.

Zur Klärung der im Rahmen der Past Tense Debatte aufgeworfenen Fragen werden in Experimenten immer wieder die gleichen Methoden und Paradigmen verwendet. Um neue Erkenntnisse zu gewinnen sind jedoch alternative Herangehensweisen erforderlich. Diese Studie bietet eine neue Methode an, da sie die Dichotomie aus regelmäßigen und unregelmäßigen Verben anhand der Blickbewegungen der Probanden (L1 und L2 Deutsch) in einem morphologischen Priming-Paradigma untersucht. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Registrierung von antizipatorischen Sakkaden, die Rückschlüsse über unbewusste Prozesse erlauben.

Im weiteren Verlauf wird zunächst auf allgemeine Überlegungen zum Studiendesign hinsichtlich der gewählten Sprachkombination, der Aufgabenstellung im Experiment und der Zusammenstellung der Stimuli eingegangen. Eine genauere Spezifizierung der im Rahmen der durchgeführten Studie getesteten Hypothesen und untersuchten Fragestellungen wird später in Unterkapitel 7.5.4 gegeben. Danach folgt eine ausführliche Darstellung des Experimentes, die Beschreibung der angewandten Methode, die Auswertung der erhobenen Daten und schließlich die Interpretation der Ergebnisse.

7.2. Anmerkungen zu der verwendeten Sprachkombination

Die im Zusammenhang mit dem DP-Modell von Ullman getroffenen Aussagen über den Zweitspracherwerb lassen sich nicht nur auf L2 Englisch sondern auch auf L2 Deutsch anwenden. Ähnlich wie im Englischen gibt es auch im Deutschen sowohl regelmäßige als auch unregelmäßige Verben. Im Russischen werden dagegen die Vergangenheitsformen aller Verben (bis auf einige phonetische Ausnahmen) regelmäßig gebildet (siehe Kapitel 2). Daher kommt dem Vergleich dieser beiden Sprachen eine besondere Bedeutung im Bezug auf die Frage nach der Organisation von sprachlichem Wissen in der L2 zu.

Die meisten Studien zur mentalen Organisation der Sprache und vor allem zum DP-Modell wurden mit englischen Muttersprachlern durchgeführt (siehe Kapitel 5). Obwohl die Erwerbs- und Verarbeitungsprozesse der englischen Vergangenheitsformen aufgrund der Dualität aus sehr frequenten regelmäßigen und unregelmäßigen Formen als prototypisch für die mentale Realisierung der Verbgrammatik angesehen werden, ist nicht offensichtlich, dass die so gewonnenen Erkenntnisse auch für andere flektierende Sprachen gelten. Um sprachübergreifende Eigenschaften der mentalen Organisation des Langzeitgedächtnisses zu identifizieren ist es daher sinnvoll, die Aussagen des DP-Modells auch für andere Sprachen zu überprüfen. Dies geschah bisher nur vereinzelt, beispielsweise für Italienisch [OM97], Spanisch [Bow+10], und Französisch [MM04].

Um das Modell von Ullman [Ull01c] experimentell verifizieren zu können, muss eine strikte kategoriale Trennung zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Verben in der zu untersuchenden Sprache vorliegen. Dies ist der Fall, wenn es sowohl Verben gibt, die eine Form streng unter Anwendung eines formalen Markers bilden, als auch solche, die keiner offensichtlichen Regel folgen. In den meisten flektierenden Sprachen finden sich entsprechende Kategorien, im Deutschen trifft dies beispielsweise auf Präterita, Partizipien und Plurale zu (für entsprechende Untersuchungen siehe Sach, Seitz und Indefrey [SSI04] und Beretta et al. [Ber+03]).

Die regelmäßige Präteritumbildung geschieht im Deutschen durch das Hinzufügen des Affixes *-te*, die unregelmäßigen Formen weisen demgegenüber eine Stammvokaländerung auf (für eine ausführlichere Beschreibung siehe Kapitel 1). Allerdings existieren auch einige Unterschiede, laut Sonnenstuhl, Eisenbeiss und Clahsen [SEC99] unterscheiden sich im Deutschen die regelmäßigen Verben über ihre Endung phonetisch deutlicher von den unregelmäßigen Formen, sie eignen sich durch eine stärkere Symbol-Klang Kohärenz besser für linguistische Studien als die Vergangenheitsformen des Englischen. Auch die Frequenzverteilung von regelmäßigen und unregelmäßigen Vergangenheitsformen ist homogener, unter den frequentesten tausend deutschen Verben sind 45% regelmäßig [CES97; Mar95] (siehe Kapitel 5).

Eine weitere Parallele zwischen dem Englischen und dem Deutschen ist die Existenz von Ablautklassen. Die ungefähr 180 unregelmäßigen Simplexverben des Deutschen zeigen verschiedene Ablautmuster im Vokal ihrer Verbstämme. Die Anzahl der unregelmäßigen Verben, die einem bestimmten Ablautmuster folgen, ist dabei nicht gleich verteilt. Beispielsweise ändern ca. 30 Verben den Stammvokal *e* im Basisstamm auf *o*. Relativ selten sind dagegen die Ablautmuster *au* zu *o*, *ä* zu *o* und *ü* zu *o*, insgesamt gehören zwölf Verben zu dieser Gruppe. Im Englischen existieren ca. zwölf Verben, die dem Ablautmuster *i-u* im Past Tense folgen (*string-strung-strung*, *cling-clung-clung*) [Pin99], das Deutsche kennt 18 unregelmäßige Verben, welche den Stammvokal *i* in der Vergangenheit zu *a* und im Partizip zu *u* ändern (*sinken-sank-gesunken*, *singen-sang-gesungen*). Je größer eine Ablautklasse ist, desto wahrscheinlicher tritt phonologisches Priming auf und die Anfälligkeit für Fehler nimmt zu, dies haben beispielsweise Penke, Janssen und Krause [PJK99] in einer Studie mit elf Aphasikern gezeigt.

Das Englische ist zwar eine synthetische Sprache, sie besitzt aber ein stark reduziertes Flexionssystem; im Bereich der Subjekt-Verb-Kongruenz ist nur der Affix *-s* für die 3. Person Singular verblieben (wenige markierte Suppletivformen ausgenommen), der Kasus wird, vom Genitiv-Affix *-s* einmal abgesehen, nur noch an Pronomen markiert. Die grammatische Funktion der Nomen – Subjekt oder Objekt – wird im Englischen aus der Wortstellung im Satz bestimmt. Im Vergleich dazu ist die Flexion der deutschen Verben deutlich umfangreicher, die grammatische Funktion der einzelnen Wörter wird durch die Subjekt-Verb-Kongruenz und Kasusmarkierungen an Adjektiven und Nomen identifiziert [Pen06, S.201]. Aufgrund zahlreicher Synkretismen⁴³ und homophoner Morpheme ist das morphologische System des Englischen weitaus weniger transparent als das Deutsche.

⁴³Sind mit der gleichen Form verschiedene grammatische Funktionen verbunden, so spricht man von Synkretismus: *wir suchen* – *sie suchen*.

Auch im Russischen ist die Verbmorphologie sehr reich an Formen, die Vergangenheitsbildung kennt allerdings kaum Ausnahmen. Das Russische verfügt, genau wie das Deutsche, über eine grammatische Realisierung des Konzepts der Vergangenheit; auch in den slawischen Sprachen werden regelmäßige Verben durch entsprechende Affixe markiert. Abgesehen von einigen phonetisch bedingten Ausnahmen wird im Russischen dazu der Suffix *-л* verwendet. In der hier durchgeführten Studie dient das Russische deshalb als kontrastierende Sprache, die in der betrachteten Kategorie über eine dominante Regel verfügt. Im Deutschen gibt es, im Gegensatz zum Russischen, keine grammatikalisierte Form des Aspekts, folglich müssen russische Lerner des Deutschen die temporalen Kategorien auf einer fundamentalen, konzeptuellen Ebene neu strukturieren. Aus diesem Grund kommt dem Vergleich dieser beiden Sprachen eine besondere Bedeutung im Bezug auf die Frage nach der mentalen Sprachverarbeitung zu.

Dem russischen Vergangenheitstempus (*прошедшее время*) entspricht im Deutschen das Präteritum (Imperfekt) und im Englischen das Past Tense (Simple Past), welches in den Studien von Ullman untersucht worden ist. Um eine möglichst gute Vergleichbarkeit mit diesen Studien zu erreichen, wird hier das deutsche Präteritum verwendet.

7.3. Anmerkungen zur Aufgabenstellung im Experiment

Basierend auf diese Überlegungen wurde in dieser Arbeit die Bildung des deutschen Präteritums als Untersuchungsgegenstand festgelegt. Die Probanden mit L1 Deutsch und L1 Russisch wurden im Experiment aufgefordert die entsprechende Verbformen zu bilden.

In den von Ullman durchgeführten Studien zum DP-Modell bestand die Aufgabe der Probanden darin, vorgegebene Sätze zu vervollständigen [Ull04], diese Aufgabenstellung wurde in dieser Arbeit jedoch nicht übernommen. Der zu untersuchende morphologische Prozess, bestehend aus der Modifikation eines Verbstammes zur Bildung der Vergangenheit, ist nicht gleichzustellen mit der Vervollständigung eines Satzes durch ein Verb. Zudem kann der Satzkontext die Reaktionszeiten der Probanden negativ beeinflussen (siehe hierzu auch die Ausführungen von Klein zu den Eigenschaften des Ausdrucksystems). Aus diesen Gründen erschien es nicht sinnvoll, das Paradigma von Ullman für die Messung von Blickbewegungen zu verwenden. Stattdessen wurden den Probanden isolierte Verbformen als Stimuli dargeboten, die einzeln bearbeitet werden müssen. Diese Aufgabenstellung eignet sich deutlich besser für die Untersuchung von rein morphologischen Prozessen, eine detaillierte Begründung hierfür ist im fünften Kapitel gegeben.



Abb. 6: Beispiel für die Darbietung der verwendeten Stimuli. Zunächst wurde für 1.7 s nur der Infinitiv des Verbes angezeigt (linke Folie), danach für weitere 1.4 s alle drei Formen (rechte Folie). Die unregelmäßige Vergangenheitsform erschien immer oben, die regelmäßige immer unten auf dem Bildschirm.

7.4. Begründung der angewendeten Methode

Das Vorhaben, die Bildung des deutschen Präteritums in der L1 und mit russischen Muttersprachlern unter Verwendung von Blickbewegungsmessungen zu untersuchen, besitzt aus methodologischer Sicht einen innovativen Charakter. Die Blickbewegung kann auf wenige Millisekunden genau aufgezeichnet werden, sodass jede motorische Reaktion der Augen auf einen Stimulus erfassbar ist. Blickbewegungsdaten sind laut Liversedge und Findlay [LF00] ein exzellenter Echtzeitindikator, der aufgrund der hohen zeitlichen Auflösung sehr gut zur Analyse von psychophysiologischen Prozessen geeignet ist.

Die Analyse von Blickbewegungen beruht darauf, dass die neuronale Aktivität, welche die Augenmotorik steuert, keinen reinen bottom-up Prozess darstellt, die Blickbewegung also nicht nur von den wahrgenommenen Reizen abhängt. Vielmehr wird sie auch durch top-down Prozesse aus höheren kognitiven Ebenen wie der Sprachverarbeitung gesteuert. Mit gewissen Einschränkungen können beispielsweise aus der Beobachtung von antizipatorischen Sakkaden direkte Rückschlüsse über die mentale Organisation der Sprache gezogen werden.

7.5. Experimentdesign

Jedem Probanden wurden nacheinander 40 Stimuligruppen auf einem Bildschirm dargeboten, wobei jede aus zwei Folien bestand⁴⁴. Zunächst erschien für 1.7 Se-

⁴⁴Die Stimuliedarbietung erfolgte ausschließlich visuell, wobei nicht davon auszugehen ist, dass der Modi der Stimulipräsentation einen Einfluss auf die Sprachprozesse ausübt. Auch die Verhaltensstudien zur Past Tense Bildung im Englischen gehen laut [MZ99] größtenteils davon aus,

kunden in der linken Bildschirmhälfte [um die Pixelposition ($x = 400$, $y = 600$) herum] der Infinitiv eines deutschen Verbs und anschließend für 1.4 Sekunden zusätzlich eine reale und eine künstliche Verbform des Präteritums auf der rechten Bildschirmhälfte⁴⁵.

Im ersten Set befand sich oben [d.h. um die Pixelposition ($x = 1200$, $y = 300$) herum] stets die „unregelmäßige“ Form (Auswechslung des Simplexes entsprechend eines Ablautmusters) und unten [d.h. um die Pixelposition ($x = 1200$, $y = 900$) herum] die „regelmäßige“ Form (Anwendung des produktiven Suffixes *-te* auf den Verbstamm). Ein Beispiel für die verwendeten Stimuli ist in Abb. 6 gezeigt (*stellen – stol – stellte*). Im zweiten Set wurden die Positionen getauscht, d.h. oben befand sich die „regelmäßige“ und unten die „unregelmäßige“ Form. Alle Verbformen erschienen schwarz auf weiß in der Schriftart *Computer Modern*.

Die Anweisung wurde auf Deutsch formuliert und war daher für beide Probandengruppen einheitlich, der vollständige Text ist im Anhang wiedergegeben. Die den Probanden mitgeteilte Aufgabe bestand darin, mittels Tastendruck zu entscheiden, welche der dargebotenen Formen (oben oder unten), die grammatikalisch richtige ist.

7.5.1. Morphologisches Priming

Aufgrund der Tatsache, dass sich die Position der Verbformen (unregelmäßig oben, regelmäßig unten im ersten Teil bzw. umgekehrt im zweiten Teil der Studie) während des Experimentes nicht änderte, konnte getestet werden, ob im Laufe der Zeit ein morphologischer Primingeffekt auftritt (siehe Kapitel 6.3). Im Vordergrund der Untersuchung standen dabei Auswirkungen auf die Reaktionszeiten und die Messung von antizipatorischen Sakkaden (siehe Kapitel 6.4.2). Um das Auftreten von antizipatorischen Sakkaden zu begünstigen, wurden auf der rechten Seite der ersten Folie leere Boxen angezeigt (siehe Abb. 6).

Neben dem morphologischen Primingeffekt ist allerdings auch ein direktes Priming zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stimuli zu erwarten. Um diesen Einfluss so weit wie möglich zu reduzieren, folgten nie mehr als zwei (erstes Set) bzw. drei (zweites Set) gleiche Verben (im Bezug auf die Eigenschaft regelmäßig/unregelmäßig) hintereinander. Die Belegung der verschiedenen Positionen mit konkreten Verben erfolgte randomisiert.

dass die Form der Stimuli (visuell oder akustisch) keine Rolle bei der mentalen Verarbeitung spielt.

⁴⁵Um die Allgemeinheit der Methode zu testen, wurden neben deutschen Stimuli auch spanische getestet. Aufgrund der schwächeren Trennung in regelmäßige und unregelmäßige Formen zeigten sich im Spanischen (als Beispiel für eine romanische Sprache) keine Effekte. Die Auswertung beschränkt sich daher auf die mit deutschen und russischen Muttersprachlern erhobenen Daten.

ID	Verb	Länge	Form oben	Form unten	korrekt
box2verb0	stellen	7	stoll	stellte	U
box2verb1	fliegen	7	flog	fliegte	O
box2verb2	schreiben	9	schrieb	schriebte	O
box2verb3	kochen	6	kuch	kochte	U
box2verb4	lesen	5	las	leste	O
box2verb5	blicken	7	block	blickte	U
box2verb6	schieben	8	schob	schiebte	O
box2verb7	lachen	6	luch	lachte	U
box2verb8	fallen	6	fiel	fallte	O
box2verb9	singen	6	sang	singte	O
box2verb10	spielen	7	spol	spielte	U
box2verb11	tragen	6	trug	tragte	O
box2verb12	setzen	6	sotz	setzte	U
box2verb13	warten	6	wurt	wartete	U
box2verb14	braten	6	briet	bratete	O
box2verb15	suchen	6	soch	suchte	U
box2verb16	fangen	6	fang	fangte	O
box2verb17	packen	6	puck	packte	U
box2verb18	laufen	6	lief	laufte	O
box2verb19	weinen	6	win	weinte	U
box2verb20	fragen	6	frug	fragte	U
box2verb21	trinken	7	trank	trinkte	O
box2verb22	werfen	6	warf	werfte	O
box2verb23	leben	5	lab	lebte	U
box2verb24	rufen	5	rief	ruftete	O
box2verb25	reden	5	rod	redete	U
box2verb26	zahlen	6	zuhl	zahlte	U
box2verb27	helfen	6	half	halfte	O
box2verb28	planen	6	plun	plante	U
box2verb29	waschen	7	wusch	waschte	O
box2verb30	lernen	6	larn	lernte	U
box2verb31	machen	6	much	machte	U
box2verb32	raten	5	riet	ratete	O
box2verb33	sprechen	8	sprach	sprechte	O
box2verb34	sagen	5	sag	sagte	U
box2verb35	schaden	7	schud	schadete	U
box2verb36	stehen	6	stand	stehte	O
box2verb37	schlucken	9	schlock	schluckte	U
box2verb38	fahren	6	fuhr	fahrte	O
box2verb39	schlagen	8	schlug	schlagte	O

Tab. 15: Liste der als Stimuli verwendeten Verben in der Reihenfolge, in der sie im Experiment gezeigt wurden (**erster Teil der Studie**). Die Länge bezieht sich auf die Anzahl an Buchstaben im Infinitiv. Die durchschnittliche Länge der regelmäßigen Verben (unten) ist mit 6.125 Buchstaben nur unwesentlich geringer als die der unregelmäßigen Verben (oben) mit 6.154 Buchstaben (Stimuli *box2verb10* bis *box2verb38*).

ID	Verb	Länge	Form oben	Form unten	korrekt
verb0	stellen	7	stellte	stoll	O
verb1	fliegen	7	fliegte	flog	U
verb2	schreiben	9	schreibte	schrieb	U
verb3	kochen	6	kochte	kuch	O
verb4	schieben	8	schiebte	schob	U
verb5	fallen	6	fallte	fiel	U
verb6	blicken	7	blickte	block	O
verb7	lachen	6	lachte	luch	O
verb8	spielen	7	spielte	spoll	O
verb9	tragen	6	tragte	trug	U
verb10	setzen	6	setzte	sotz	O
verb11	braten	6	bratete	briet	U
verb12	warten	6	wartete	wurt	O
verb13	suchen	6	suchte	soch	O
verb14	packen	6	packte	puck	O
verb15	fangen	6	fangte	fang	U
verb16	laufen	6	laufte	lief	U
verb17	weinen	6	weinte	win	O
verb18	fragen	6	fragte	frug	O
verb19	leben	5	lebte	lab	O
verb20	trinken	7	trinkte	trank	U
verb21	werfen	6	werfte	warf	U
verb22	reden	5	redete	rod	O
verb23	rufen	5	ruftete	rief	U
verb24	zahlen	6	zahlte	zuhl	O
verb25	helfen	6	halfte	half	U
verb26	planen	6	plante	plun	O
verb27	waschen	7	waschte	wusch	U
verb28	lernen	6	lernte	larn	O
verb29	machen	6	machte	much	O
verb30	raten	5	ratete	riet	U
verb31	sprechen	8	sprechte	sprach	U
verb32	sagen	5	sagte	sog	O
verb33	schaden	7	schadete	schud	O
verb34	stehen	6	stehte	stand	U
verb35	schlucken	9	schluckte	schlock	O
verb36	denken	6	denkte	dachte	U
verb37	fahren	6	fahrte	fuhr	U
verb38	schlagen	8	schlagte	schlug	U
verb39	singen	6	singte	sang	U

Tab. 16: Liste der als Stimuli verwendeten Verben in der Reihenfolge, in der sie im Experiment gezeigt wurden (**zweiter Teil der Studie**). Die Länge bezieht sich auf die Anzahl an Buchstaben im Infinitiv. Die durchschnittliche Länge der regelmäßigen Verben (oben) ist mit 6.067 Buchstaben nur unwesentlich geringer als die der unregelmäßigen Verben (unten) mit 6.143 Buchstaben (Stimuli *verb10* bis *verb38*).

Für die unregelmäßigen Verben wurden die grammatikalisch falschen Vergangenheitsformen (Nonwörter) durch Ergänzung des Stammes mit dem regelmäßigen Suffix *-te* generiert. Entsprechend kamen für die regelmäßigen Verben als Nonwörter Vergangenheitsformen zum Einsatz, die durch Vertauschung des Vokals im Stamm und Abtrennung der Infinitivendung entstehen. Es wurden verschiedene Vokalalternationen verwendet, beispielsweise *a* zu *u* (machen – much), *e* zu *a* (leben – lab), einige davon existieren auch als Ablautklassen im Deutschen. In Tab. 15 (erstes Set) und Tab. 16 (zweites Set) sind alle als Stimuli verwendeten 40 Verben in der gezeigten Reihenfolge aufgelistet.

7.5.2. Aufzeichnung der Daten

Die Erhebung der Daten erfolgte im ET-Lab am Seminar für Deutsch als Fremdsprachenphilologie der Universität Heidelberg; für die Präsentation der Stimuli kam die Software NYAN der Firma „*Interactive Minds*“ zum Einsatz. Der in der Studie verwendete Eye-tracker konnte während des Experimentes die Blickposition des Probanden mit einer Auflösung von 1600×1200 Pixel (*x*- und *y*-Koordinate des Bildschirms) alle 8.5 ms aufzeichnen. Wie aus der Auswertung weiter unten ersichtlich, reichte diese Auflösung aus, um auch schnelle Sakkaden ohne Probleme zu identifizieren. Die Aufzeichnung der Probanden geschah einzeln in einem isolierten Raum. Nach der Anweisung wurde in einem Vortest sichergestellt, dass der Proband für die Aufnahme bereit war. Der Abstand zum Bildschirm betrug während der Aufzeichnung ca. 60 cm.

7.5.3. Versuchspersonen

An dem Experiment nahmen insgesamt 20 deutsche Muttersprachler und 16 fortgeschrittene monolingual aufgewachsene Lerner des Deutschen mit L1 Russisch im Alter von 18 bis 35 Jahren teil (10 deutsche und 11 russische Probanden für den ersten Teil der Studie und 10 deutsche und 5 russische Probanden für den zweiten Teil der Studie)⁴⁶. Alle Probanden wurden persönlich am Campus angesprochen und für die Teilnahme an einer experimentellen Studie mit sprachlichen Aufgaben gebeten. Bei der Auswahl spielte die allgemeine mentale Verfassung und Kooperationsbereitschaft der Probanden eine wichtige Rolle, Personen, die auffallend in ihrem Verhalten waren oder beim Erklären der Aufgabe Irritationen zeigten, wurden nicht aufgenommen. Das genaue Ziel der Untersuchung war den Probanden im Vorfeld nicht bekannt⁴⁷.

⁴⁶Für eine einfache Interpretation der Daten ist die Homogenität der Probandengruppe hinsichtlich der L1 wichtig. Dies ist aber nicht in allen Studien der Fall, beispielsweise testeten Jordens [Jor98] 23 Probanden aus unterschiedlichen, nicht-westeuropäischen Ländern.

⁴⁷Es wurde absichtlich nicht im Freundeskreis und im direkten Umfeld der Fakultät um die Teilnahme an diesem Experiment geworben, um die Voreingenommenheit der Probanden möglichst auszuschließen.

Da einige Studien Indizien dafür zeigen, dass sich die Sprachverarbeitung bei männlichen und weiblichen Probanden unterscheidet (siehe hierzu Prado und Ullman [PU09] und Babcock et al. [Bab+12]), wurde dieses und weitere Merkmale wie Alter, Dauer des Deutschunterrichts, Aufenthaltsdauer im Zielland und andere aktive Sprachen in Probandenbögen erfasst. Um Artefakte zu vermeiden, nahmen nur rechtshändige Probanden an der Studie teil [Old71].

7.5.4. Hypothesen

Das durchgeführte Experiment vergleicht zwei grundlegende Hypothesen:

- Die grammatikalischen Eigenschaften regelmäßig/unregelmäßig haben keinen Einfluss auf die Art der antizipatorischen Sakkaden bzw. die Fixationsdauer der dargebotenen Infinitive.
- Es ergeben sich systematische Abweichungen im Muster der auftretenden antizipatorischen Sakkaden und den gemessenen Fixationsdauern, die mit den grammatischen Eigenschaften der Stimuli korrelieren.

Bei der Auswertung der gemessenen Daten zeigt sich, dass die zweite Hypothese statistisch signifikant zutrifft; mit Hilfe von Blickbewegungsmessungen lässt sich somit morphologisches Priming nachweisen und untersuchen. Bei der Analyse der Messdaten steht die Untersuchung der folgenden Fragestellungen im Vordergrund:

- Zeigen sich, wie von den dualen Modellen vorhergesagt, Unterschiede in der Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben?
- Lassen sich regelmäßige und unregelmäßige Verben morphologisch primen?
- Ist die Fixationsdauer der Infinitive in der Zweitsprache länger?
- Unterscheiden sich die Muster der Antizipatorischen Sakkaden in Erst- und Zweitsprache?

Auf diese und weitere Punkte wie der Einfluss des Frequenzeffektes wird während der statistischen Auswertung der gemessenen Daten näher eingegangen.

7.6. Datenauswertung

Die Verarbeitung der vom Eyetracker aufgezeichneten Rohdaten und deren statistische Analyse erfolgte mittels einer hierfür speziell in „*Python*“ entwickelten Software, da existierende Programme (insbesondere die Software NYAN) die für die Interpretation der Daten nötigen Aufgaben nur bedingt lösen konnten. Für die graphische Visualisierung

Name des Feldes	Art des Wertes	Beispiel	Ausgewertet
SubjectId	Zahl	15	–
SubjectCode	Name	1ger	–
GazeVectorFound	1/0 (ja/nein)	1	JA
GazeTime	Zeit in Sekunden	23.991	JA
X	Pixelnummer	196	JA
Y	Pixelnummer	138	JA
PupilSize	Zahl	1.888	–
EyeMotionState	Zahl	0	–
StimulusID	Zahl	85	–
StimulusFilename	Dateiname	box2verb0a.jpg	–

Tab. 17: Liste der Datenfelder, die der im Experiment verwendete Eyetracker alle 8.5 ms aufzeichnet.

kam die Bibliothek „*Matplotlib*“ zum Einsatz. Im Folgenden wird der genaue Ablauf der Datenauswertung beschrieben.

7.6.1. Art der vom Eyetracker erhobenen Rohdaten

Die vom Eyetracker erhobenen Daten lagen am Ende des Experimentes in Form einer einfachen Textdatei vor, welche die in Tab. 17 beschriebenen Datenfelder enthielt. Ein Auszug aus einer solchen Datei ist in Tab. 18 dargestellt, jede Zeile repräsentiert einen Datenpunkt (eine Blickposition). Für die Auswertung war nur relevant, wann der Proband wohin geschaut hat, diese Information kann den Datenfeldern *GazeTime*, *X* und *Y* entnommen werden. Es ist allerdings zu beachten, dass nicht jede Messung des Eyetrackers aus technischen Gründen erfolgreich ist (angezeigt durch die Variable *GazeVectorFound*).

7.6.2. Visualisierung der Rohdaten

Der im Experiment verwendete Eyetracker lieferte alle 8.5 ms die Blickposition des Probanden, die am Ende des Experimentes vorliegende Datendatei ist daher sehr groß. Pro Proband fielen ca. 14.000 Messpunkte an Rohdaten an [Dauer: $40 \times (1.7 \text{ s} + 1.4 \text{ s})$]. Um diese großen Datenmengen einfach zu überschauen, ist eine graphische Visualisierung unumgänglich. In Abb. 7 sind die während einer Stimulusgruppe aufgezeichneten Fixationspunkte dargestellt. Um unterscheiden zu können, welche Fixationen während der ersten (nur Infinitiv) und welche während der zweiten Folie (Infinitiv und beide mögliche Vergangenheitsformen) aufgezeichnet wurden, sind diese unterschiedlich gefärbt (rot

SubjectId	SubjectCode	GazeVectorFound	GazeTime	X	Y	PupilSize	EyeMotionState	StimulusID	StimulusFilename
18	4ger	1	22.644	892	526	2.026	0	85	box2verb0a.jpg
18	4ger	1	22.653	927	555	1.749	0	85	box2verb0a.jpg
18	4ger	1	22.661	889	502	2.004	0	85	box2verb0a.jpg
18	4ger	1	22.661	989	604	1.999	0	85	box2verb0a.jpg
18	4ger	1	22.669	1078	673	1.717	0	85	box2verb0a.jpg
18	4ger	1	22.678	1174	767	1.989	0	85	box2verb0a.jpg
18	4ger	1	22.686	1220	850	1.704	0	85	box2verb0a.jpg
18	4ger	1	22.694	1236	919	1.968	0	85	box2verb0a.jpg
18	4ger	1	22.703	1233	912	1.69	0	85	box2verb0a.jpg
18	4ger	1	22.711	1217	886	1.956	0	85	box2verb0a.jpg
18	4ger	1	24.139	524	602	1.843	0	85	box2verb0a.jpg
18	4ger	1	24.147	524	608	1.668	0	85	box2verb0a.jpg
18	4ger	1	24.346	1080	330	1.627	0	86	box2verb0b.jpg
18	4ger	1	24.354	1084	330	1.838	0	86	box2verb0b.jpg
18	4ger	1	24.363	1083	331	1.62	0	86	box2verb0b.jpg
18	4ger	1	24.371	1080	330	1.828	0	86	box2verb0b.jpg
18	4ger	1	24.379	1077	326	1.609	0	86	box2verb0b.jpg
18	4ger	1	24.388	1074	326	1.827	0	86	box2verb0b.jpg
18	4ger	1	24.396	1075	314	1.61	0	86	box2verb0b.jpg
18	4ger	1	24.404	1074	318	1.827	0	86	box2verb0b.jpg
18	4ger	1	25.541	1123	796	2.051	0	86	box2verb0b.jpg
18	4ger	1	25.55	1117	785	2.251	0	86	box2verb0b.jpg
18	4ger	1	25.791	841	484	2	0	87	box2verb1a.jpg
18	4ger	1	25.799	833	457	2.169	0	87	box2verb1a.jpg
18	4ger	1	25.807	834	458	1.975	0	87	box2verb1a.jpg
18	4ger	1	25.815	838	452	2.155	0	87	box2verb1a.jpg
18	4ger	1	25.824	836	463	1.975	0	87	box2verb1a.jpg
18	4ger	1	25.832	834	471	2.131	0	87	box2verb1a.jpg
18	4ger	1	25.84	836	475	1.945	0	87	box2verb1a.jpg
18	4ger	1	25.849	836	480	2.115	0	87	box2verb1a.jpg

Tab. 18: Die ersten Einträge der vom Eyetracker generierten Datei (aus Platzgründen sind an zwei Stellen Einträge übersprungen worden).

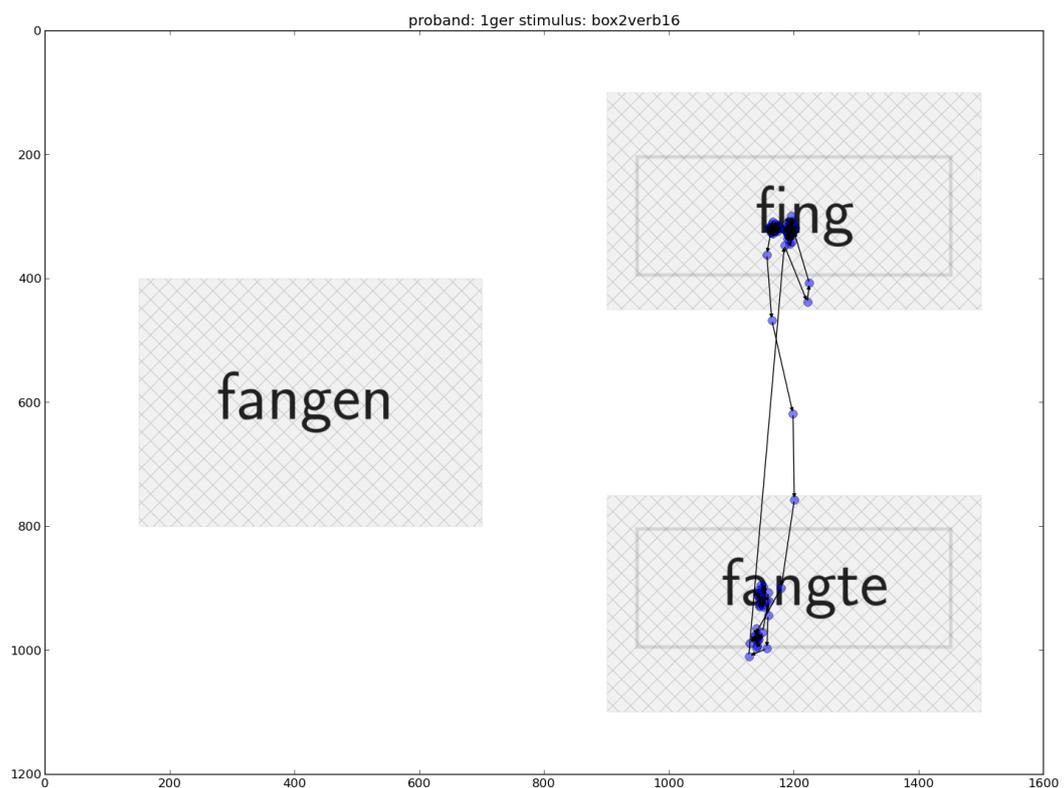
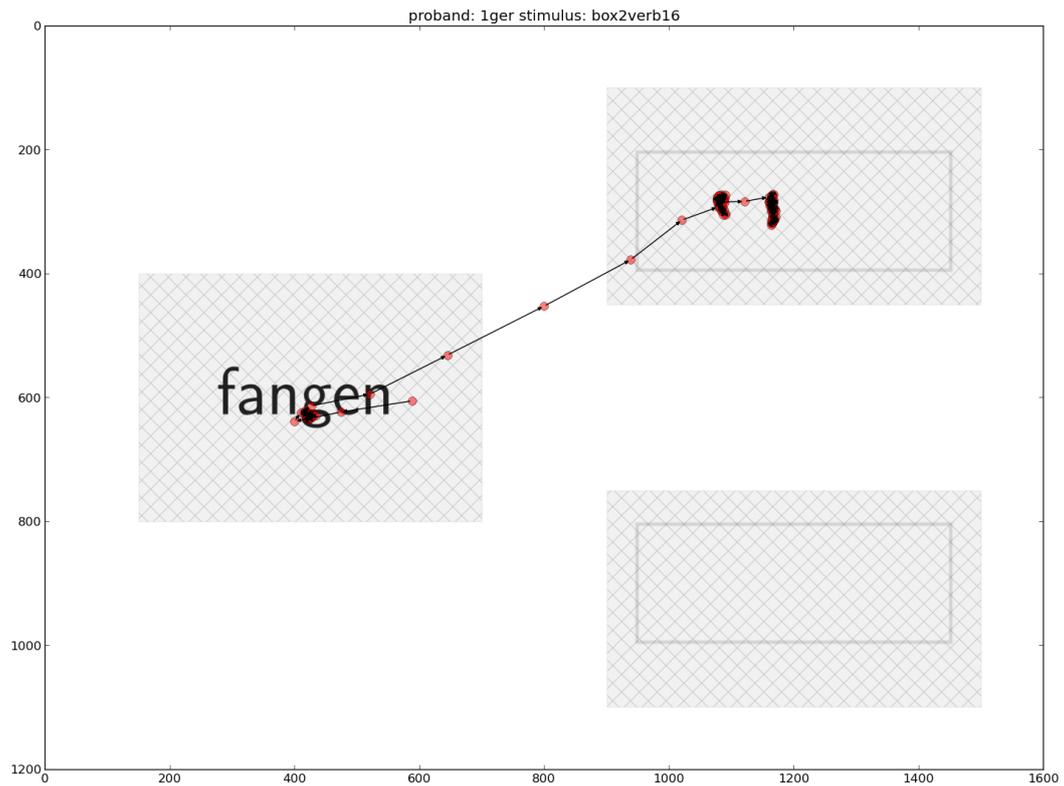


Abb. 7: Jede Stimulusgruppe besteht aus zwei Bildern. Zuerst wird für 1.7 s nur der Infinitiv gezeigt (oben), die während dieser Zeit auftretenden Fixationen sind immer in rot dargestellt. Danach sieht der Proband für 1.4 s alle drei Formen, die in diesen Zeitraum fallenden Fixationen sind blau eingefärbt. Die Reihenfolge der gemessenen Fixationspunkte ist durch die Pfeilrichtung gekennzeichnet.

bzw. blau). So können alle Fixationen später in einer Folie gemeinsam dargestellt werden, ohne die Zuordnung zu verlieren.

7.6.3. Festlegung der AOIs

	Infinitiv (links mittig)	Unregelmäßig (rechts oben)	Regelmäßig (rechts unten)
Stimulusposition (x,y)	(400,600)	(1200,300)	(1200,900)
AOI, x-Richtung	150-700	900-1500	900-1500
AOI, y-Richtung	400-800	100-450	750-1100

Tab. 19: Für die computergestützte Auswertung der erhobenen Daten wurden die obigen AOIs verwendet. Die Zuordnung einer Fixation zu dem im entsprechenden Bildschirmbereich gezeigten Stimulus erfolgte, wenn sich eine oder mehrere Fixationen innerhalb der entsprechenden AOI befanden.

Für die Datenanalyse ist es wichtig festzustellen, wann der Proband welchen Stimulus anschaute. Um zu entscheiden, ob sich eine Fixation auf einen bestimmten Stimulus bezieht oder nicht, wurden drei AOIs definiert [„*area of interest*“, alternativ in der Literatur auch als „*region of interest*“ (ROI) bezeichnet]. Diese sind in Tab. 19 aufgelistet und werden in der graphischen Darstellung grau schattiert wiedergegeben (siehe beispielsweise Abb. 7). Nur wenn eine Fixation innerhalb der entsprechenden AOI lag, wurde sie dem zugehörigen Stimulus (Infinitiv, regelmäßige/unregelmäßige Vergangenheitsform) zugeordnet. Die Größe der jeweiligen AOI wurde so gewählt, dass einerseits eine klare Trennung zwischen den beiden möglichen Verbformen auf der rechten Seite vorliegt, andererseits auch die nicht so präzisen antizipatorischen Sakkaden noch zugeordnet werden können.

7.6.4. Zusammenfassung der Fixationspunkte

Um die Fixationen von den Sakkaden trennen zu können und um die Visualisierung der Daten zu vereinfachen, besteht der erste Verarbeitungsschritt darin, Fixationspositionen zusammenzufassen, wenn diese räumlich innerhalb eines bestimmten Radius liegen. Der räumliche Abstand D von zwei Fixationspunkten (x_a, y_a) und (x_b, y_b) ergibt sich dabei nach der Formel

$$D = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}. \quad (1)$$

Bei der Auswertung betrug die Grenze 50 Pixel, d.h. solange zeitlich aufeinanderfolgende Fixationspunkte nicht weiter als 50 Pixel von der ersten Fixation entfernt waren, wurden

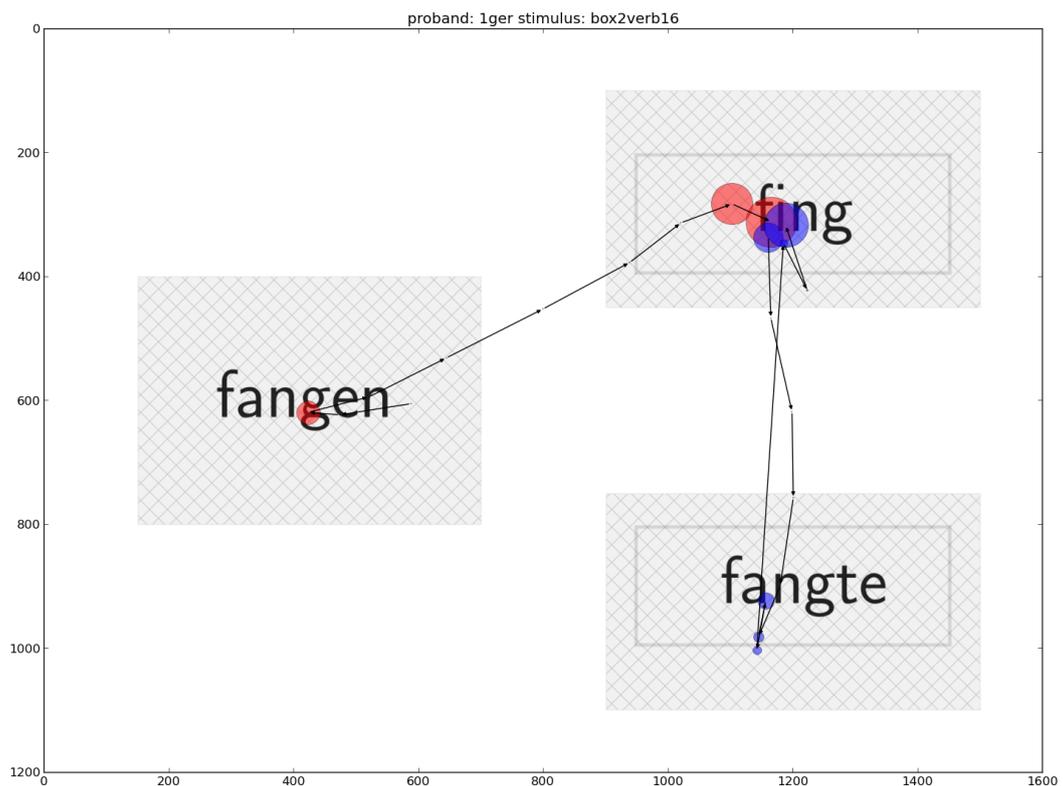
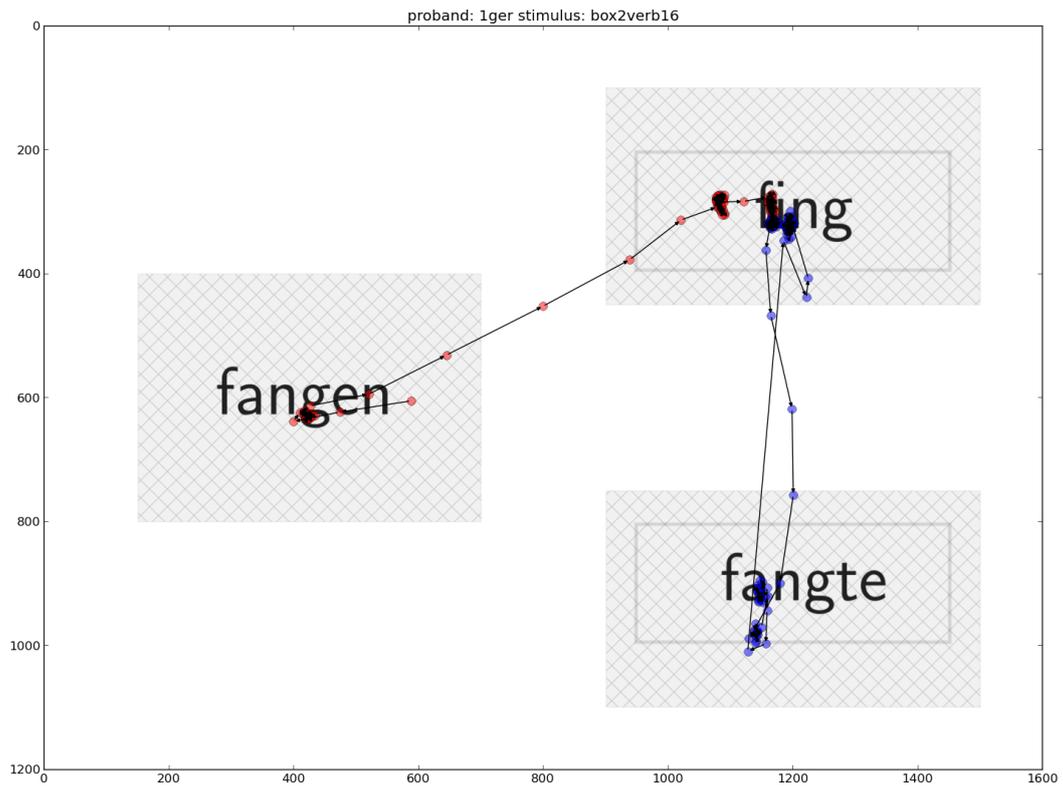


Abb. 8: Der Eyetracker bestimmt alle 8.5 ms die Blickposition des Probanden (oben). Um die Analyse zu vereinfachen, werden benachbarte Blickpositionen mit nur geringem Abstand zu einer Fixation zusammengefasst (unten). Die Größe des farbigen Punktes gibt die Dauer der so ermittelten Fixation an.

diese zu einem effektiven Datenpunkt zusammengefasst. Die Position (x, y) des effektiven Fixationspunktes bestimmt sich dabei aus dem arithmetischen Mittel aller zusammengefassten Fixationspunkte. Für N Punkte mit den Koordinaten (x_k, y_k) ergibt sich somit die effektive Koordinate (x, y) des zusammengefassten Punktes mit

$$x = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k, \quad y = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N y_k. \quad (2)$$

Während in den Rohdaten alle Fixationspunkte den gleichen zeitlichen Abstand von 8.5 ms aufweisen (der zeitlichen Auflösung des Eyetrackers), bestimmt sich die zeitliche Dauer der effektiven Fixation aus der Zeit, die der Proband mit seinem Blick an diesem Ort verweilte. Das Ergebnis ist in Abb. 8 dargestellt. Während die Rohdaten aus vielen Einzelpunkten mit konstantem zeitlichen Abstand bestehen (oben), gibt es nach der Zusammenfassung weniger Fixationspunkte (unten). Aus der Anzahl der zusammengefassten Fixationspunkte lässt sich bestimmen, wie lange der Proband mit seinem Blick an dieser Stelle des Bildschirms verweilte. Die Länge der Fixation wird dann graphisch durch die Größe des Fixationspunktes dargestellt.

Die so gewonnenen Daten sind wesentlich übersichtlicher. Die eigenständige Analyse der Rohdaten erlaubt dabei ein großes Maß an Kontrolle über die Art und Weise, wie die effektiven Fixationen berechnet werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass sich die Anzahl der gültigen und ungültigen Datenpunkte genau ermitteln lässt, es wurden nur Messungen mit richtig erkannter Blickposition in die Auswertung mit einbezogen.

7.6.5. Bestimmung der antizipatorischen Sakkaden

Die beiden wichtigsten Parameter einer Sakkade sind deren Dauer und das angesteuerte Ziel (siehe Kapitel 6.4). Die Dauer der Sakkade kann aus der Differenz zwischen der letzten Fixation in der Start-AOI und der ersten Fixation in der Ziel-AOI bestimmt werden (in diesem Zusammenhang wird von einer Fixation gesprochen, wenn der Blick mindestens für 30 ms an einer Stelle ruht). In der Auswertung wurden Sakkaden mit einer Länge zwischen 20 ms und 100 ms berücksichtigt. Ist die bestimmte Länge der Sakkade kürzer als 20 ms, so kann das nur daran liegen, dass der Eyetracker Zwischenpositionen nicht erkannt hat. Ist die Sakkade länger als 100 ms, so sind während der Sakkade längere Fixationen aufgetreten, es handelt sich also nicht um eine direkte, zielgerichtete Augenbewegung. In beiden Fällen wird die Messung mit „N“ gekennzeichnet und nicht ausgewertet.

Symbol	Art der Sakkade
E	Es wurden keine Fixationen aufgezeichnet (tritt fast nie auf)
IF	Der Infinitiv wurde nicht als erstes fixiert (tritt fast nie auf)
–	Es gab keine Sakkade
N	Sakkade wurde nicht gewertet
OR	Einfache Sakkade nach oben (richtig), Abb. 9
OF	Einfache Sakkade nach oben (falsch), Abb. 9
UR	Einfache Sakkade nach unten (richtig), Abb. 10
UF	Einfache Sakkade nach unten (falsch), Abb. 10
OR-I	Zuerst nach oben (richtig), dann zum Infinitiv zurück
OF-I	Zuerst nach oben (falsch), dann zum Infinitiv zurück
UR-I	Zuerst nach unten (richtig), dann zum Infinitiv zurück
UF-I	Zuerst nach unten (falsch), dann zum Infinitiv zurück
OR-UF	Zuerst nach oben (richtig), dann nach unten (falsch), Abb. 11
OF-UR	Zuerst nach oben (falsch), dann nach unten (richtig), Abb. 11
UR-OF	Zuerst nach unten (richtig), dann nach oben (falsch), Abb. 12
UF-OR	Zuerst nach unten (falsch), dann nach oben (richtig), Abb. 12

Tab. 20: Liste aller möglichen antizipatorischen Sakkaden mit bis zu zwei Zielen und deren Abkürzungen. Die Bewertung ‚richtig‘ und ‚falsch‘ bezieht sich immer auf die grammatische Form, die an der entsprechenden Stelle auf der nächsten Folie erscheinen wird.

Um vom Sprachzentrum gesteuerte antizipatorische Sakkaden zu identifizieren, wird zunächst sichergestellt, dass der Proband den Infinitiv in der linken Bildschirmhälfte lange genug fixiert, um diesen auch wahrzunehmen. Ist dies der Fall, so kann man davon ausgehen, dass eine danach stattfindende Blickbewegung nicht rein zufällig geschieht, sondern von höheren kognitiven Prozessen mitgesteuert wird. Da neben der Sprachverarbeitung verschiedene andere kognitive Prozesse die Augenmotorik beeinflussen (für eine ausführliche Diskussion siehe Kapitel 6.4), sind einzelne Sakkaden bedeutungslos, erst eine statistische Analyse der gesamten Daten ermöglicht sinnvolle Rückschlüsse. Um sicherzustellen, dass das Gehirn unterbewusst die Struktur des Experimentes erkannt hat und sich somit möglicherweise ein morphologischer Primingeffekt einstellt, wurden die ersten zehn Stimuli nicht mit in die Analyse einbezogen.

Die im Experiment erfassten Sakkaden sind in Tab. 20 aufgelistet. Im einfachsten Fall gingen diese in nur eine Richtung, nach oben (*OR* oder *OF*, siehe Abb. 9) oder nach unten (*UR* oder *UF*, siehe Abb. 10). Im Folgenden werden diese Art von Sakkaden als direkte oder einfache Sakkaden bezeichnet. Je nach gezeigtem Stimulus kann eine Sakkade entweder „richtig“ oder „falsch“ sein, d.h. dort enden, wo auf der zweiten Folie die grammatisch richtige bzw. falsche Form erscheinen wird.

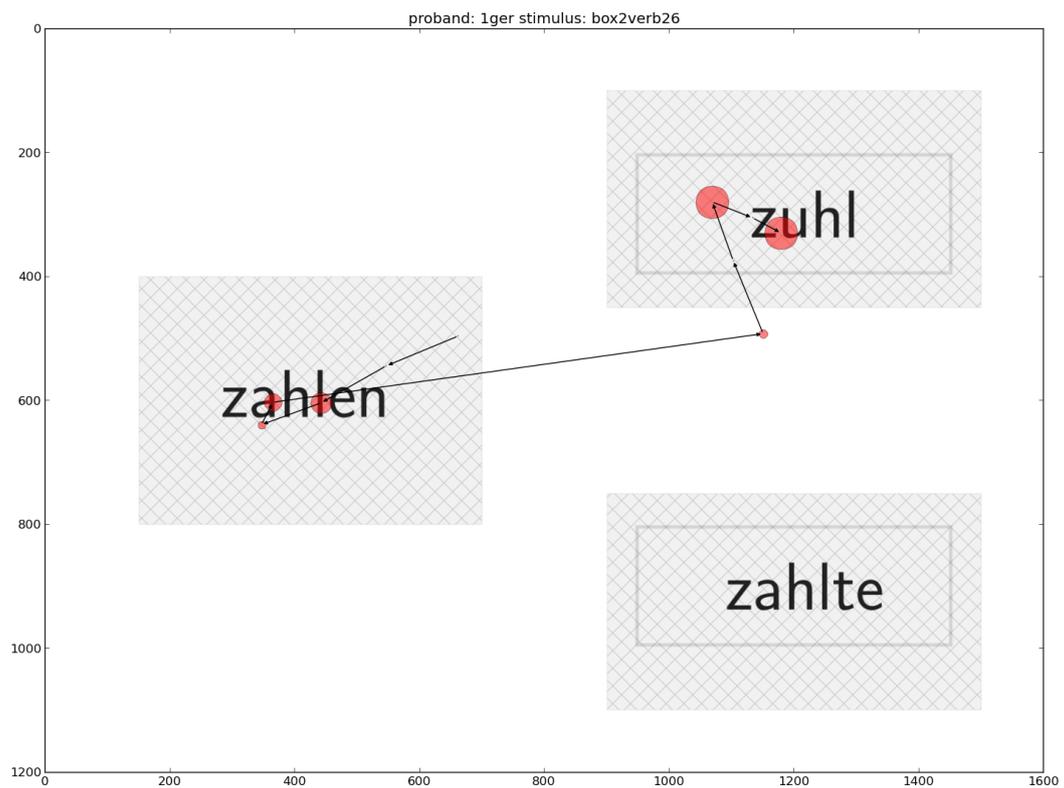
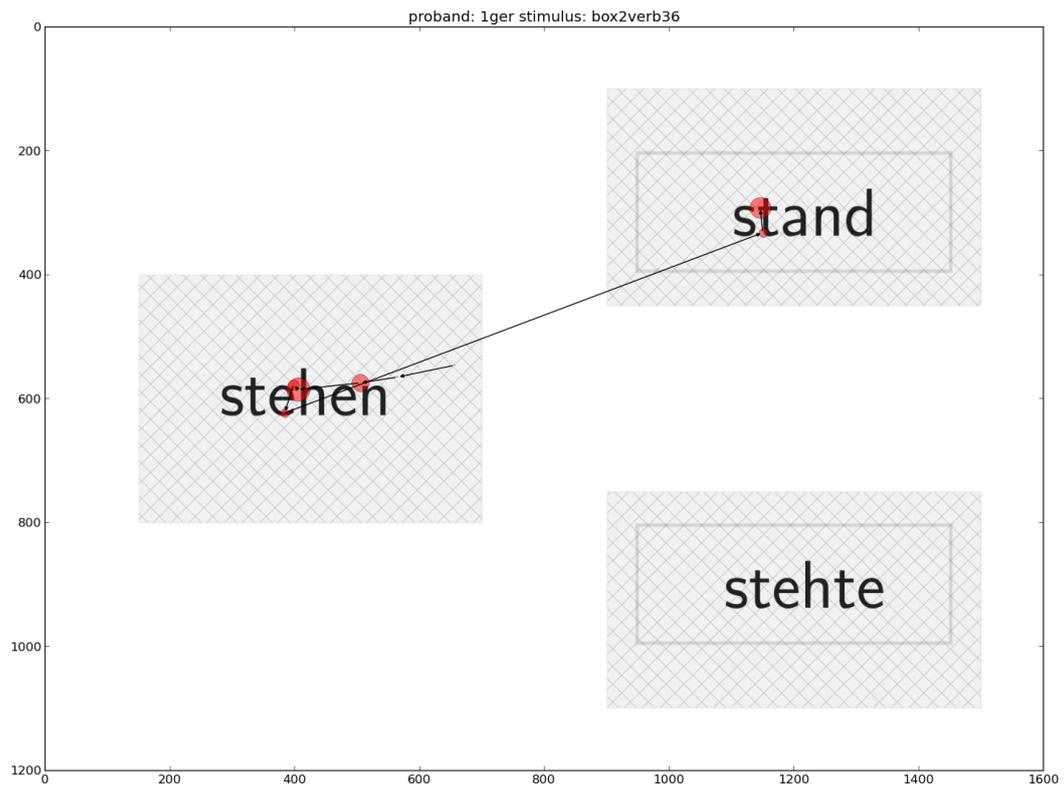


Abb. 9: Beispiele für antizipatorische Sakkaden nach oben. Im ersten Fall ist diese richtig (*OR*, *stehen-stand*), im zweiten falsch (*OF*, *zahlen-zahlte*). Die Verbformen auf der rechten Seite sind zum Zeitpunkt der Sakkade noch nicht sichtbar.

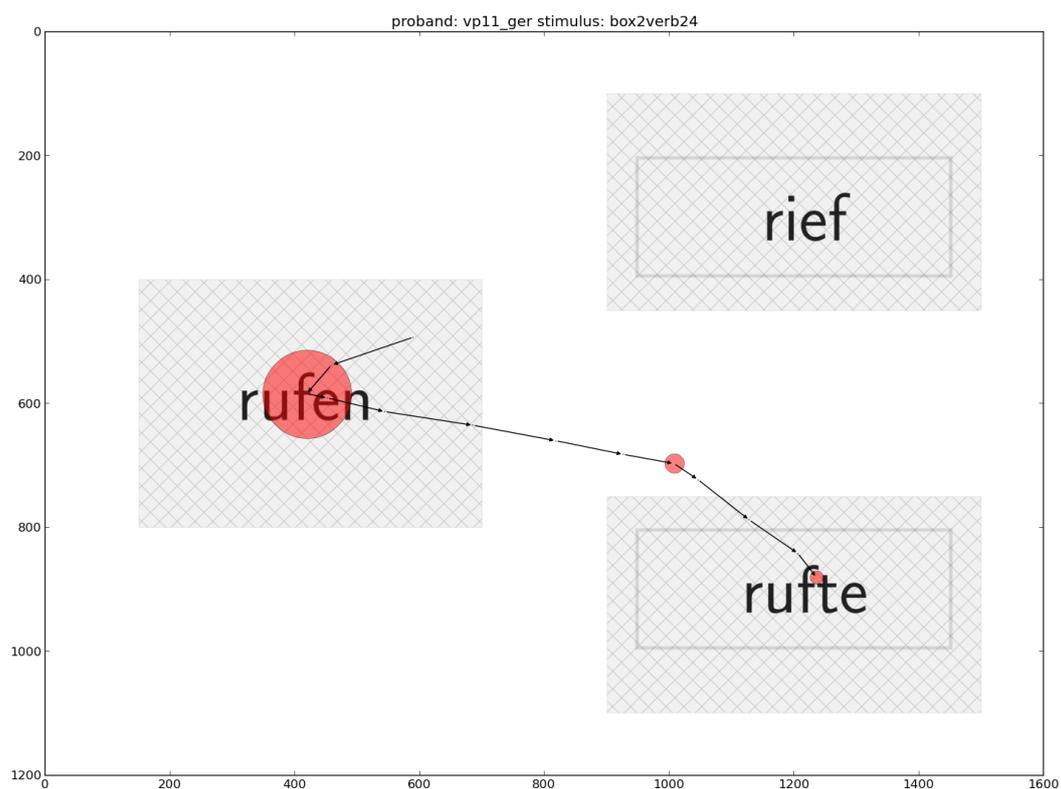
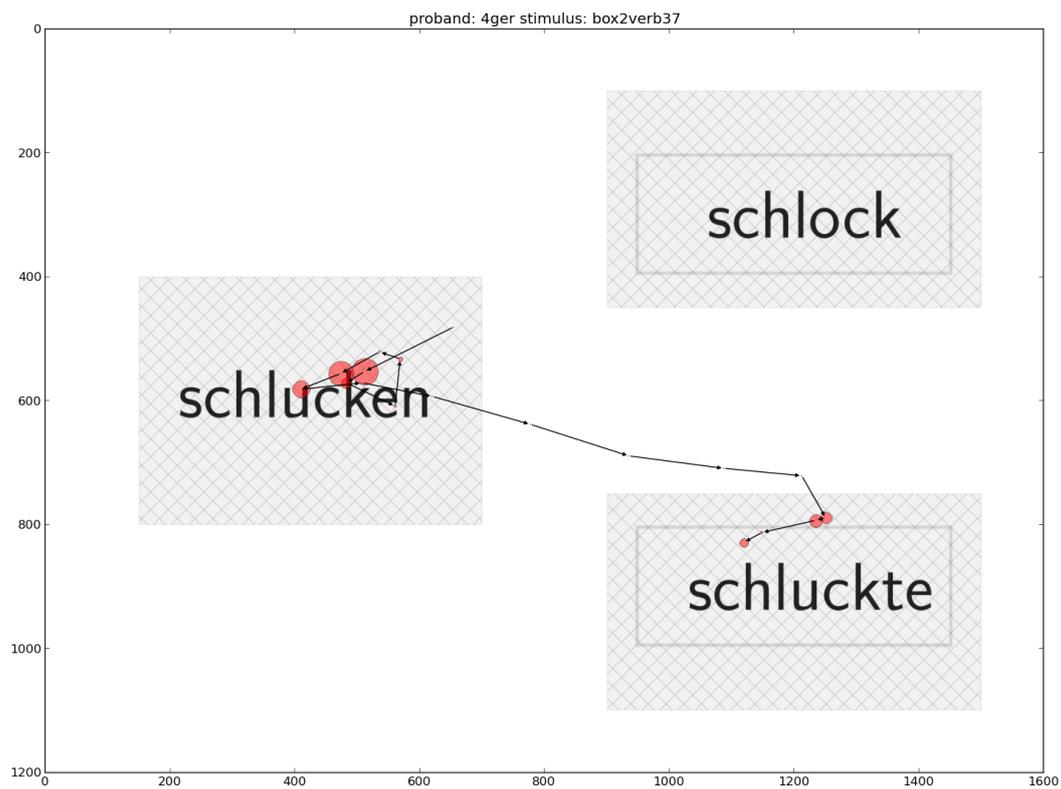


Abb. 10: Beispiele für antizipatorische Sakkaden nach unten. Im ersten Fall ist diese richtig (UR, schlucken-schluckte), im zweiten falsch (UF, rufen-rief). Die Verbformen auf der rechten Seite sind zum Zeitpunkt der Sakkade noch nicht sichtbar.

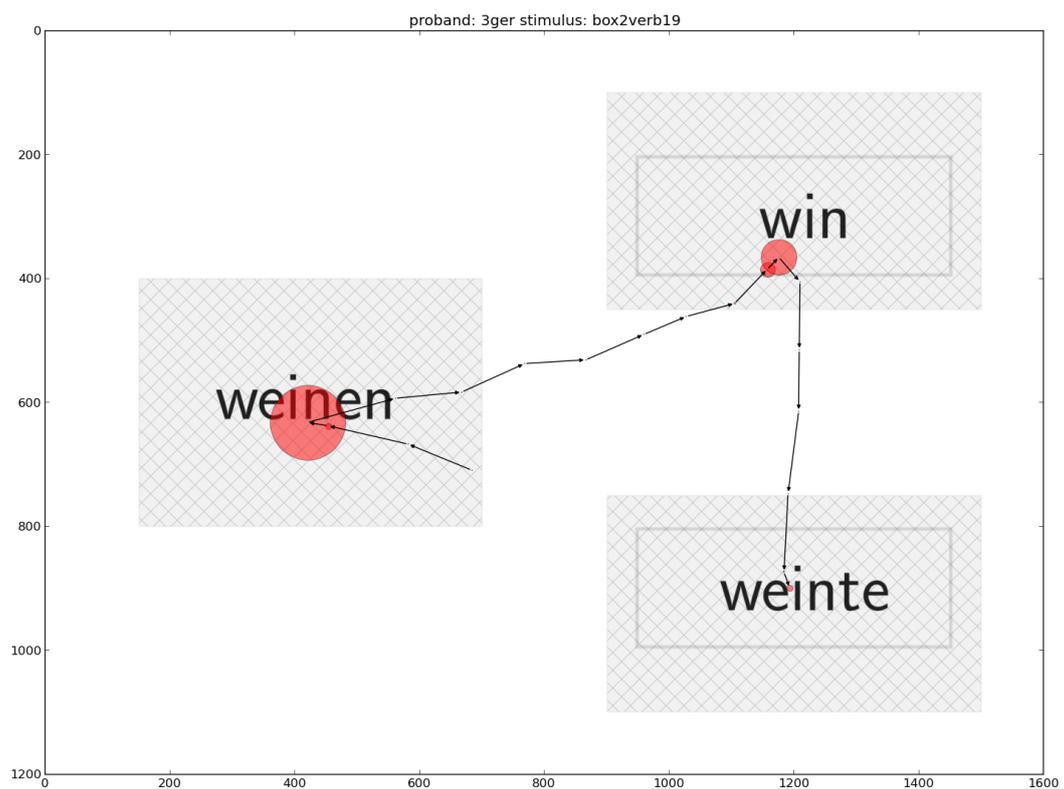
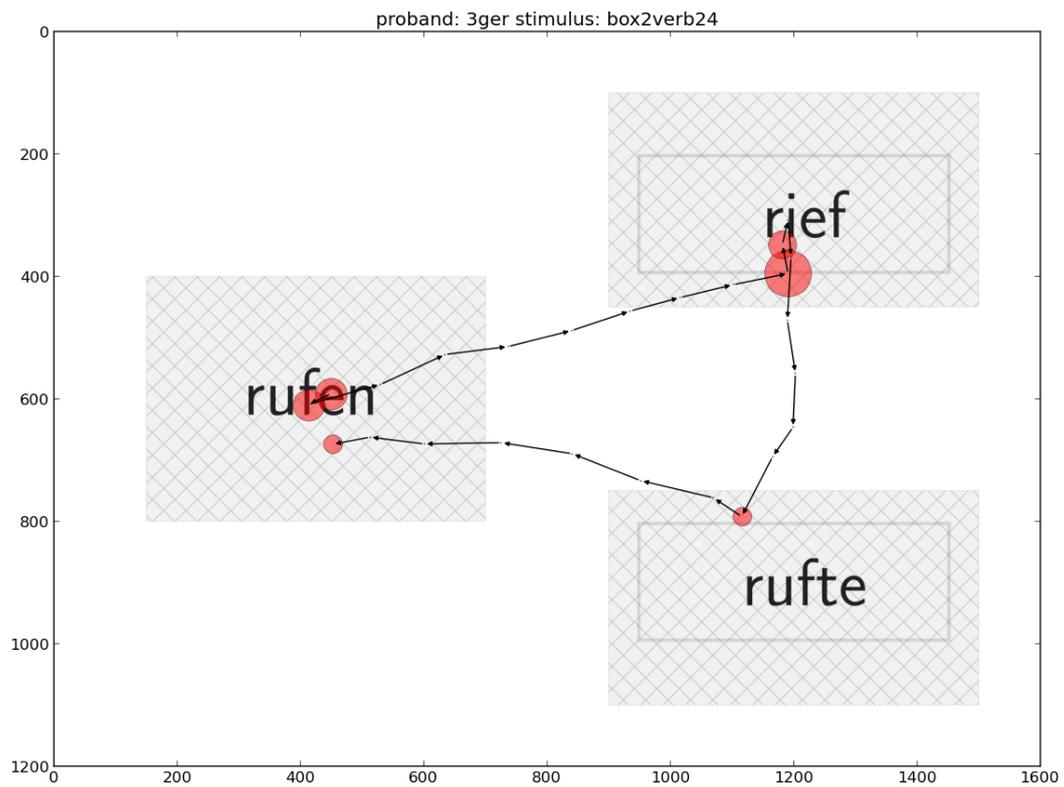


Abb. 11: Antizipatorische Sakkaden: zuerst nach oben, dann nach unten. Im oberen Bild ist das erste (OR-UF), im unteren das zweite Ziel das richtige (OF-UR). Die Verbformen auf der rechten Seite sind zum Zeitpunkt der Sakkade noch nicht sichtbar.

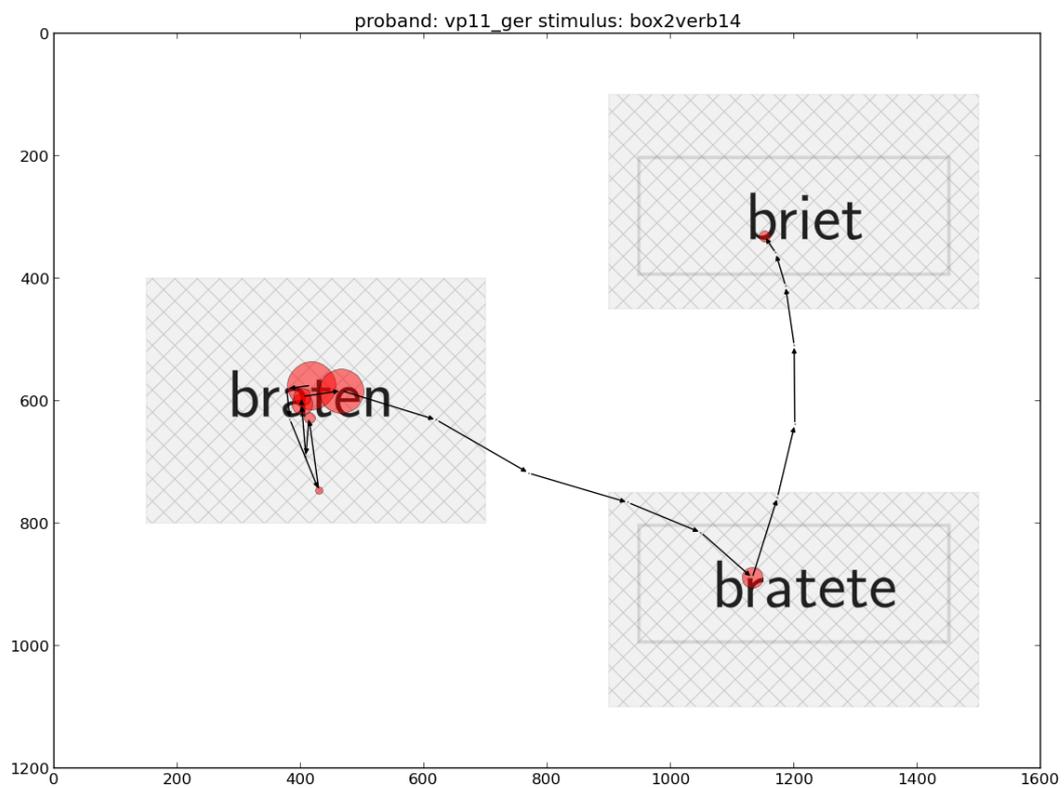
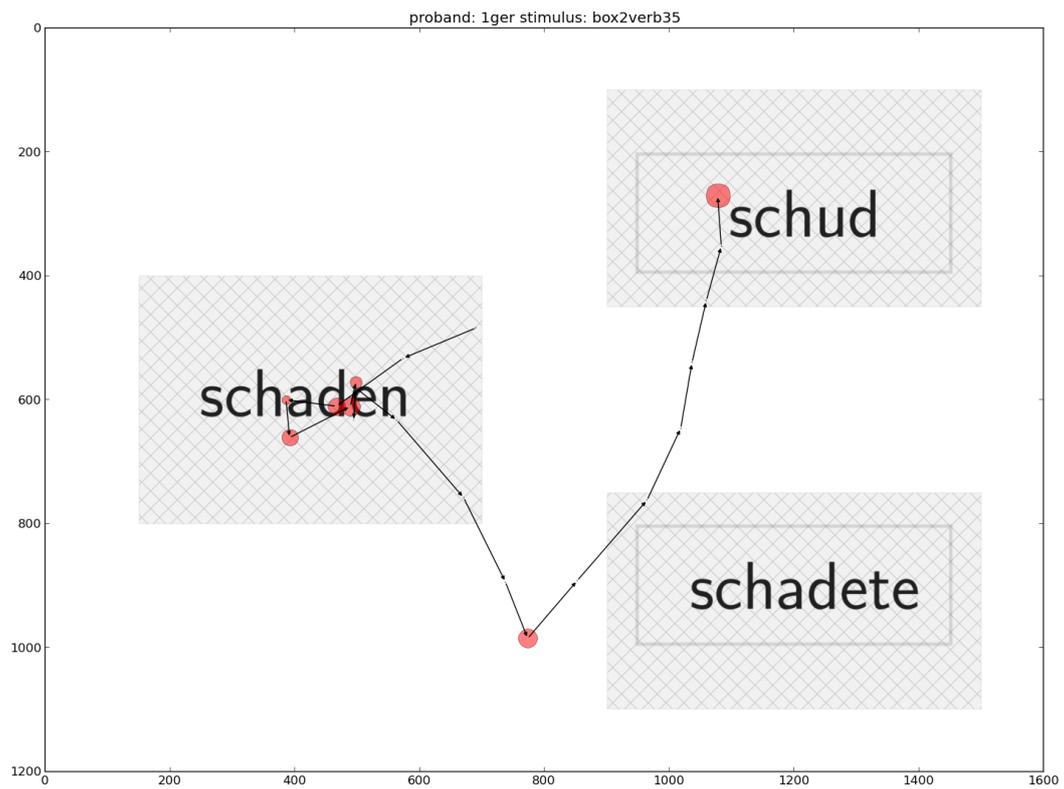


Abb. 12: Doppelte antizipatorische Sakkaden, zuerst nach unten, dann nach oben. Im oberen Bild ist das erste (*UR-OF*), im unteren das zweite Ziel das richtige (*UF-OR*). Die Formen auf der rechten Seite sind zum Zeitpunkt der Sakkade noch nicht sichtbar.

Neben diesen beiden Grundmustern sind auch Kombinationen möglich, also Fälle, in denen die Sakkade zuerst in die eine und dann in die andere Richtung verläuft. Solche Sakkaden werden indirekte Sakkaden genannt. Insgesamt gibt es dafür zwei Möglichkeiten (zuerst nach oben, dann nach unten oder umgekehrt). Für jede Möglichkeit kann entweder die zuerst oder die zuletzt anvisierte Position die grammatikalisch richtig sein. In Abb. 11 sind Sakkaden, die erst nach oben (*OR-UF* bzw. *OF-UR*) und in Abb. 12 Sakkaden, die erst nach unten gehen, dargestellt (*UR-OF* bzw. *UF-OR*). Darüber hinaus ist es möglich, dass die Sakkade nach dem ersten Ziel wieder zum Infinitiv zurückkehrt (*OR-I, OF-I, UR-I, UF-I*). Ob die Sakkade danach noch ein drittes Ziel anläuft, wurde nicht weiter untersucht, da dies aufgrund der kurzen, zur Verfügung stehenden Zeitspanne nicht sehr oft auftrat.

Die Klassifizierung der direkten Sakkaden ist einfach, da diese entweder zur grammatisch richtigen Position verlaufen oder nicht. Bei den indirekten Sakkaden muss dagegen festgelegt werden, ob man die erste oder die letzte Blickposition als die entscheidende wertet. Für beide Varianten gibt es gute Gründe. Da das erste Ziel der Sakkade die primäre Reaktion des Gehirns darstellt, liegt es nahe, es als das wichtigere einzuordnen. Aus dieser Perspektive kann die anschließende zweite Bewegung als Reaktion darauf aufgefasst werden, dass am Zielort der Sakkade noch kein Stimulus erschienen ist und das Auge weiter nach möglichen Reizen sucht. Andererseits hat das Gehirn länger Zeit, um die zweite Richtungsänderung zu bestimmen. Die zweite Reaktion wird daher im Gegensatz zur Ersten mit größerer Wahrscheinlichkeit von höheren mentalen Prozessen (wie beispielsweise der Sprachverarbeitung) bestimmt.

7.7. Statistische Analyse und Interpretation der L1-Daten Teil I

In diesem Unterkapitel werden die Daten analysiert, die im ersten Teil der Studie mit deutschen Muttersprachlern (10 Probanden) erhoben wurden. Die verwendeten Stimuli sind in Tab. 15 aufgelistet (unregelmäßige Verben oben, regelmäßige unten), die gemessenen Blickbewegungen sind in einem Anhang (siehe Unterkapitel A) ausführlich dargestellt (für die Bedeutung der entsprechenden Datenfelder siehe Tab. 21). Für jeden Probanden wurden die ersten zehn Verben verworfen und nur die verbleibenden Stimuli auf mögliche Primingeffekte untersucht.

7.7.1. Auswertung der Fixationslängen

Erste Unterschiede im Bezug auf die mentale Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Vergangenheitsformen zeigen sich in den Fixationszeiten des Infinitivs (siehe Abb. 13). Diese werden aus der zeitlichen Differenz zwischen der ersten und der letzten Fixation innerhalb der AOI des Infinitivs ermittelt. Obwohl die ausgewerteten Verben sich nur unwesentlich im Bezug auf die Wortlänge unterscheiden [regelmäßig (unten)

Bezeichnung	Bedeutung
Stimulus	Name des Stimulus, siehe Tab. 15 und Tab. 16
NG	Anzahl an Messungen, in denen der Eyetracker die Blickposition nicht erkannt hat (0.0: immer erkannt 1.0: nie erkannt)
Richtige Position	Position, an der auf der zweiten Folie die grammatisch richtige Form erscheinen wird (oben/unten)
Sakkaden Verlauf	Kodierung der Sakkade, siehe Tab. 20
Inf.	Fixationsdauer des Infinitivs in Sekunden
1.Sak.	Zeitlicher Abstand zwischen der ersten Fixation des Infinitivs und der ersten Fixation innerhalb der AOI, die die Sakkade als erstes ansteuert (in Sekunden), wird als Ankunftszeit der ersten Sakkade bezeichnet
2.Sak.	Zeitlicher Abstand zwischen der ersten Fixation des Infinitivs und der ersten Fixation innerhalb der AOI, die die Sakkade als zweites ansteuert (in Sekunden), wird als Ankunftszeit der zweiten Sakkade bezeichnet

Tab. 21: Bedeutung der Datenfelder.

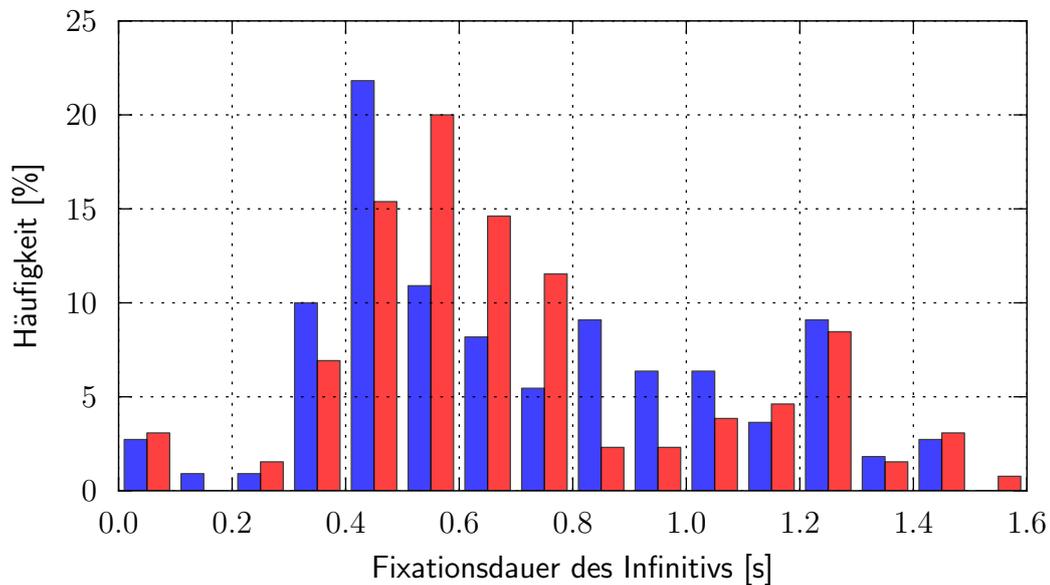


Abb. 13: Länge der ersten Fixation des Probanden auf den Infinitiv des ihm dargebotenen Verbs (hier sind nur die Stimuli *box2verb10* bis *box2verb38* mit in die Analyse einbezogen, siehe Tab. 15). Die Fixationszeiten der regelmäßigen Verben sind in blau, die der unregelmäßigen in rot dargestellt.

6.125; unregelmäßig (oben) 6.154, siehe Tab. 15] zeigen sich in Abb. 13 Abweichungen in der Verteilung der Fixationszeiten. Für beide Verbgruppen beginnt die Verteilung ab ca. 300 ms zu wachsen. Dies entspricht der Zeit, die zur mentalen Verarbeitung eines Wortes notwendig ist (siehe Kapitel 6.4.1). Allerdings legen die Daten nahe, dass regelmäßige Formen schneller verarbeitet werden als unregelmäßige, da die blaue Verteilung schneller ansteigt und ihr Maximum früher erreicht als die rote. Der Mittelwert der Fixationsdauer für alle Ereignisse zwischen 30 ms und 800 ms liegt bei 545 ms für die rote Verteilung (unregelmäßig) und 501 ms für die blaue Verteilung (regelmäßig), dies entspricht einem Unterschied von 8.8% [die entsprechenden Standardabweichungen betragen 146 ms (rot) bzw. 142 ms (blau)].

Die schnellere Verarbeitung der regelmäßigen Formen kann mit Hilfe des morphologischen Primingeffekts erklärt werden. Geht man wie das DP-Modell (siehe Kapitel 3) davon aus, dass die Anwendung der mentalen Regel zur Bildung der Vergangenheitsformen im prozeduralen Gedächtnis erfolgt und für alle regelmäßigen Verben gleich abläuft, so führt das angewendete Primingparadigma zu einer Verbesserung der Reaktionszeit. Die unregelmäßigen Verbformen müssen dagegen alle separat aus dem mentalen Lexikon abgerufen werden. Da dieser Prozess lediglich die deklarative Komponente des Langzeit-

gedächtnisses betrifft, ist er nicht durch Priming manipulierbar. Das Ergebnis kann als Hinweise auf die von den dualen Modellen vorhergesagten unterschiedlichen mentalen Routen für regelmäßige und unregelmäßige Verbformen angesehen werden (siehe Kapitel 2.3).

7.7.2. Untersuchung des Frequenzeffektes

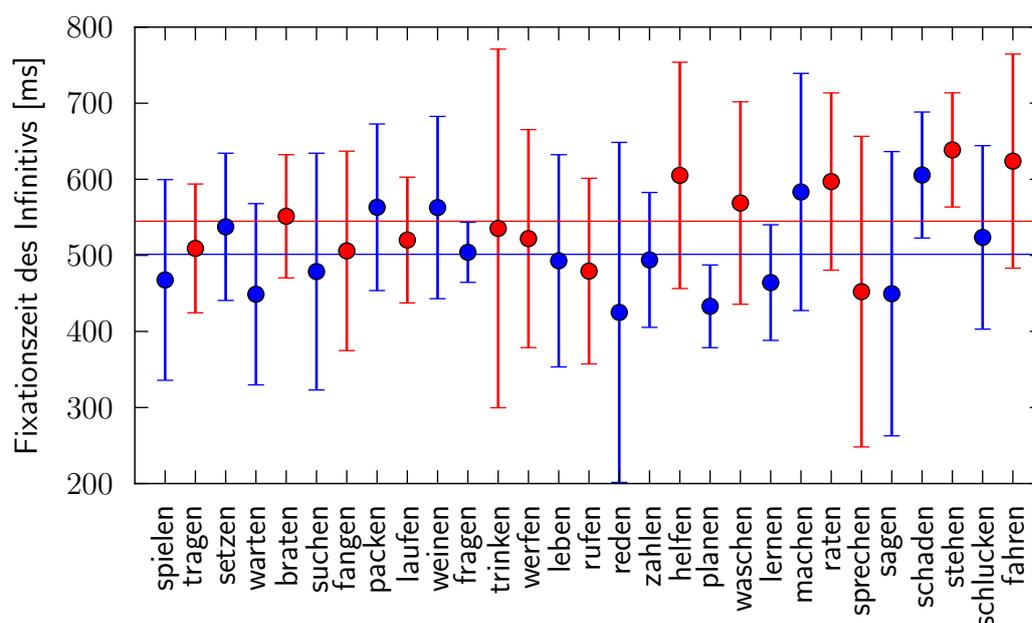


Abb. 14: Länge der ersten Fixation des Probanden auf den Infinitiv des ihm dargebotenen Verbs (Mittelwert und Standardabweichung). Regelmäßige Verben sind in blau, unregelmäßige Verben sind in rot dargestellt (es wurden nur Ereignisse zwischen 30 ms und 800 ms berücksichtigt, siehe Abb. 13). Die Verben sind in der im Experiment gezeigten Reihenfolge angeordnet (siehe Abb. 15 für eine Sortierung nach der Frequenz des Infinitivs).

Wie in Kapitel 5 dargestellt, kann die Frequenz der Verbformen einen Einfluss auf die gemessenen Reaktionszeiten ausüben. Um auszuschließen, dass der festgestellte Unterschied in den Fixationszeiten für regelmäßige und unregelmäßige Verben auf den Frequenzeffekt zurückzuführen ist, sind die Fixationszeiten in Abb. 14 für jedes Verb einzeln dargestellt (Mittelwert für alle aufgezeichneten Ereignisse zwischen 30 ms und 800 ms, als Fehlerbalken ist die Standardabweichung angegeben).

Aus Tab. 22 können die entsprechenden Frequenzen für Infinitiv und Vergangenheitsform entnommen werden. Obwohl im Experiment lediglich hochfrequente Formen verwendet wurden, um eine Irritation der Probanden oder eine mögliche Wissenslücke in der L2

ID	Infinitiv	Freq.	Vergangenheit	Freq.	Typ
box2verb10	spielen	5132	spielte	4688	R
box2verb11	tragen	8190	trug	8679	U
box2verb12	setzen	7019	setzte	12464	R
box2verb13	warten	5081	wartete	3565	R
box2verb14	braten	256	briet	50	U
box2verb15	suchen	6745	suchte	6922	R
box2verb16	fangen	777	fing	3081	U
box2verb17	packen	587	packte	1720	R
box2verb18	laufen	2389	lief	5658	U
box2verb19	weinen	1333	weinte	1312	R
box2verb20	fragen	5842	fragte	21911	R
box2verb21	trinken	2456	trank	2350	U
box2verb22	werfen	1847	warf	7000	U
box2verb23	leben	7307	lebte	4361	R
box2verb24	rufen	1701	rief	14780	U
box2verb25	reden	7805	redete	2331	R
box2verb26	zahlen	2641	zahlte	653	R
box2verb27	helfen	7481	half	2266	U
box2verb28	planen	253	plante	226	R
box2verb29	waschen	953	wusch	458	U
box2verb30	lernen	458	lernte	2114	R
box2verb31	machen	44864	machte	21875	R
box2verb32	raten	446	riet	788	U
box2verb33	sprechen	13114	sprach	14983	U
box2verb34	sagen	34383	sagte	97483	R
box2verb35	schaden	895	schadete	89	R
box2verb36	stehen	23510	stand	28656	U
box2verb37	schlucken	347	schluckte	462	R
box2verb38	fahren	4422	fuhr	11274	U

Tab. 22: Liste mit den Frequenzen (Infinitiv und Vergangenheitsform) aller im **ersten Teil der Studie** ausgewerteten Verben (Stimuli *box2verb10* bis *box2verb38*). Die mittlere Frequenz der regelmäßigen Verben beträgt 8168 (11386), die der unregelmäßigen 5196 (7694).

auszuschließen, sind Unterschiede in der Häufigkeit der Verben unumgänglich. Um zu zeigen, dass der Frequenzeffekt keinen signifikanten Einfluss auf die Fixationszeiten der Probanden ausübt, wurde die Verben in Abb. 15 in der Reihenfolge ihrer Frequenz angeordnet, die frequenteren links [machen (R-44864), sagen (R-34383), stehen (U-23510), sprechen (U-13114), tragen (U-8190), ...] und die weniger häufigen rechts [... lernen (R-458), raten (U-446), schlucken (R-347), braten (U-256), planen (R-253)]. Es zeigen sich demnach keine systematischen Abweichungen der Fixationszeiten, die auf Einflüsse durch die Verbfrequenz hinweisen.

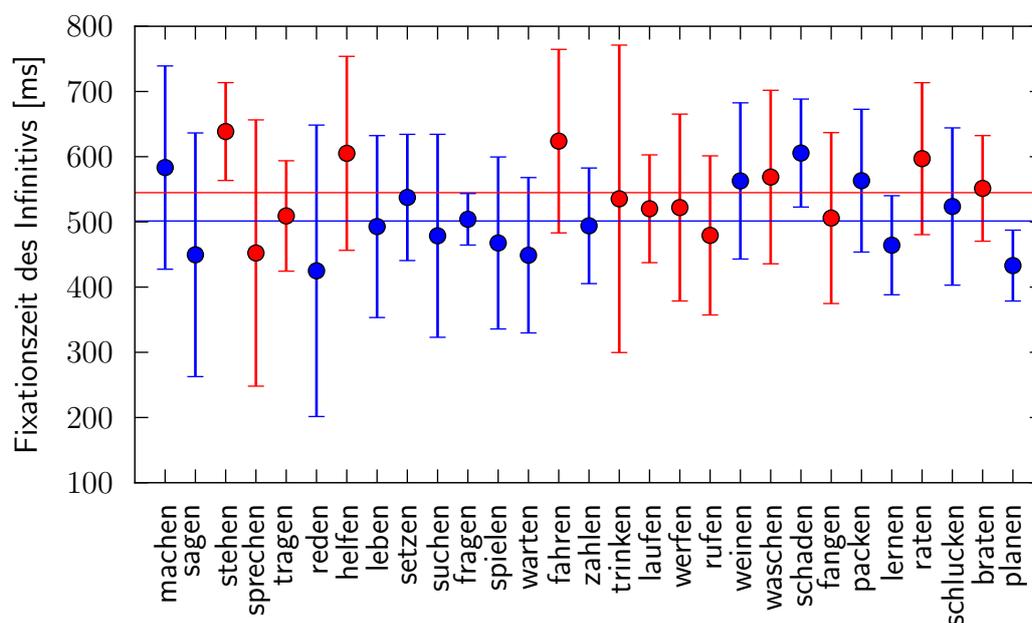


Abb. 15: Länge der ersten Fixation des Probanden auf den Infinitiv des ihm dargebotenen Verbs, sortiert nach der Frequenz des Infinitivs (alle andere Parameter wie in Abb. 14). Es ergeben sich keine systematischen Unterschiede zwischen den frequenten (links) und den weniger frequenten Verben (rechts).

7.7.3. Auswertung der antizipatorischen Sakkaden

Neben der Messung von Reaktionszeiten stellen antizipatorische Sakkaden den zweiten wichtigen, im Experiment erhobenen Messparameter dar. Bei der Auswertung fällt auf, dass diese zwar nicht bei jedem Stimulus auftreten, aber dennoch sehr häufig (in ca. 90% der Fälle). Allerdings sind nicht alle Sakkaden zielgerichtet und werden vom Eyetracker richtig erkannt. Im Folgenden werden daher nur Sakkaden mit einer Dauer zwischen 20 ms und 100 ms ausgewertet (für eine ausführliche Begründung siehe Unterkapitel

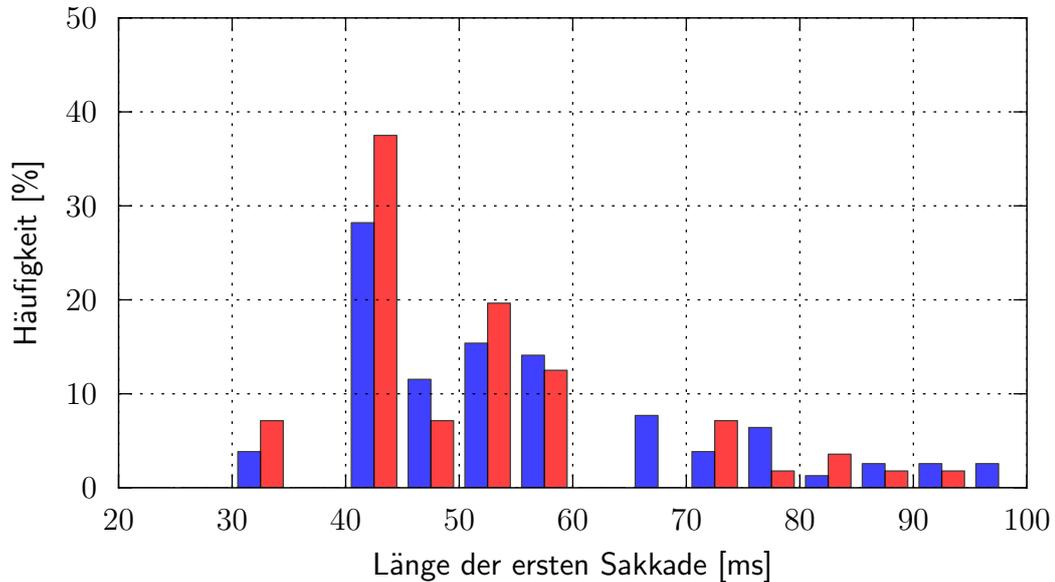


Abb. 16: Dauer der ersten Sakkade (Zeit zwischen der letzten Fixation in der AOI des Infinitivs und der ersten Fixation in einer anderen AOI), es sind nur die Stimuli *box2verb10* bis *box2verb38* mit in die Analyse einbezogen, siehe Tab. 15. Die Zeiten der regelmäßigen Verben sind in blau, die der unregelmäßigen in rot dargestellt.

7.6.5). In Abb. 16 ist die Dauer aller betrachteten Sakkaden dargestellt, die meisten liegen zwischen 40 ms und 60 ms. Dieses Ergebnis stimmt mit den in anderen Arbeiten publizierten Werten überein, siehe beispielsweise Duchowski [Duc07, S. 101].

In Tab. 23 sind alle Sakkaden, die im ersten Teil des Experimentes in L1 Deutsch gemessen wurden, aufgelistet (es sind nur die Stimuli *box2verb10* bis *box2verb38* mit in die Analyse einbezogen, siehe Tab. 15). In vier Fällen wurde der Infinitiv nicht als erstes fixiert (IF), in 34 Fällen trat keine Sakkade auf (-), in 90 Fällen konnte entweder der Eyetracker die Sakkade nicht richtig aufzeichnen oder die Blickbewegung des Probanden erfolgte zu langsam (N). Alle anderen Sakkaden (162) waren zielgerichtet und wurden in die Auswertung aufgenommen (für die Bedeutung der Abkürzungen siehe Tab. 20).

In den meisten Fällen sind die Sakkaden nach oben gerichtet (vier von zehn Probanden zeigten sogar nur Sakkaden nach oben). Dies lässt sich dadurch erklären, dass deutsche Texte von oben nach unten gelesen werden. Aus dieser Beobachtung wird deutlich, dass sich die Analyse der antizipatorischen Sakkaden schwierig gestaltet, da die interessanten, nach unten gerichteten Sakkaden nicht sehr häufig vorkommen (7 direkte und

Sakkade	Anzahl	Sakkade	Anzahl
Gesamt	290	Ausgewertet	162
E	0	IF	4
–	34	N	90
OR	59	OF	76
OR-I	3	OF-I	5
UR	6	UF	1
UR-I	0	UF-I	0
OR-UF	1	OF-UR	9
UR-OF	0	UF-OR	2

Tab. 23: Alle im ersten Teil des Experimentes gemessenen Sakkaden (10 Deutsche Probanden, unregelmäßig Verben oben, regelmäßige unten, es werden nur die Stimuli *box2verb10* bis *box2verb38* betrachtet, siehe Tab. 15).

12 indirekte Sakkaden wurden gemessen, dies entspricht einem Anteil von 6.5% aller durchgeführten und 12% aller gültigen Messungen).

7.7.4. Chi-Quadrat-Test

Um nachzuweisen, dass in dem durchgeführten Experiment morphologisches Priming erfolgte, werden die Daten mit der entsprechenden Nullhypothese verglichen, dass die Art der Sakkaden von dem gezeigten Stimulus unabhängig ist. Dazu wird eine bestimmte Art von Sakkade ausgewählt und einem Chi-Quadrat-Test (χ^2 -Test) unterzogen [Mei11]. Da die meisten Sakkaden nach oben erfolgen, werden im Folgenden nur die direkten (UR und UF bzw. UR-I und UF-I) und indirekten (OF-UR und OR-UF) Sakkaden nach unten ausgewertet und überprüft, ob die Art des gezeigten Stimulus (unten richtig bzw. oben richtig) einen Einfluss auf die Verteilung der Sakkaden nach unten ausübt. Ist dies der Fall, so wurde morphologisches Priming nachgewiesen (Alternativhypothese).

Zu diesem Zweck wird die Anzahl aller anderen Sakkaden addiert und mit dem zu untersuchenden Sakkadentyp in eine 2×2 Kontingenztafel eingetragen. Für den Fall der indirekten Sakkaden nach unten ergibt sich das folgenden Bild (siehe Tab. 23):

Stimulus	indirekte Sakkaden nach unten	andere Sakkaden
oben richtig	1 (OR-UF)	65 (OR, OR-I, UF, UF-I, UF-OR)
unten richtig	9 (OF-UR)	87 (OF, OF-I, UR, UR-I, UR-OF)

Um diese Kontingenztafel einem Chi-Quadrat-Test zu unterziehen, müssen zunächst die nach der Nullhypothese zu erwartenden Werte berechnet werden. Da bei 66 (96) aller gültigen Sakkaden oben (unten) die richtige Form erschien, würde ein Proband, der zufällig nach oben oder unten schaut, im Mittel folgende Verteilung für die Sakkaden nach unten zeigen:

$$4.1 = (9 + 1) \times \frac{66}{(66 + 96)},$$

$$5.9 = (9 + 1) \times \frac{96}{(66 + 96)}.$$

Entsprechend ergibt sich für alle anderen Sakkaden:

$$61.9 = (87 + 65) \times \frac{66}{(66 + 96)},$$

$$90.1 = (87 + 65) \times \frac{96}{(66 + 96)}.$$

Nimmt man die Gültigkeit der Nullhypothese an, so erwartet man die folgende Verteilung:

Stimulus	indirekte Sakkaden nach unten	andere Sakkaden
oben richtig	4.1	61.9
unten richtig	5.9	90.1

Für jeden Eintrag der Kontingenztafel lässt sich nun der χ^2 -Wert nach der Formel $(O - E)^2/E$ ermitteln, wobei O („*observed*“) die im Experiment gemessene Anzahl und E („*expected*“) die nach der Nullhypothese zu erwartende Anzahl beschreibt. Daraus ergeben sich die folgenden Werte:

Stimulus	indirekte Sakkaden nach unten	andere Sakkaden
oben richtig	2.32	0.15
unten richtig	1.59	0.10

Der χ^2 -Wert für den Test ist die Summe aller Einträge, also 4.17. Mit Hilfe der χ^2 -Verteilung (für einen Freiheitsgrad) lässt sich daraus der sogenannte p -Wert ableiten, der die Wahrscheinlichkeit beschreibt, dass die Alternativhypothese angenommen wird, obwohl tatsächlich die Nullhypothese stimmt. Die Grenzen, ab denen man von statistischer Signifikanz spricht, sind in Tab. 24 aufgelistet.

χ^2 -Wert	p -Wert	Bezeichnung
≥ 2.71	$\leq 10\%$	schwach signifikant
≥ 3.84	$\leq 5\%$	signifikant
≥ 6.64	$\leq 1\%$	hoch signifikant

Tab. 24: Verschiedene Bereiche für die χ^2 und zugehörige p -Werte, ab denen man von einem statistisch signifikanten Ergebnis spricht.

Stimulus	dir. Sak. nach unten	andere Sakkaden	Stimulus	ind. Sak. nach unten	andere Sakkaden
oben richtig	1 (2.9)	65 (63.1)	oben richtig	1 (4.1)	65 (61.9)
unten richtig	6 (4.1)	90 (91.9)	unten richtig	9 (5.9)	87 (90.1)

Tab. 25: **Links:** Kontingenztafel für die direkten Sakkaden nach unten (UR,UF) verglichen mit allen anderen gemessenen Sakkaden. In Klammern ist die nach der Nullhypothese zu erwartende Anzahl an Sakkaden aufgeführt. Für diese Kontingenztafel erhält man $\chi^2 = 2.1$. Man sieht in den Daten einen Trend für ein erhöhtes Auftreten von richtigen direkten Sakkaden nach unten, der aber nicht statistisch signifikant ist ($p = 14.5\%$). **Rechts:** Die gleiche Analyse für die indirekten Sakkaden nach unten (OF-UR,OR-UF). Die richtigen indirekten Sakkaden nach unten treten signifikant verstärkt auf ($\chi^2 = 4.2$, $p = 4.1\%$).

Die Ergebnisse der auf diese Weise durchgeführten Chi-Quadrat-Tests sind in Tab. 25 zusammengefasst. Demnach lässt sich in den (indirekten) Sakkaden nach unten statistisch signifikant ein morphologischer Priming-Effekt nachweisen. Die Probanden schauen also bevorzugt dann nach unten, wenn der gezeigte Stimulus ein regelmäßiges Verb darstellt, dessen richtige Form später unten auf dem Bildschirm erscheint. Das Gehirn scheint daher einen Unterschied zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Verben zu kennen, da sonst kein morphologisches Priming stattfinden würde.

7.7.5. Berücksichtigung des direkten Primingeffekts

Nachdem nachgewiesen wurde, dass die nach unten gerichteten direkten und indirekten Sakkaden mit den grammatischen Eigenschaften der Stimuli korrelieren, soll nun gezeigt werden, dass sich dies nicht durch einen direkten motorischen Primingeffekt erklären lässt. Dazu wird die Hypothese aufgestellt, dass die Wahrscheinlichkeit nach unten zu schauen erhöht ist, wenn bei dem vorherigen Stimulus unten die richtige Richtung war. Um diesen Einfluss auszuschließen, werden im Folgenden die Stimuli *box2verb13*, *box2verb20*, *box2verb26*, *box2verb31* und *box2verb35* nicht mit in die Analyse einbezogen, da diese von der Hypothese betroffen sind (siehe Tab. 15). Die Verteilung der bei allen anderen Stimuli gemessenen Sakkaden ist in Tab. 26 gezeigt. Vergleicht man dieses Ergebnis wieder mit der Nullhypothese, dass der Proband rein zufällig nach un-

Sakkade	Anzahl	Sakkade	Anzahl
Gesamt	240	Ausgewertet	136
E	0	IF	3
–	31	N	70
OR	59	OF	52
OR-I	3	OF-I	5
UR	5	UF	1
UR-I	0	UF-I	0
OR-UF	1	OF-UR	8
UR-OF	0	UF-OR	2

Tab. 26: Auswertung der Sakkaden ohne die Stimuli *box2verb13*, *box2verb20*, *box2verb26*, *box2verb31* und *box2verb35* (die gesamten Daten sind in Tab. 26 wiedergegeben).

ten schaut, so ergibt sich das in Tab. 27 zusammengefasste Bild. Im Vergleich zu Tab. 25 sind die Abweichungen zur aus der Nullhypothese abgeleiteten Erwartung nun sogar noch größer.

Stimulus	dir. Sak. nach unten	andere Sakkaden	Stimulus	ind. Sak. nach unten	andere Sakkaden
oben richtig	1 (2.9)	65 (63.1)	oben richtig	1 (4.4)	65 (61.6)
unten richtig	5 (3.1)	65 (66.9)	unten richtig	8 (4.6)	62 (65.4)

Tab. 27: **Links:** Kontingenztabelle für die direkten Sakkaden nach unten (UR,UF) verglichen mit allen anderen gemessenen Sakkaden, wobei von direktem Priming beeinflussbare Stimuli ausgenommen wurden (die Stimuli *box2verb13*, *box2verb20*, *box2verb26*, *box2verb31* und *box2verb35*, siehe Tab. 26). In Klammern ist die nach der Nullhypothese zu erwartende Anzahl an Sakkaden aufgeführt. Für diese Kontingenztabelle erhält man $\chi^2 = 2.6$ ($p = 11.0\%$). Man sieht in den Daten daher weiterhin einen Trend für ein erhöhtes Auftreten von richtigen direkten Sakkaden nach unten. **Rechts:** Die richtigen indirekten Sakkaden nach unten (OF-UR) treten weiterhin statistisch signifikant auf ($\chi^2 = 5.4$, $p = 2.0\%$).

Dies zeigt, dass das entwickelte Experimentdesign in der Lage ist, durch morphologisches Priming die mentalen Prozesse der Sprachverarbeitung zu analysieren. Da Priming vor allem in den neuronalen Bahnen des prozeduralen Gedächtnisses stattfindet (siehe Kapitel 6.3), legt das Ergebnis nahe, dass ein Teil der Sprachverarbeitung dort zu lokalisieren ist. Aus Sicht des DP-Modells lässt sich das Ergebnis so erklären, dass durch Priming der prozedural realisierten mentalen Verarbeitung der regelmäßigen Formen die Blickbewegung beeinflusst wird.

7.8. Statistische Analyse und Interpretation der L1-Daten Teil II

Aus der Sicht des DP-Modells ist der morphologische Primingeffekt bei regelmäßigen Verben nachvollziehbar. Vor diesem Hintergrund ist die Frage naheliegend, ob sich auch ein morphologischer Primingeffekt nachweisen lässt, wenn die unregelmäßigen Verben unten auf dem Bildschirm erscheinen. Daher wurde das Experiment im zweiten Teil der Studie mit getauschten Stimulipositionen durchgeführt, die regelmäßigen Verben erschienen immer oben, die unregelmäßigen unten (für die genaue Reihenfolge der Stimuli siehe Tab. 16). In diesem Kapitel werden die Daten der deutschen Muttersprachler (10 Probanden) ausgewertet (für eine ausführliche Auflistung aller aufgezeichneten Reaktionen siehe Unterkapitel B, die Bedeutung der Datenfelder ist in Tab. 21 zusammengefasst). Um eine ausreichend lange Lernphase sicherzustellen, wurden auch hier die ersten zehn Stimuli von der Analyse ausgeschlossen.

7.8.1. Auswertung der Fixationslängen

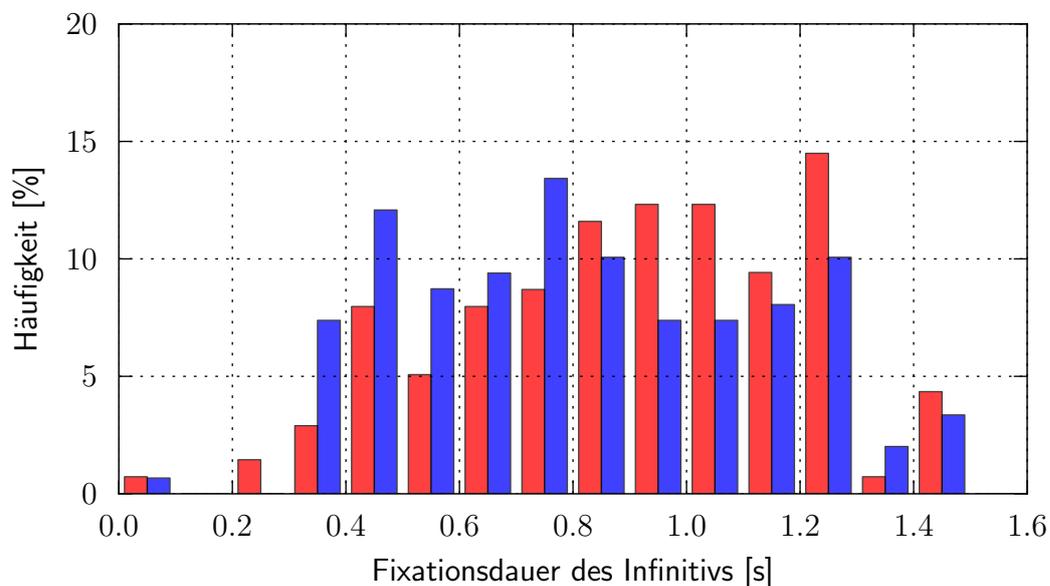


Abb. 17: Länge der ersten Fixation des Probanden auf den Infinitiv des ihm dargebotenen Verbs (hier sind nur die Stimuli *verb10* bis *verb38* mit in die Analyse einbezogen, siehe Tab. 16). Die Fixationszeiten der regelmäßigen Verben sind in blau, die der unregelmäßigen in rot dargestellt.

Die Auswertung der Fixationslängen erfolgt genauso wie in Unterkapitel 7.7.1, das Ergebnis ist in Abb. 17 graphisch dargestellt. Vergleicht man die Verteilung der Fixationslängen in Abb. 17 mit denen aus dem ersten Teil (siehe Abb. 13), so ergibt sich ein ähnliches Bild. Der Infinitiv wird, entsprechend der Zeit, die zur Erfassung des Wortes notwendig ist, mindestens 300 ms fixiert. Bis ca. 800 ms dominieren die regelmäßigen (blau), ab 800 ms die unregelmäßigen Verben (rot). Im Mittel werden die regelmäßigen Verben also nicht so lange fixiert wie die unregelmäßigen. Es fällt auf, dass die Verteilung für diesen Teil des Experimentes kein eindeutiges Maximum aufweist. Durchschnittlich wurde der Infinitiv 818 ms bei den regelmäßigen (blau) und 904 ms bei den unregelmäßigen Verben (rot) angesehen, dies entspricht einem Unterschied von 10.5% (die Standardabweichungen liegen bei 314 ms und 302 ms). Auch im zweiten Teil der Studie lassen sich keine Hinweise für einen Einfluss der Verbfrequenz auf die Fixationszeiten finden, dies wird aus Abb. 18 deutlich (in der unteren Abbildung sind die Verben nach ihrer Frequenz sortiert, siehe hierzu Tab. 29). Dieses Ergebnis bestätigt somit die im ersten Teil des Experimentes aufgestellte These, dass regelmäßige Verben schneller verarbeitet werden.

7.8.2. Auswertung der antizipatorischen Sakkaden

Sakkade	Anzahl	Sakkade	Anzahl
Gesamt	300	Ausgewertet	156
E	15	IF	0
–	64	N	65
OR	68	OF	45
OR-I	13	OF-I	6
UR	11	UF	1
UR-I	0	UF-I	0
OR-UF	0	OF-UR	6
UR-OF	3	UF-OR	3

Tab. 28: Alle im ersten Teil des Experimentes gemessenen Sakkaden (10 deutsche Probanden, unregelmäßige Verben oben, regelmäßige unten, es werden nur die Stimuli *verb10* bis *verb38* betrachtet, siehe Tab. 15, die Messung des Stimulus *verb39* schlug aus technischen Gründen immer fehl).

Der Hauptgrund für die Wiederholung der Studie mit vertauschter Stimuliposition war die Frage, ob sich am Muster der antizipatorischen Sakkaden etwas ändern würde. Das Ergebnis ist in Tab. 28 zu sehen. Vergleicht man es mit dem aus dem ersten Teil (siehe Tab. 23), so fällt auf, dass auch jetzt Sakkaden nach unten auftreten. Von den insgesamt 156 gültigen und in die Analyse aufgenommenen Sakkaden wäre in 85 Fällen oben und

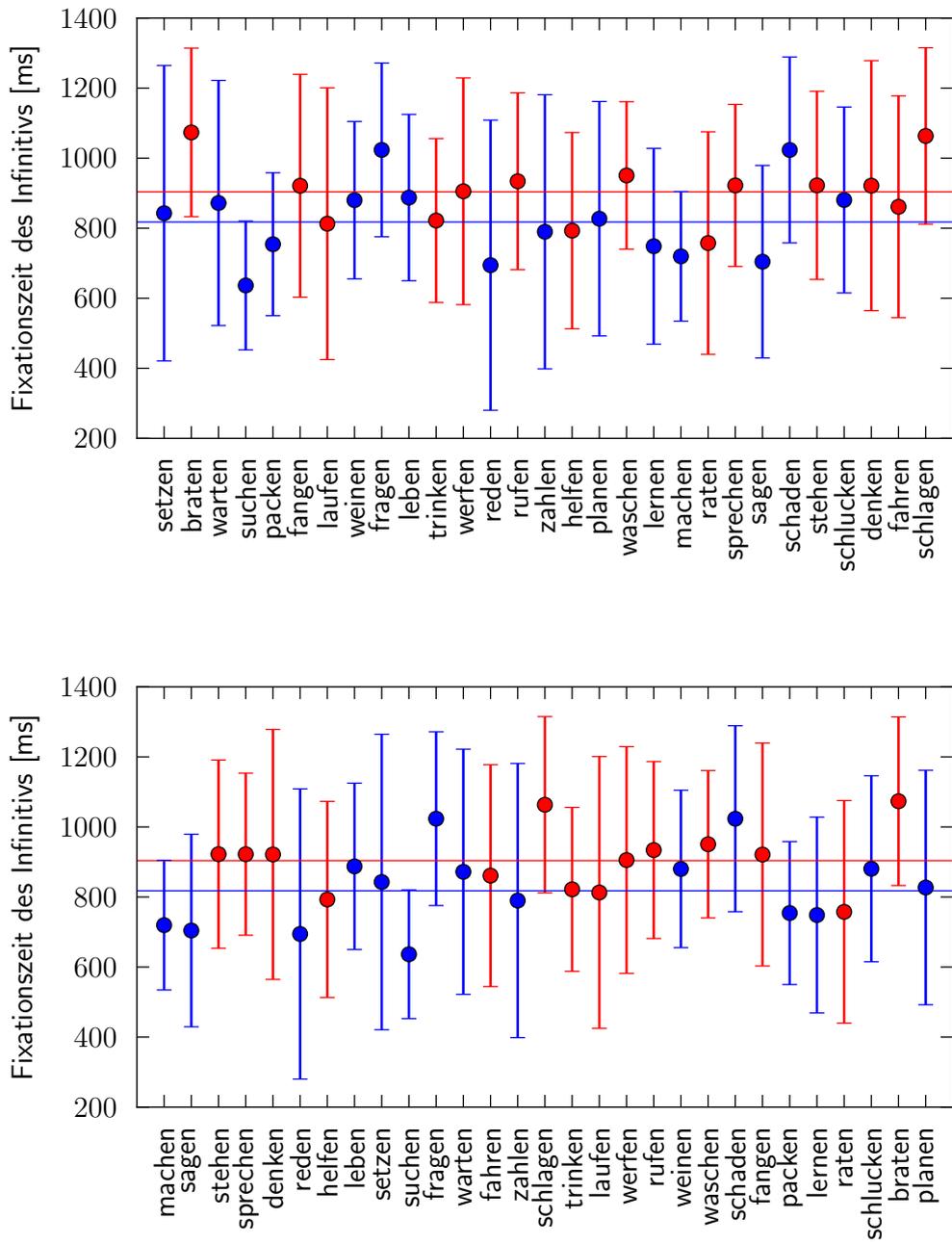


Abb. 18: Länge der Fixation auf den Infinitiv, regelmäßige Verben sind in blau, unregelmäßige in rot dargestellt (Mittelwert und Standardabweichung). In der oberen Abbildung sind die Verben in der im Experiment gezeigten Reihenfolge angeordnet (siehe Tab. 16), unten sortiert nach der Frequenz des Infinitivs (siehe Tab. 29). Es ergeben sich keine systematischen Unterschiede zwischen den frequenten (links) und den weniger frequenten Verben (rechts).

ID	Infinitiv	Freq.	Vergangenheit	Freq.	Typ
verb10	setzen	7019	setzte	12464	R
verb11	braten	256	briet	50	U
verb12	warten	5081	wartete	3565	R
verb13	suchen	6745	suchte	6922	R
verb14	packen	587	packte	1720	R
verb15	fangen	777	fang	3081	U
verb16	laufen	2389	lief	5658	U
verb17	weinen	1333	weinte	1312	R
verb18	fragen	5842	fragte	21911	R
verb19	leben	7307	lebte	4361	R
verb20	trinken	2456	trank	2350	U
verb21	werfen	1847	warf	7000	U
verb22	reden	7805	redete	2331	R
verb23	rufen	1701	rief	14780	U
verb24	zahlen	2641	zahlte	653	R
verb25	helfen	7481	half	2266	U
verb26	planen	253	plante	226	R
verb27	waschen	953	wusch	458	U
verb28	lernen	458	lernte	2114	R
verb29	machen	44864	machte	21875	R
verb30	raten	446	riet	788	U
verb31	sprechen	13114	sprach	14983	U
verb32	sagen	34383	sagte	97483	R
verb33	schaden	895	schadete	89	R
verb34	stehen	23510	stand	28656	U
verb35	schlucken	347	schluckte	462	R
verb36	denken	10827	dachte	16910	U
verb37	fahren	4422	fuhr	11274	U
verb38	schlagen	2458	schlug	8014	U

Tab. 29: Liste mit den Frequenzen (Infinitiv und Vergangenheitsform) aller im **zweiten Teil der Studie** ausgewerteten Verben (Stimuli *verb10* bis *verb38*). Die mittlere Frequenz der regelmäßigen Verben beträgt 8371 (11833), die der unregelmäßigen 5188 (8305), die Vergangenheitsformen sind insgesamt frequenter. Dass die regelmäßigen Verben im Mittel mit einer höheren Rate auftreten liegt allerdings nur an den beiden Verben *machen* und *fragen*, nimmt man diese aus der Analyse heraus, so ergibt sich ein invertiertes Bild, die Frequenz für die regelmäßigen Formen liegt dann im Mittel bei 3563 (4472).

in 71 Fällen unten die richtige Position gewesen. Aus dieser Zahl lässt sich wie im ersten Teil der Auswertung geschehen (siehe Unterkapitel 7.7.3) die Vorhersage der Nullhypothese (Blickbewegung nach unten erfolgt zufällig) berechnen, das Ergebnis ist in Tab. 30 dargestellt.

Genauso wie im ersten Teil der Studie (siehe Tab. 25) korrelieren die Sakkaden nach unten mit der Art des Stimulus, es liegt also morphologisches Priming vor. Die gemessenen Abweichungen sind hier sogar deutlich signifikanter.

Stimulus	dir. Sak. nach unten	andere Sakkaden	Stimulus	ind. Sak. nach unten	andere Sakkaden
oben richtig	1 (6.5)	84 (78.5)	oben richtig	0 (3.3)	85 (81.7)
unten richtig	11 (5.5)	60 (65.5)	unten richtig	6 (2.7)	65 (68.3)

Tab. 30: **Links:** Kontingenztafel für die direkten Sakkaden nach unten (UR,UF) verglichen mit allen anderen gemessenen Sakkaden. In Klammern ist die nach der Nullhypothese zu erwartende Anzahl an Sakkaden aufgeführt. Für diese Kontingenztafel erhält man $\chi^2 = 11.2$ ($p = 0.08\%$), die Abweichungen von der Nullhypothese sind somit hoch signifikant. **Rechts:** Auch für die indirekten Sakkaden nach unten (OF-UR,OR-UF) findet man eine hoch signifikante Abweichung von der Nullhypothese ($\chi^2 = 7.5$, $p = 0.6\%$).

Um die Auswirkungen des direkten Primingeffekts auszuschließen (siehe Unterkapitel 7.7.5) wurde auch hier die Analyse ohne die Stimuli *verb16*, *verb21*, *verb31*, *verb37* und *verb38* wiederholt (bei diesen Stimuli wäre unten die richtige Position, genau wie bei dem unmittelbar vorherigen Stimulus). Das Ergebnis ist in Tab. 31 zusammengefasst. Es fällt zwar im Vergleich mit Tab. 30 etwas schlechter aus, das Ergebnis ist aber nach wie vor statistisch hoch signifikant.

Stimulus	dir. Sak. nach unten	andere Sakkaden	Stimulus	ind. Sak. nach unten	andere Sakkaden
oben richtig	1 (5.2)	84 (79.8)	oben richtig	0 (1.3)	85 (83.7)
unten richtig	7 (2.8)	39 (43.2)	unten richtig	2 (0.7)	44 (45.3)

Tab. 31: **Links:** Kontingenztafel für die direkten Sakkaden nach unten (UR,UF) verglichen mit allen anderen gemessenen Sakkaden. Um den Einfluss eines direkten Primingeffekts auszuschließen, wurden die Stimuli *box2verb13*, *box2verb20*, *box2verb26*, *box2verb31* und *box2verb35* nicht berücksichtigt. In Klammern ist die nach der Nullhypothese zu erwartende Anzahl an Sakkaden aufgeführt. Für diese Kontingenztafel erhält man $\chi^2 = 10.3$ ($p = 0.1\%$), die Abweichungen von der Nullhypothese sind somit immer noch hoch signifikant. **Rechts:** Für die indirekten Sakkaden nach unten (OF-UR,OR-UF) findet man noch eine schwach signifikante Abweichung von der Nullhypothese ($\chi^2 = 3.8$, $p = 5.3\%$).

Auf den ersten Blick erscheint dieses Ergebnis überraschend, da ein morphologischer Primingeffekt bei den unregelmäßigen Verben nachgewiesen wurde. Weil Priming in den neuronalen Bahnen des prozeduralen Gedächtnisses stattfindet (siehe Kapitel 6), muss aus Sicht des DP-Modells die Information, dass das Verb *nicht* regelmäßig ist, für die Steuerung der Blickbewegung verantwortlich sein. Das kombinierte Ergebnis aus beiden Teilen der Studie legt in jedem Fall nahe, dass in der mentalen Sprachverarbeitung ein Unterschied zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Verben im Sinne der dualen Modelle festgelegt ist; die genauen psychophysiologischen Gründe für das beobachtete Verhalten lassen sich im Rahmen dieser Untersuchung allerdings nicht klären.

7.9. Statistische Analyse und Interpretation der L2-Daten

Um die Aussagen des DP-Modells für die L2-Sprachproduktion zu überprüfen, wurden aus den in Kapitel 1 diskutierten Gründen auch Probanden mit L1 Russisch aufgezeichnet. Aus der Sicht des DP-Modells steht die Frage im Vordergrund, wie stark das prozedurale Gedächtnis in die Sprachprozesse der L2 eingebunden ist. Aus diesem Grund wurden ausschließlich fortgeschrittene Lerner (mindestens acht Jahre Deutschunterricht und aktiver Gebrauch der Sprache während der letzten zwei Jahre) untersucht. Die erhobenen Daten sind ausführlich in Unterkapitel C (erstes Stimuliset, siehe Tab. 15, regelmäßige Verben unten, 11 Probanden) und Unterkapitel D (zweites Stimuliset, siehe Tab. 16, unregelmäßige Verben unten, 5 Probanden) dokumentiert. Die nun folgende Analyse wurde genauso durchgeführt wie für die L1-Daten beschrieben.

7.9.1. Auswertung der Fixationslängen

Die Länge der Infinitivfixation ist in Abb. 19 für die mit beiden Stimulisets erhobenen Daten wiedergegeben. Vergleicht man dieses Ergebnis mit dem aus der L1 (siehe Abb. 13 und Abb. 17), so stellt man fest, dass die L2-Sprecher längere Fixationszeiten zeigen, die Verteilung beginnt erst ab ca. 400 ms (erstes Stimuliset) bzw. 500 ms (zweites Stimuliset) anzusteigen (in der L1 wurde ein Anstieg ab ca. 300 ms beobachtet). Es fällt dabei auf, dass sich die im ersten und zweiten Teil gemessenen L2-Daten quantitativ und qualitativ unterscheiden. Die obere Abbildung ähnelt der in der L1 gemessenen viel stärker, die regelmäßigen Verben dominieren auch hier die kurzen Fixationszeiten, in der unteren Abbildung ist dies nicht der Fall.

Diese Abweichungen sind vermutlich auf Unterschiede in der Sprachkompetenz der beiden Probandengruppen zurückzuführen. Im ersten Teil der Untersuchung handelte es sich bei den Teilnehmern um in Russland tätige Deutschlehrer, im zweiten Teil dagegen um russische Studenten der Universität Heidelberg. Aus der Sicht des DP-Modells lässt sich das Ergebnis durch die mangelnde Automatisierung der Sprachproduktion in der L2 erklären, die Fixationszeiten bei L2-Sprechern fallen daher länger als in der L1 aus (siehe Kapitel 4). Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, dass für russische Sprecher trotz des hohen Sprachniveaus die Texterfassung auf Grund der lateinischen Schrift länger dauert und mit zu der Vergrößerung der Reaktionszeiten beiträgt. Da sich aber beide Probandengruppen auch untereinander unterscheiden, legt dieses Ergebnis die Schlussfolgerung nahe, dass das Sprachniveau mit der Länge der Fixationszeiten korreliert und dieser Unterschied auf die Geschwindigkeit der Sprachverarbeitung zurückzuführen ist.

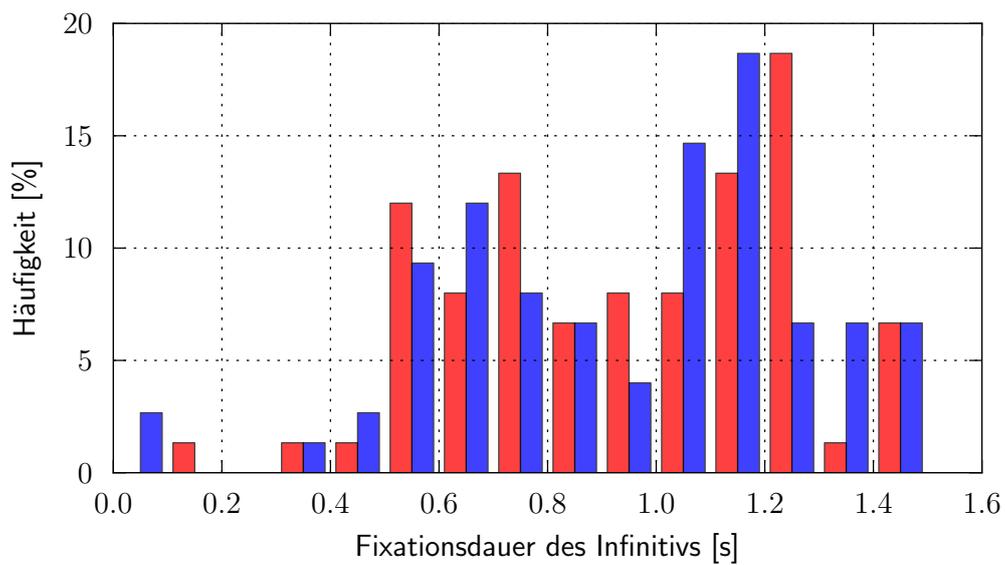
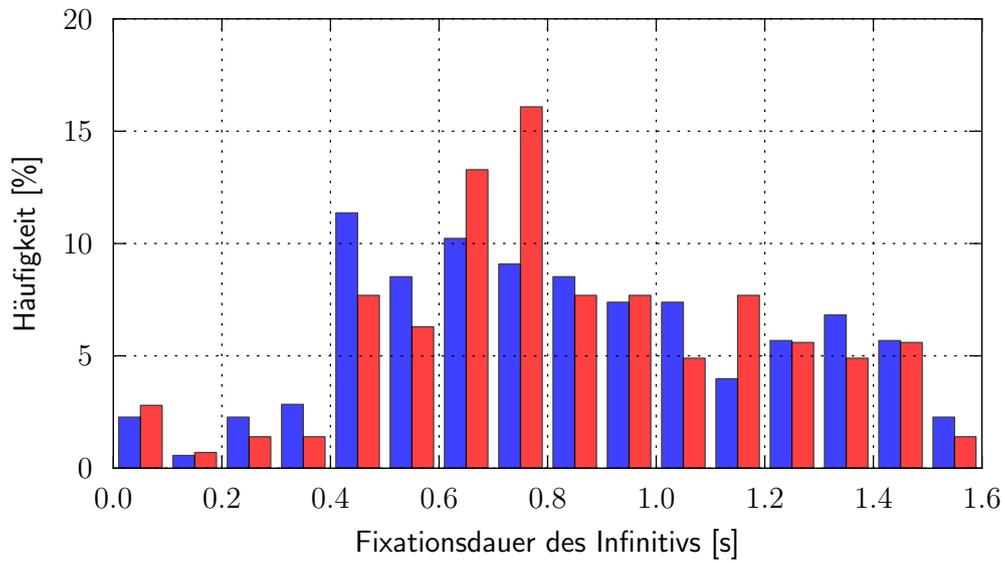


Abb. 19: Länge der Fixation auf den Infinitiv, regelmäßige Verben sind in blau, unregelmäßige in rot dargestellt (L1 Russisch, L2 Deutsch, fortgeschrittene Lerner). Die obere Abbildung zeigt das Ergebnis aus dem ersten Teil der Studie (Stimuliset aus Tab. 15, 11 Probanden), die untere Abbildung aus dem zweiten Teil (Stimuliset aus Tab. 16, 5 Probanden). Im Vergleich zu den L1-Daten beginnt die Verteilung erst ca. 100 ms später anzusteigen (vergleiche mit Abb. 13 und Abb. 17), dies deutet auf eine weniger starke Automatisierung der Sprachverarbeitung hin.

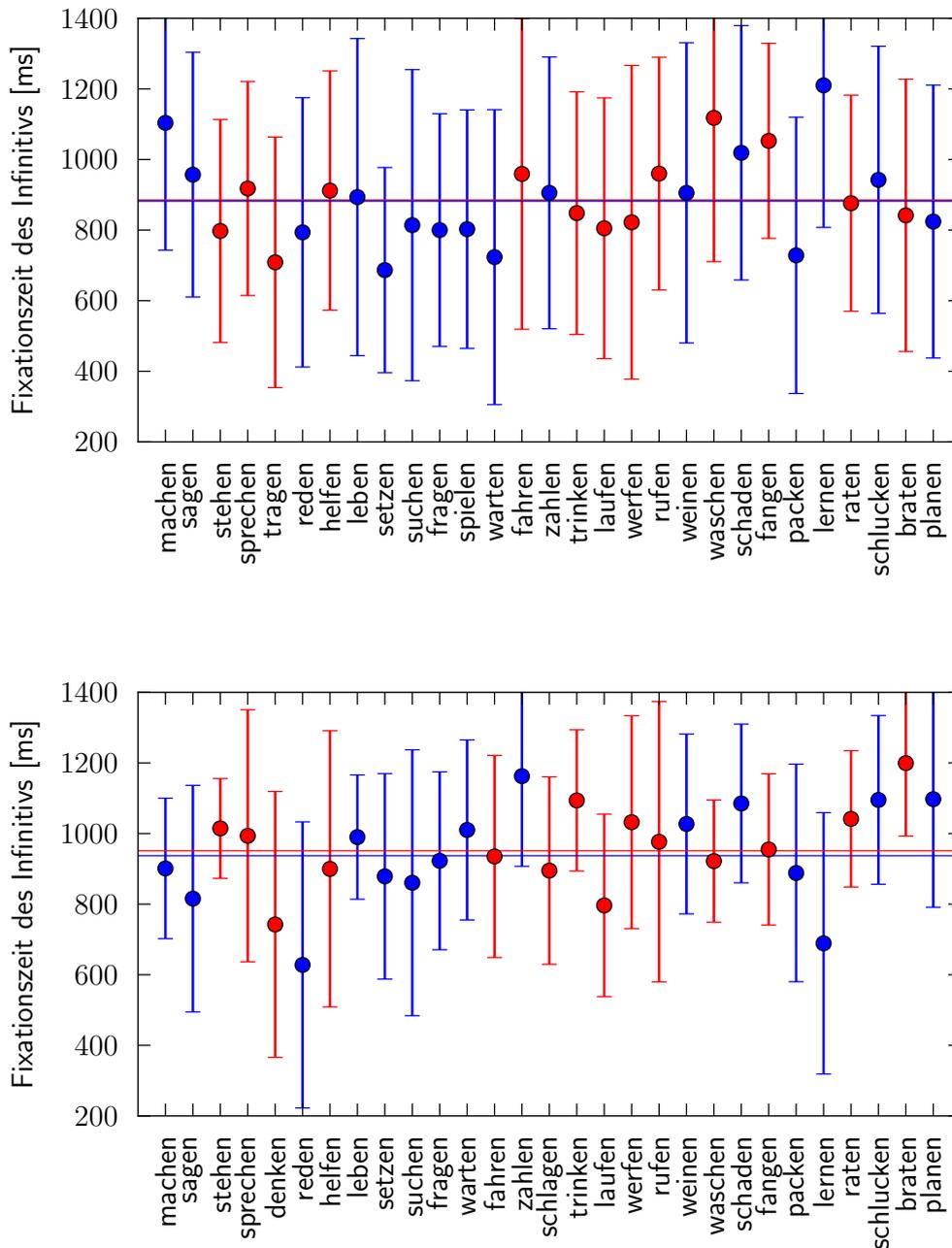


Abb. 20: Länge der ersten Fixation des Probanden auf den Infinitiv des ihm dargebotenen Verbs (Stimuli sind nach der Frequenz des Infinitivs sortiert, siehe Tab. 22 und Tab. 29). Die obere Abbildung zeigt das Ergebnis aus dem ersten Teil der Studie (Stimuliset aus Tab. 15, 11 Probanden), die untere Abbildung aus dem zweiten Teil (Stimuliset aus Tab. 16, 5 Probanden). Es ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den frequenten (links) und den weniger frequenten Verben (rechts).

Wie bei der Auswertung der L1-Daten wurde auch für die L2-Daten der Frequenzeffekt untersucht, das Ergebnis ist in Abb. 20 zu sehen. Für beide Stimulisets lässt sich kein signifikanter Frequenzeffekt nachweisen.

7.9.2. Auswertung der antizipatorischen Sakkaden

Sakkade	Anzahl	Sakkade	Anzahl
Gesamt	319	Ausgewertet	162
E	0	IF	2
–	64	N	91
OR	74	OF	57
OR-I	2	OF-I	4
UR	4	UF	2
UR-I	0	UF-I	0
OR-UF	2	OF-UR	15
UR-OF	1	UF-OR	1
Sakkade	Anzahl	Sakkade	Anzahl
Gesamt	150	Ausgewertet	73
E	5	IF	2
–	48	N	22
OR	29	OF	13
OR-I	3	OF-I	1
UR	13	UF	1
UR-I	2	UF-I	0
OR-UF	2	OF-UR	4
UR-OF	1	UF-OR	4

Tab. 32: Alle bei den L2-Sprechern gemessenen Sakkaden. Die obere Abbildung zeigt das Ergebnis aus dem ersten Teil der Studie (Stimuliset aus Tab. 15, 11 Probanden), die untere Abbildung aus dem zweiten Teil (Stimuliset aus Tab. 16, 5 Probanden). Es wurden jeweils nur die Stimuli *box2verb10* bis *box2verb38* (siehe Tab. 15) bzw. *verb10* bis *verb38* ausgewertet.

Nachdem sich bei der Fixationsdauer der Infinitive Unterschiede zwischen der Sprachverarbeitung in der L1 und der L2 feststellen ließen, soll nun analysiert werden, ob die antizipatorischen Sakkaden in der L2 ebenfalls andere Muster zeigen. Aus Abb. 21 ist ersichtlich, dass die Dauer der Sakkaden auch bei den russischen Muttersprachlern meistens zwischen 40 ms und 60 ms lag. Da es sich bei diesem Wert um einen Parameter

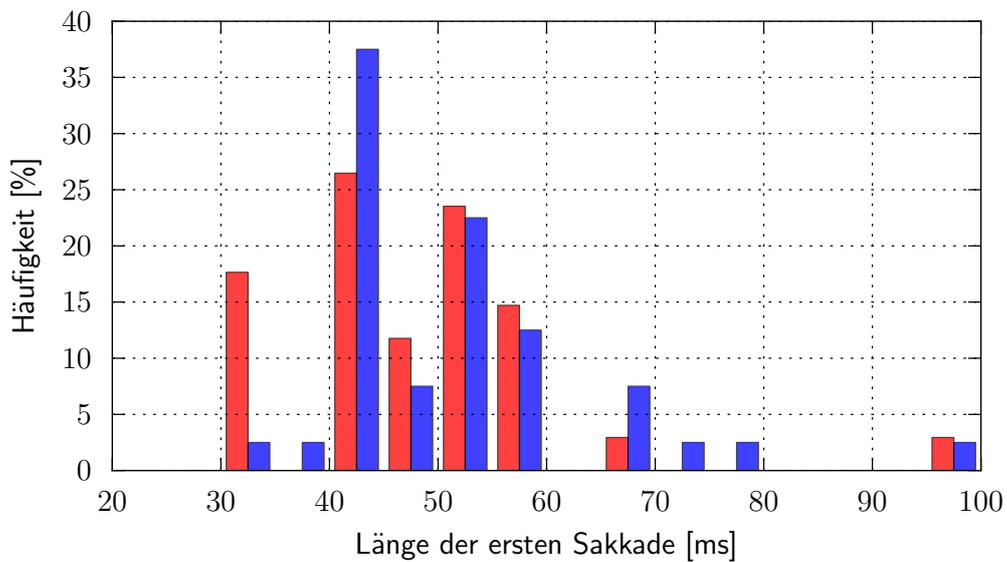
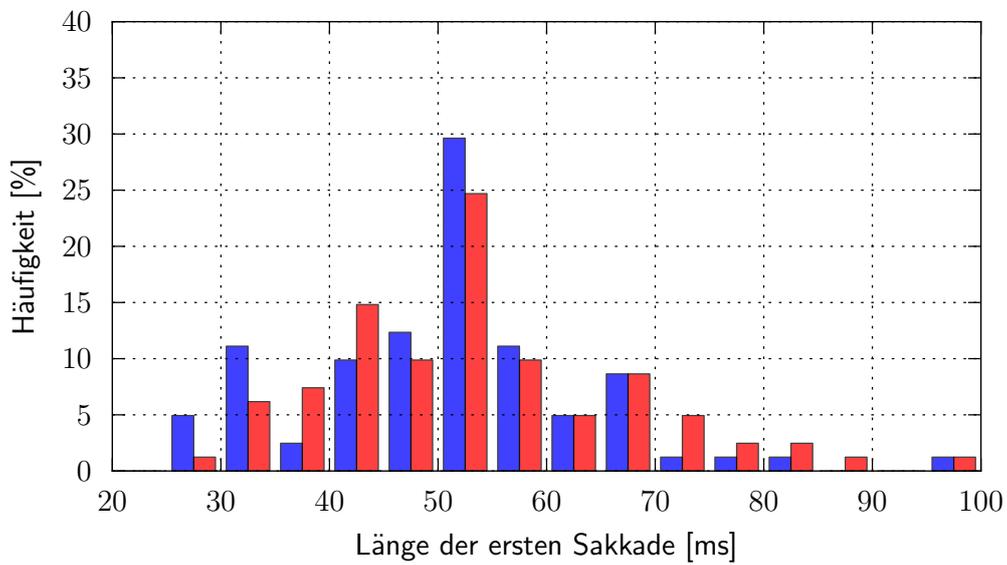


Abb. 21: Dauer der ersten Sakkade (Zeit zwischen der letzten Fixation in der AOI des Infinitivs und der ersten Fixation in einer anderen AOI). Die obere Abbildung zeigt das Ergebnis aus dem ersten Teil der Studie (Stimuliset aus Tab. 15, 11 Probanden), die untere Abbildung aus dem zweiten Teil (Stimuliset aus Tab. 16, 5 Probanden).

der Augenbewegung handelt, sind hier auch keine Unterschiede zu erwarten (siehe Abb. 16).

Spannender ist die Frage nach der gemessenen Verteilung der Sakkaden, die in Tab. 32 für beide Teile des Experimentes zusammengefasst ist. Auf den ersten Blick sieht man, dass auch bei den L2-Sprechern die Sakkaden nach oben dominieren. Vergleicht man die Messung mit der Erwartung der Nullhypothese, so ergibt sich das in Tab. 33 und in Tab. 34 gezeigte Bild. Es fällt auf, dass sich die beiden Teile des Experimentes stark unterscheiden, für das erste Stimuliset dominieren die indirekten, für das zweite die direkten Sakkaden. Vergleicht man dieses Ergebnis mit den L1-Messungen (siehe Tab. 25 und Tab. 30) so fällt auf, dass dort eine ähnliche Tendenz sichtbar ist (im ersten Teil mehr indirekte, im zweiten Teil mehr direkte Sakkaden). Allerdings ist der Unterschied in den L2-Daten deutlich prononcierter. Obwohl die Gründe für diesen Effekt im Rahmen dieser Studie nicht genau bestimmt werden können, ist es denkbar, dass die Information über die grammatikalische Eigenschaft des Stimulus (regelmäßig/unregelmäßig) im Gehirn zu einem unterschiedlichen Zeitpunkt vorliegt. Im ersten Teil der Studie standen die

Stimulus	dir. Sak. nach unten	andere Sakkaden	Stimulus	ind. Sak. nach unten	andere Sakkaden
oben richtig	2 (3.0)	79 (78.0)	oben richtig	2 (8.5)	79 (72.5)
unten richtig	4 (3.0)	77 (78.0)	unten richtig	15 (8.5)	66 (72.5)

Tab. 33: Erster Teil der Studie (regelmäßige Verben unten, siehe Tab. 32) **Links:** Kontingenztafel für die direkten Sakkaden nach unten (UR,UF) verglichen mit allen anderen gemessenen Sakkaden. In Klammern ist die nach der Nullhypothese zu erwartende Anzahl an Sakkaden aufgeführt. Für diese Kontingenztafel erhält man $\chi^2 = 0.7$, hier liegt demnach keine Abweichung von der Nullhypothese vor ($p = 40.5\%$). **Rechts:** Die gleiche Analyse für die indirekten Sakkaden nach unten (OF-UR,OR-UF). Die richtigen indirekten Sakkaden nach unten treten mit hoher Signifikanz verstärkt auf ($\chi^2 = 11.1$, $p = 0.09\%$).

Stimulus	dir. Sak. nach unten	andere Sakkaden	Stimulus	ind. Sak. nach unten	andere Sakkaden
oben richtig	1 (7.5)	38 (31.5)	oben richtig	2 (3.2)	37 (35.8)
unten richtig	13 (6.5)	21 (27.5)	unten richtig	4 (2.8)	30 (31.2)

Tab. 34: Zweiter Teil der Studie (unregelmäßige Verben unten, siehe Tab. 32) **Links:** Kontingenztafel für die direkten Sakkaden nach unten (UR,UF) verglichen mit allen anderen gemessenen Sakkaden. In Klammern ist die nach der Nullhypothese zu erwartende Anzahl an Sakkaden aufgeführt. Für diese Kontingenztafel erhält man $\chi^2 = 14.9$, die Nullhypothese muss daher mit hoher Signifikanz verworfen werden ($p = 0.01\%$). **Rechts:** Die gleiche Analyse für die indirekten Sakkaden nach unten (OF-UR,OR-UF) zeigt keinen Effekt ($\chi^2 = 1.1$, $p = 30.3\%$).

regelmäßigen Verben unten, im zweiten Teil die unregelmäßigen. Da im zweiten Teil die direkten Sakkaden dominieren, sollte zu einem früheren Zeitpunkt klar sein, dass es sich um ein unregelmäßiges Verb handelt.

Aus der Sicht der dualen Modelle ließe sich dieser Effekt durch den Blockierungsmechanismus erklären (siehe Kapitel 2). Wird eine unregelmäßige Form aus dem deklarativen Gedächtnis abgerufen, so muss diese die Anwendung der Regel verhindern. Da der Zugriff auf das deklarative Gedächtnis den ersten Schritt in der Verarbeitung einer Verbform darstellt, ist möglich, dass zu einem sehr frühen Zeitpunkt klar ist, dass eine unregelmäßige Form gefunden wurde. Die gemessenen Daten legen die Vermutung nahe, dass die Anwendung einer Regel in L1 und L2 länger dauert als der Abruf einer unregelmäßigen Form.

7.10. Abschließende Anmerkungen zur Studie

Der Schwerpunkt des durchgeführten Experimentes lag auf einer psycholinguistischen Untersuchung der Dualität im grammatischen Ausdruck des Konzepts der Vergangenheit. Laut dem deklarativ-prozeduralen Modell von Ullman kann diese linguistische Trennung zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Verben funktional mit den deklarativen und den prozeduralen Bereichen des Langzeitgedächtnisses verknüpft werden. Die empirische Überprüfung des Modells zur Organisation des sprachlichen Wissens im Langzeitgedächtnis hat bestätigt, dass es grundsätzlich kognitive Unterschiede in der Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben gibt.

Das experimentelle Ziel dieser Arbeit bestand darin, Diskrepanzen in der Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben bei L1 und L2 Sprechern des Deutschen zu untersuchen und diese mit den Aussagen des deklarativ-prozeduralen Modells abzugleichen. Obwohl die hier gewählte Untersuchungsmethode keine direkten Aussagen über die der Sprachverarbeitung zugrunde liegenden neuronalen Prozesse erlaubt, sind dennoch indirekte Rückschlüsse auf mentale Prozesse möglich.

Die hier gewonnenen Ergebnisse aus der Analyse der Fixationszeiten und der antizipatorischen Sakkaden stützen die generelle Sichtweise der dualen Modelle. Aufgrund der geringen Statistik sollten die festgestellten Effekte allerdings in zukünftigen Experimenten mit einer größeren Probandenzahl überprüft werden. Abschließend lässt sich festhalten, dass sich das hier neu eingeführte experimentelle Schema eignet, um die Aussagen der dualen Modelle und des DP-Modells von Ullman zu überprüfen.

Die durchgeführte Studie kann als ein Test für eine neue Methode angesehen werden, die es ermöglicht, Informationen über die bei der mentalen Sprachverarbeitung ablaufenden grammatikalischen Prozesse zu gewinnen. Das entwickelte Experiment ist sehr flexibel und kann je nach den Zielen von weiteren Studien leicht angepasst und variiert werden. Beispielsweise ließen sich in zukünftigen Untersuchungen durch eine Kombination aus Blickbewegungsmessungen und bildgebenden Verfahren wie fMRI weitergehende Erkenntnisse gewinnen.

Diskussion und Ausblick

Die Frage danach, wie ein sprachliches System von einem Menschen gelernt und angewendet wird, bewegt Forscher aus vielen Disziplinen. Es werden immer neue Themenbereiche erschlossen, die zum Teil interdisziplinär angegangen werden müssen. In dieser Arbeit lag ein Schwerpunkt auf der Untersuchung der formalen Realisierung eines grammatikalischen Konzepts, die Ausarbeitung von Sprachverarbeitungsmodellen, die Analyse des Spracherwerbs und die Erforschung des Sprachgebrauchs in der L1 und der L2. Im experimentellen Teil wurden dazu Methoden aus Linguistik, Psychologie und Gedächtnisforschung angewendet, um neue Erkenntnisse über die mentalen Prozesse der Sprachverarbeitung zu gewinnen. Beim L2-Erwerb steht der Lerner vor der Aufgabe, neue, in der Grammatik der Zielsprache verankerte Konzepte vor dem Hintergrund seiner L1 zu erarbeiten. Die hier durchgeführte psycholinguistische Studie mit L1 und L2 Sprechern untersuchte insbesondere Unterschiede in der mentalen Realisierung der Sprachverarbeitung, die auf Spezifika im L1 und im L2 Erwerb zurückzuführen sind.

Zur Erweiterung der Erkenntnisse werden in verschiedenen Bereichen der experimentellen Linguistik Studien entworfen und durchgeführt. Die so erhaltenen Ergebnisse bilden die Grundlage für die Entwicklung von Modellen und theoretischen Beschreibungen für die in der natürlichen Sprachverarbeitung ablaufenden Prozesse. Ein wichtiger Teilaspekt stellt dabei die Klärung der Relation zwischen lexikalischem und grammatischem Wissen dar. Im Wesentlichen unterscheiden sich die einzelnen Modelle hinsichtlich Art und Anzahl der unterschiedlichen Prozesse, die bei der Sprachverarbeitung aktiv sind. Als besonders vielversprechend gelten in der aktuellen Forschung solche Modelle, die zwischen der Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Formen unterscheiden und somit mindestens zwei verschiedene mentale Routen berücksichtigen.

In dieser Arbeit erfolgte eine theoretische und experimentelle Analyse dieser dualen Modelle (siehe Kapitel 2), mit einem Schwerpunkt auf dem deklarativ-prozeduralen (DP) Modell von Ullman (siehe Kapitel 3). Dabei handelt es sich um ein Modell für die bei der natürlichen Sprachverarbeitung ablaufenden kognitiven Prozesse, dessen Annahmen und Aussagen allerdings nicht von allen Forschern auf diesem Gebiet akzeptiert werden. Das DP-Modell hat den Anspruch, die Sprachverarbeitung als einen psychophysiologischen Prozess zu erfassen und versucht die Frage zu klären, inwieweit Kategorien aus der Linguistik auch zur Beschreibung der entsprechenden psychologischen Prozesse im menschlichen Gehirn etabliert werden können. Basierend auf Erkenntnissen aus verschiedenen psycholinguistischen Forschungsbereichen wie beispielsweise der Patholinguistik und der Spracherwerbsforschung, lokalisiert das DP-Modell die einzelnen Bereiche der Sprachverarbeitung in unterschiedlichen neuronalen Strukturen. Eine solche Zuordnung wäre ohne die Analyse von sprachpathologischen Patienten und die Anwendung von bildgebenden

Verfahren kaum möglich; der Nachweis von Parallelen zwischen den linguistischen Bereichen Lexik und Grammatik und den deklarativen bzw. prozeduralen Gedächtnisformen erfordert eine interdisziplinäre Erfassung der existierenden wissenschaftlichen Ergebnisse.

Gerade die formale Realisierung von Konzepten, wie sie in der Grammatik einer Sprache festgelegt sind, stellt einen sehr komplexen Forschungsbereich dar und erfordert spezielle Studien, um möglichst eindeutige Ergebnisse zu erhalten, die alternative Interpretationen und Erklärungen ausschließen. In der Regel entscheidet man sich für eine zusammenhängende Gruppe von sprachlichen Einheiten – meistens bestimmte Wortarten – wobei deren Verbindung untereinander eine klare, objektiv nachvollziehbare Zugehörigkeit zu einer der linguistischen Ebenen Phonologie, Semantik oder Grammatik aufweisen sollte. Vor diesem Hintergrund weist insbesondere das in sich geschlossene Feld der Vergangenheitsmorphologie eine hohe Relevanz für die moderne Psycholinguistik auf. Studien zu diesem Gebiet der Flexionsmorphologie grenzen an viele Bereiche der linguistischen Forschung an, was eine Untersuchung mit Einbeziehung der Phonologie [HM85], des Spracherwerbs [Ber58; BS82], der Psycholinguistik [BM83] und der Neuropsychologie [UBO97] ermöglicht.

Die interdisziplinäre Verankerung der aktuellen Forschungsarbeiten zum DP-Modell zeigt sich in der Fragestellung der jeweiligen Studie, bei der Methodenauswahl und setzt sich bis hinein in die Interpretation der Ergebnisse fort. Zum einen führt ein solches Vorgehen zur Sensibilisierung der Wissensgesellschaft für sprachrelevante Themen, zum anderen läuft ein solcher Ansatz Gefahr, ungenaue Zusammenhänge zu definieren. Viele Arbeiten zum DP-Modell kommen mittlerweile aus Bereichen, die historisch betrachtet keine große Überschneidung mit der klassischen Linguistik aufweisen.

Die Frage, ob sich linguistische Kategorien zur Beschreibung der natürlichen Sprachverarbeitungsprozesse eignen, kann vor dem Hintergrund der bisher durchgeführten experimentellen Arbeiten positiv beantwortet werden; auch die im experimentellen Teil dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse legen dies nahe. Das DP-Modell geht davon aus, dass unregelmäßige Formen deklarativ gespeichert und regelmäßige Muster prozedural erzeugt werden, das Gehirn also einen Unterschied zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Formen kennt. Der in dieser Arbeit durchgeführte Vergleich der deutschen und russischen Vergangenheitsbildung eignet sich besonders für die Untersuchung der in der Gegenüberstellung von regelmäßigen und unregelmäßigen Formen vorhandenen Dualität. Wie im ersten Kapitel dieser Arbeit ausführlich erläutert wurde, kennt das Deutsche viele hochfrequente unregelmäßige Vergangenheitsformen, wohingegen Abweichungen im Russischen in dieser Kategorie lediglich phonologisch bedingt sind. Um die Bildung der hier untersuchten Vergangenheitsformen in L1 und L2 zu verstehen, müssen verschiedene Aspekte der Verbmorphologie berücksichtigt werden. Die Planung des im zweiten

Teil der Arbeit durchgeführten Experiments berücksichtigte die morphologischen und konzeptuellen Besonderheiten der gewählten Sprachkombination.

Die Entscheidung, die Aussagen der dualen Sprachverarbeitungsmodelle anhand von Vergangenheitstempora zu untersuchen, fiel aufgrund der direkten Vergleichbarkeit mit entsprechenden Studien aus dem anglo-amerikanischen Raum. Viele der existierenden Arbeiten zu den dualen Modellen mit Deutsch als Untersuchungssprache basierten auf Studien des deutschen Partizips [NC09; Pen06; HMC06]. Die zur Bildung dieser Tempora nötige Präfigierung (*spielen-gespielt*, *fahren-gefahren*) unterscheidet sich jedoch von den Prozessen der Suffigierung im Englischen, auf die sich die dualen Modelle in erster Linie beziehen. In dieser Arbeit wurde daher das deutsche Präteritum untersucht, das bislang nur vereinzelt bei der Überprüfung solcher Modelle zur Anwendung kam.

Die Übertragung von Erkenntnissen aus einer Sprache in eine andere ist nicht immer ohne Weiteres möglich, auch wenn sich beide Sprachen strukturell ähneln. Nicht nur die formale Markierung der einzelnen Kategorien ist sprachspezifisch, auch das Tempusystem unterscheidet sich von Sprache zu Sprache. Dies wurde im ersten Kapitel am Beispiel des Russischen und Deutschen gezeigt und auch später vor dem Hintergrund der Dominanz des Englischen als Untersuchungssprache diskutiert.

Die Erforschung der mentalen Grammatik anhand von Vergangenheitstempora ist in der Literatur auch als Past Tense Debatte bekannt, da – wie gesagt – die meisten Arbeiten zu diesem Thema auf der englischen Sprache basieren. Dies trifft auch auf die meisten psycholinguistischen Studien zum DP-Modell zu. Obwohl es gute Gründe für die Untersuchung dieser Kategorie im Englischen gibt – dies wurde im Kapitel 2 ausführlich diskutiert – ist es wichtig zu überprüfen, inwieweit sich die Erkenntnisse über das Englische auch auf andere Sprachen übertragen lassen, um sprachspezifische von allgemeinen Eigenschaften der mentalen Sprachverarbeitung zu unterscheiden. Bislang existieren aber nur wenige sprachvergleichende Studien, insbesondere die Einbeziehung von slavischen Sprachen wurde nur von einigen wenigen Forschern unternommen (siehe beispielsweise Neubauer und Clahsen [NC09]).

Erkenntnisse über die englische Vergangenheitsbildung können nicht ohne Weiteres als allgemein gültiger Nachweis für die duale Organisation von sprachlichem Wissen geltend gemacht werden; streng genommen handelt es sich dabei um Aussagen zu einer bestimmten Kategorie in einer bestimmten Sprache, deren Allgemeingültigkeit erst gezeigt werden muss. Eine generalisierte Auffassung der Sprachverarbeitung und eine universelle Zuordnung bestimmter Gedächtnisbereiche erfordert eine sehr genaue Berücksichtigung verschiedener sprachspezifischer Effekte (siehe hierzu Kapitel 5).

Die Fähigkeit des Menschen, eine beliebige Sprache zu erlernen und zu verwenden, gehört zu einer seiner grundlegendsten Eigenschaften, sie unterscheidet ihn von allen anderen Lebewesen. Sprache basiert – wie jeder andere kognitive Prozess auch – auf den im Gehirn vorhandenen neuronalen Strukturen, sie ist so gesehen eine psychophysiologische Erscheinung. Dennoch stellt die Sprachverarbeitung eine bisher nur in den Grundzügen verstandene kognitive Leistung des Menschen dar. Für die Beherrschung einer Sprache ist die Speicherung der verschiedenen Lexeme und grammatischen Regeln innerhalb der Domäne des Langzeitgedächtnisses notwendig; Unklarheit herrscht allerdings über dessen Organisationsprinzipien.

Das DP-Modell ist für die Psycholinguistik vor allem wegen seiner innovativen Behandlung der Sprachverarbeitung im Kontext von psychokognitiven Gedächtnisleistungen von großem Interesse; dies erlaubt einen direkten Bezug zu psycholinguistischen Experimenten und schafft somit eine Verbindung zwischen linguistischen Erkenntnissen und der Erforschung der mentalen Vorgänge. Es steht heute zweifelsohne fest, dass die Gehirnforschung wichtige Erkenntnisse über das Sprachvermögen liefert, die in Verbindung mit den vorhandenen linguistischen Theorien zu einem umfassenden Verständnis der Sprache beitragen können.

Nachdem Ende des 19. Jahrhunderts in der Medizin eine grobe Unterteilung der Gehirnareale in sprachliche, sensorische und motorische Bereiche unternommen wurde, konnten mit Hilfe von bildgebenden Verfahren in aktuellen neurowissenschaftlichen Studien bestimmte kortikale Regionen mit der Lösung von ganz spezifischen sprachlichen Aufgaben in Verbindung gebracht werden. Moderne Untersuchungsverfahren verfügen über eine Reihe an Vorteilen gegenüber klassischen Methoden. Vor allem die Datenerhebung in sprachpathologischen Studien ist sehr unzuverlässig, da jede Verletzung des Gehirns sehr individuell ist und die allgemeine Konstitution des Patienten einen großen Einfluss auf sein Verhalten ausübt. Die in dieser Arbeit verwendete Datenerhebung mit Hilfe eines Eye-Trackers ermöglicht die Untersuchung der Sprachverarbeitung mit Hilfe von gesunden Menschen, sie verfügt im Vergleich zu fMRI oder PET über eine sehr hohe zeitliche Auslösung und ist nicht auf eine Interaktion des Versuchsleiters mit dem Probanden während der Untersuchung angewiesen.

Die aktuelle Gedächtnisforschung geht davon aus, dass viele der höheren kognitiven Vorgänge nicht einfach parallel ablaufen, sondern stark miteinander verknüpft sind. So ist auch die Sprachverarbeitung tief mit anderen Prozessen verbunden. Die Erkenntnisse der Spracherwerbsforschung legen nahe, dass die Dichotomie von regelmäßigen und unregelmäßigen Formen sich auf die Organisation des sprachlichen Wissens im Langzeitgedächtnis auswirkt. Die Aussagen des DP-Modells über den Erwerb, die Speicherung und die Anwendung von sprachlichem Wissen sind weitestgehend in Einklang mit den meisten dualen Modellen. Aus der Sicht von Ullman sind sprachliche Prozesse entweder

deklarativ oder prozedural, d.h. jeder Aspekt der mentalen Sprachverarbeitung kann einer der beiden Gedächtnisdomänen zugeordnet werden. Die Vertreter der dualen Modelle betonen allerdings, dass es sich dabei lediglich um die grundlegende Organisationsstruktur des Langzeitgedächtnisses handelt, beide Formen des Langzeitgedächtnisses interagieren auf vielfältige Weise miteinander, ergänzen sich und Wissen kann teilweise aus der einen in die andere Domäne verlagert werden (beispielsweise während des Spracherwerbs oder in Folge einer Gehirnschädigung). Allerdings ist die genaue Art und Weise, wie das deklarative mit dem prozeduralen Gedächtnis interagiert, nicht vollständig geklärt.

Die Bedeutung des Langzeitgedächtnisses für die Prozesse des Spracherwerbs wird in vielen Arbeiten zur Psycholinguistik hervorgehoben. Entscheidend für den Erwerb einer Sprache, unabhängig davon, ob sie als L1 oder L2 erworben wird, sind Faktoren wie Alter, Motivation und Intensität der Übung. Im Gegensatz zu den Arbeiten von Ullman, die sich in erster Linie auf experimentelle Befunde beschränken, werden in den Arbeiten von Klein die theoretischen Hintergründe erläutert. Beide Positionen wurden in Kapitel 4 ausführlich dargestellt. Aus der Sicht von Ullman führt der frühe Erwerb einer Sprache zur Verankerung von sprachlichem Wissen im prozeduralen Gedächtnis. Der L2-Erwerb und die L2-Verarbeitung stützt sich dagegen verstärkt auf das deklarative Gedächtnis. Der Grad der Automatisierung mit Hilfe des prozeduralen Gedächtnisses nimmt demnach mit steigender Übung zu. Dieses grundlegende Prinzip kann universell beim Lernen von motorischen Fähigkeiten beobachtet werden.

Das DP-Modell gehört zur Gruppe der dualen Modelle, die davon ausgehen, dass die Sprachverarbeitung in wesentlichen Teilen auf der dem Menschen angeborenen Fähigkeit beruht, ein Regelsystem in Form einer Symbol-manipulierenden Grammatik auf sprachliche Einheiten anzuwenden. Die dafür notwendigen mentalen Prozesse lokalisiert Ullman im Bereich des prozeduralen Gedächtnisses (Basalganglien, Gyrus frontalis inferior, Gyrus marginalis und Cerebellum), die Verarbeitung von unregelmäßigen Formen erfolgt dagegen laut DP-Modell mit Hilfe einer zweiten mentalen Route. Es geht davon aus, dass sowohl in der L1 wie auch in der L2 unregelmäßige Formen als eigenständige Einheiten gespeichert sind. Der in der Psycholinguistik als mentales Lexikon bezeichnete Speicher für alle nicht über Regeln ableitbare, grundlegende sprachliche Einheiten, verankert Ullman im deklarativen Gedächtnissystem (u.a. der mediale Temporallappen).

Eine wichtige Rolle für das Verständnis der sprachrelevanten Prozesse im Gehirn spielen Verhaltensstudien, die zum Teil mit neurowissenschaftlichen Messungen ergänzt werden. Die bisherigen Studien mit bildgebenden Verfahren liefern aber lediglich Indizien und keine eindeutigen Beweise, da die Interpretation der Ergebnisse aufgrund von verschiedenen Einschränkungen über einen gewissen Spielraum verfügt. Klassische Verfahren wie EEG

oder MEG weisen zwar eine hohe zeitliche Auflösung auf, sie können jedoch keine genaue räumliche Zuordnung leisten. Bei moderneren Verfahren wie PET und fMRI ist es genau umgekehrt, das gemessene Signal korreliert außerdem nur indirekt mit neuronaler Aktivität. Mit Hilfe von bildgebenden Verfahren lassen sich zwar einzelne Gehirnbereiche mit der Sprachverarbeitung in Verbindung bringen, die Forschung ist aber noch weit davon entfernt, die zwischen ihnen stattfindende Interaktion und funktionale Rollenverteilung während der Sprachverarbeitung genau bestimmen zu können.

Die Aussagen des DP-Modells über die Lokalisation der verschiedenen Sprachprozesse im Gehirn wurden bisher in erster Linie mit bildgebenden Verfahren überprüft. Allerdings greifen einige Autoren die Annahmen von Ullman und anderen Forschern an. Um die Aussagekraft der in solchen Studien ermittelten Ergebnisse einschätzen zu können, wurden in Kapitel 6 die Vor- und Nachteile der verschiedenen bislang eingesetzten experimentellen Paradigmen und Messverfahren diskutiert. Einige Forscher warnen davor, die existierenden bildgebenden Verfahren zu idealisieren und fordern eine kritische Auseinandersetzung mit den auf diese Weise gewonnenen Ergebnissen.

Ein großes Problem bei der Durchführung einer psycholinguistischen Untersuchung besteht darin, dass die sprachlichen Prozesse nicht vollständig isoliert von anderen kognitiven Prozessen betrachtet werden können. Um ein möglichst aussagekräftiges Studiendesign für den experimentellen Teil der Arbeit zu entwickeln, wurde ausführlich auf die Schwierigkeiten der existierenden Paradigmen eingegangen und verschiedene Effekte diskutiert, welche die Ergebnisse einer Studie systematisch beeinflussen können. Es wurde dabei festgestellt, dass das der Psycholinguistik zur Verfügung stehende Spektrum an Untersuchungsmöglichkeiten bei Weitem noch nicht ausgeschöpft ist. Um die Aussagen der dualen Modelle zu überprüfen und so die Erkenntnisse der Psycholinguistik zu erweitern, wurde im experimentellen Teil der Arbeit mit Hilfe von Blickbewegungsmessungen ein Verhaltensexperiment zur Untersuchung der Verbmorphologie in L1 und L2 durchgeführt. Das hier entwickelte Paradigma, bestehend aus einer Kombination aus Blickbewegungsmessungen und morphologischem Priming, ist in dieser Form noch nie zuvor angewendet worden. Es trug dazu bei, neue Erkenntnisse über die Sprachverarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Verben in der L1 und der L2 zu gewinnen.

In der durchgeführten Studie mussten die Probanden zu den dargebotenen Infinitiven deutscher Verben die grammatisch richtige Vergangenheitsform bestimmen (es wurde immer eine regelmäßige und eine unregelmäßige Form präsentiert, von denen nur eine richtig war). Das gewählte Studiendesign kombinierte eine lexikalische Entscheidungsaufgabe mit der Messung von Reaktionszeiten in einem Paradigma mit morphologischem Priming, da sich die Position der regelmäßigen und unregelmäßigen Formen im Laufe

des Experiments nicht änderte. Priming ermöglicht die Untersuchung von unbewussten Prozessen, zu denen auch die Anwendung der Grammatik gehört.

Anhand der gemessenen Fixationslängen und antizipatorischen Sakkaden konnte nachgewiesen werden, dass das Gehirn Verben anhand ihrer grammatischen Eigenschaften (regelmäßig/unregelmäßig) unterscheidet. Der gemessene morphologische Priming-Effekt im Muster der antizipatorischen Sakkaden liefert einen Hinweis für die grundlegende Richtigkeit der dualen Modelle. Würde sich die mentale Verarbeitung von regelmäßigen und unregelmäßigen Vergangenheitsformen nicht unterscheiden, so wäre kein solcher Priming-Effekt zu erwarten.

In dem durchgeführten Experiment konnte gezeigt werden, dass die Länge der Fixationen von den morphologischen Eigenschaften der Stimuli und vor allem vom Sprachniveau der Probanden abhängt. Kurze Fixationszeiten scheinen bei regelmäßigen Verben öfters aufzutreten als bei unregelmäßigen. Dieses Ergebnis lässt sich aus der Sicht des DP-Modells durch einen Priming-Effekt im prozeduralen Gedächtnis erklären. Da unregelmäßige Formen separat aus dem deklarativen Gedächtnis abgerufen werden müssen, lässt sich die Geschwindigkeit dieses Vorgangs nur bedingt beeinflussen. Die Bildung der regelmäßigen Verben erfolgt dagegen durch die Anwendung einer gemeinsamen Regel mit Hilfe des prozeduralen Gedächtnisses. Dieser Vorgang lässt sich durch den Priming-Effekt beschleunigen. Die Fixationszeiten der einzelnen Verben wurden auch auf einen möglichen Frequenzeffekt untersucht, hier ergaben sich aber keine Hinweise.

Im Vergleich mit Muttersprachlern zeigten die Probanden in der L2 deutlich längere Fixationszeiten, ihre kürzesten Fixationszeiten waren 100 ms (besseres Sprachniveau) bzw. 200 ms (schlechteres Sprachniveau) länger als die kürzesten Fixationszeiten in der L1 (ca. 300 ms). Das Experiment konnte somit Unterschiede im Bezug auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit zwischen der L1 und der L2 belegen. Das DP-Modell erklärt niedrigere Geschwindigkeiten dadurch, dass der Grad der Automatisierung mit Hilfe des prozeduralen Gedächtnisses in der L2 deutlich schwächer ausgeprägt ist. Es ist daher zu erwarten, dass die Verarbeitung der regelmäßigen Verben in der L2 mehr Zeit in Anspruch nimmt. Allerdings sind auch die Fixationszeiten der unregelmäßigen Verben in der L2 größer. Dies wiederum spricht für jene Theorien, welche davon ausgehen, dass wegen der geringeren Übung sämtliche Prozesse in der L2 langsamer ablaufen.

Die Interpretation der gemessenen antizipatorischen Sakkaden erweist sich aus der Sicht des DP-Modells dagegen als schwieriger. Da die meisten Sakkaden nach oben verlaufen, lassen sich lediglich aus den Sakkaden nach unten relevante Informationen extrahieren. Aus diesem Grund wurde die Studie in zwei Experimente aufgeteilt, im ersten Teil standen die regelmäßigen, im zweiten Teil die unregelmäßigen Formen immer in der rechten unteren Bildschirmhälfte. In beiden Teilen der Studie konnte statistisch signifikant nachgewiesen werden, dass die Sakkaden nach unten mit den grammatischen Eigenschaften

der Stimuli korrelieren. Zunächst beweist dieses Ergebnis lediglich eine mentale Unterscheidung zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Formen. Aus der Sicht der dualen Modelle ist insbesondere der bei den regelmäßigen Formen vorhandene morphologische Priming-Effekt einleuchtend. Es stellt sich allerdings die Frage, durch welche Mechanismen das Gehirn eine Gruppe von Verben als unregelmäßig identifiziert, da diese aus der Sicht des DP-Modells alle als getrennte Formen im deklarativen Gedächtnis vorliegen und über kein direktes gemeinsames Merkmal verfügen. Es liegt die Vermutung nahe, dass hier der Blockierungsmechanismus eine wesentliche Rolle spielt. Aus der Sicht vieler dualer Modelle tritt die Anwendung einer Regel immer in Kraft, wird aber blockiert, wenn eine Form explizit im deklarativen Gedächtnis vorliegt. Die unregelmäßigen Verben verfügen demnach über die Gemeinsamkeit, dass sie alle den Blockierungsmechanismus auslösen.

Vor diesem Hintergrund ist es interessant, dass sich die Art der Sakkaden nach unten im ersten und im zweiten Teil der Studie unterschied, dies zeigt sich insbesondere in den L2-Daten. Stehen die regelmäßigen Verben unten, so gibt es in den indirekten Sakkaden nach unten einen starken morphologischen Priming-Effekt, bei den direkten Sakkaden ist dieser kaum vorhanden (L1: direkte Sakkaden $\chi^2 = 2.1$, indirekte Sakkaden $\chi^2 = 4.2$ L2: direkte Sakkaden $\chi^2 = 0.7$, indirekte Sakkaden $\chi^2 = 11.1$). Umgekehrt verhält es sich im zweiten Teil der Studie, als die unregelmäßigen Verben unten standen (L1: direkte Sakkaden $\chi^2 = 11.2$, indirekte Sakkaden $\chi^2 = 7.5$ L2: direkte Sakkaden $\chi^2 = 14.9$, indirekte Sakkaden $\chi^2 = 1.1$). Bei den direkten Sakkaden schaut der Proband sofort nach unten, bei den indirekten dagegen erst zu einem späteren Zeitpunkt. Diese Tatsache legt die Vermutung nahe, dass das Sprachzentrum ein Verb schneller als unregelmäßig erkennt.

Die antizipatorischen Sakkaden und die Fixationszeiten zeigen somit ein unterschiedliches Verhalten. Bei den regelmäßigen Verben treten kürzere Fixationszeiten auf, es überwiegen aber die indirekten Sakkaden (das richtige Ziel wird erst im zweiten Schritt angeschaut). Aus Sicht des DP-Modells erfordert die Bildung einer regelmäßigen Vergangenheitsform einen deklarativen Zugriff auf die Grundform während des Lesevorgangs und die Anwendung einer Regel. Die unregelmäßigen Verben erfordern dagegen zwei deklarative Aktivierungen. Die im Experiment gemessenen Daten legen daher die Vermutung nahe, dass die beiden deklarativen Zugriffe bei der Verarbeitung einer unregelmäßigen Form erfolgen, solange der Proband den Infinitiv des Verbs fixiert. Dadurch erklären sich die längeren Fixationszeiten, die Sakkade kann aber sofort richtig ausgeführt werden, wodurch bei den unregelmäßigen Formen die direkten Sakkaden überwiegen. Bei den regelmäßigen Verben erfolgt dagegen nur ein deklarativer Zugriff. Wird direkt danach mit der Sakkade begonnen, so sind kürzere Fixationszeiten möglich. Die Anwendung der Regel benötigt allerdings zusätzliche Zeit, wodurch die indirekten Sakkaden bei den regelmäßigen Verben überwiegen. Dies ist allerdings nur eine mögliche Erklärung für

die gemessenen Unterschiede. Um die genauen Zusammenhänge zu klären, sind weitere Studien nötig.

Die Untersuchung der L2-Sprecher ergab somit, dass auch fortgeschrittene russische Muttersprachler die dualen Verarbeitungswege für deutsche Vergangenheitsformen aufbauen, obwohl sie für diese Kategorie aus ihrer Muttersprache keine Dualität kennen; die Verteilung der antizipatorischen Sakkaden ähnelte der bei Muttersprachlern. Allerdings sind die Reaktionszeiten in der L2 deutlich schlechter.

Mit Hilfe des durchgeführten Eye-Tracker Experiment konnte gezeigt werden, dass die Sprachverarbeitung von messbaren psychophysiologische Reaktionen begleitet wird. Auf der Zeitskala von Millisekunden können dabei die Entscheidungszeiten sehr genau gemessen werden, was die Methode für psycholinguistische Experimente sehr interessant macht. In zukünftigen Studien ist zudem eine Kombination des hier angewendeten Paradigmas mit fMRI oder EEG denkbar.

Anhang

A. Experimentell erhobene L1-Daten Teil I

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.10	unten	N	0.320	–	–
box2verb11	0.00	oben	IF	–	–	–
box2verb12	0.27	unten	IF	–	–	–
box2verb13	0.00	unten	IF	–	–	–
box2verb14	0.05	oben	OR	0.398	0.407	–
box2verb15	0.23	unten	OF	0.340	0.423	–
box2verb16	0.06	oben	OR	0.266	0.274	–
box2verb17	0.13	unten	N	0.461	–	–
box2verb18	0.00	oben	OR	0.423	0.431	–
box2verb19	0.15	unten	OF	1.013	1.030	–
box2verb20	0.04	unten	OF	1.030	1.046	–
box2verb21	0.18	oben	N	0.685	–	–
box2verb22	0.12	oben	N	0.436	–	–
box2verb23	0.00	unten	OF	0.399	0.407	–
box2verb24	0.10	oben	N	0.341	–	–
box2verb25	0.10	unten	OF	0.664	0.672	–
box2verb26	0.09	unten	OF	0.465	0.548	–
box2verb27	0.04	oben	OR	0.788	0.797	–
box2verb28	0.04	unten	OF	1.030	1.038	–
box2verb29	0.17	oben	N	0.663	–	–
box2verb30	0.05	unten	OF	0.572	0.589	–
box2verb31	0.10	unten	N	0.386	–	–
box2verb32	0.09	oben	OR	0.772	0.788	–
box2verb33	0.07	oben	N	0.403	–	–
box2verb34	0.17	unten	N	0.490	–	–
box2verb35	0.11	unten	N	0.773	–	–
box2verb36	0.05	oben	N	0.585	–	–
box2verb37	0.09	unten	OF	1.208	1.224	–
box2verb38	0.03	oben	OR	0.572	0.581	–

Tab. 35: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „1ger“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.03	unten	OF	0.730	0.747	–
box2verb11	0.04	oben	N	0.444	–	–
box2verb12	0.04	unten	N	0.419	–	–
box2verb13	0.05	unten	N	0.320	–	–
box2verb14	0.02	oben	OR	0.502	0.519	–
box2verb15	0.04	unten	OF	0.514	0.531	–
box2verb16	0.03	oben	N	0.477	–	–
box2verb17	0.01	unten	OF-UR	0.416	0.431	1.196
box2verb18	0.11	oben	N	0.481	–	–
box2verb19	0.04	unten	OF	0.672	0.689	–
box2verb20	0.02	unten	OF	1.104	1.121	–
box2verb21	0.04	oben	–	1.241	–	–
box2verb22	0.00	oben	OR	1.029	1.038	–
box2verb23	0.03	unten	N	0.419	–	–
box2verb24	0.03	oben	–	1.225	–	–
box2verb25	0.06	unten	–	1.257	–	–
box2verb26	0.03	unten	OF	0.374	0.432	–
box2verb27	0.08	oben	–	1.203	–	–
box2verb28	0.06	unten	OF	0.813	0.830	–
box2verb29	0.03	oben	OR	0.776	0.793	–
box2verb30	0.02	unten	OF	0.988	0.996	–
box2verb31	0.13	unten	N	0.880	–	–
box2verb32	0.02	oben	OR	0.892	0.909	–
box2verb33	0.06	oben	–	1.250	–	–
box2verb34	0.02	unten	OF	0.523	0.540	–
box2verb35	0.04	unten	N	0.477	–	–
box2verb36	0.00	oben	–	1.233	–	–
box2verb37	0.04	unten	OF	1.113	1.129	–
box2verb38	0.00	oben	OR	0.706	0.722	–

Tab. 36: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „2ger“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.00	unten	OF-UR	0.531	0.548	0.814
box2verb11	0.15	oben	N	0.586	–	–
box2verb12	0.00	unten	–	1.216	–	–
box2verb13	0.11	unten	N	0.677	–	–
box2verb14	0.06	oben	OR	0.672	0.697	–
box2verb15	0.06	unten	N	0.685	–	–
box2verb16	0.07	oben	N	0.527	–	–
box2verb17	0.07	unten	OF	1.240	1.257	–
box2verb18	0.05	oben	N	0.029	–	–
box2verb19	0.00	unten	OF-UR	0.822	0.855	1.395
box2verb20	0.00	unten	OF-UR	0.569	0.602	1.308
box2verb21	0.00	oben	–	1.258	–	–
box2verb22	0.03	oben	OR-I	0.664	0.689	1.104
box2verb23	0.06	unten	OF	0.785	0.802	–
box2verb24	0.00	oben	OR-UF	0.502	0.527	1.166
box2verb25	0.06	unten	N	0.037	–	–
box2verb26	0.13	unten	N	0.507	–	–
box2verb27	0.00	oben	OR	0.573	0.606	–
box2verb28	0.01	unten	OF-I	0.357	0.382	0.756
box2verb29	0.08	oben	N	0.365	–	–
box2verb30	0.00	unten	OF	0.499	0.532	–
box2verb31	0.06	unten	N	0.735	–	–
box2verb32	0.06	oben	N	0.502	–	–
box2verb33	0.00	oben	OR	0.590	0.606	–
box2verb34	0.00	unten	OF	0.755	0.780	–
box2verb35	0.08	unten	OF	0.635	0.651	–
box2verb36	0.00	oben	OR	0.814	0.830	–
box2verb37	0.04	unten	OF-I	0.395	0.420	0.586
box2verb38	0.06	oben	N	0.788	–	–

Tab. 37: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „3ger“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.00	unten	OF-UR	0.440	0.456	0.963
box2verb11	0.00	oben	OR	0.416	0.424	–
box2verb12	0.00	unten	OF-I	0.469	0.486	0.984
box2verb13	0.00	unten	OF	0.490	0.506	–
box2verb14	0.00	oben	OR	0.635	0.643	–
box2verb15	0.00	unten	OF	0.415	0.423	–
box2verb16	0.07	oben	OR	0.565	0.573	–
box2verb17	0.02	unten	OF	0.623	0.639	–
box2verb18	0.09	oben	OR	0.431	0.440	–
box2verb19	0.00	unten	N	0.863	–	–
box2verb20	0.00	unten	OF	1.378	1.387	–
box2verb21	0.00	oben	–	1.233	–	–
box2verb22	0.00	oben	OR-I	0.556	0.573	0.913
box2verb23	0.00	unten	OF-I	0.494	0.511	0.851
box2verb24	0.12	oben	N	0.996	–	–
box2verb25	0.00	unten	–	0.980	–	–
box2verb26	0.00	unten	–	1.266	–	–
box2verb27	0.00	oben	–	1.502	–	–
box2verb28	0.00	unten	OF	0.481	0.489	–
box2verb29	0.00	oben	OR	0.614	0.631	–
box2verb30	0.00	unten	N	0.340	–	–
box2verb31	0.00	unten	OF	0.515	0.531	–
box2verb32	0.00	oben	N	0.606	–	–
box2verb33	0.00	oben	N	0.382	–	–
box2verb34	0.00	unten	OF-UR	0.448	0.457	1.004
box2verb35	0.00	unten	N	0.598	–	–
box2verb36	0.00	oben	N	0.573	–	–
box2verb37	0.06	unten	UR	0.888	0.921	–
box2verb38	0.00	oben	–	1.138	–	–

Tab. 38: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „4ger“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.05	unten	OF	0.444	0.523	–
box2verb11	0.05	oben	OR	0.672	0.689	–
box2verb12	0.00	unten	OF	1.220	1.236	–
box2verb13	0.05	unten	OF	1.158	1.174	–
box2verb14	0.06	oben	N	0.585	–	–
box2verb15	0.04	unten	OF	0.663	0.738	–
box2verb16	0.00	oben	OR	0.722	0.731	–
box2verb17	0.04	unten	N	0.714	–	–
box2verb18	0.03	oben	–	1.494	–	–
box2verb19	0.04	unten	OF	1.170	1.241	–
box2verb20	0.04	unten	N	1.150	–	–
box2verb21	0.05	oben	OR	1.149	1.158	–
box2verb22	0.04	oben	N	1.336	–	–
box2verb23	0.00	unten	–	1.381	–	–
box2verb24	0.05	oben	N	0.648	–	–
box2verb25	0.00	unten	–	1.494	–	–
box2verb26	0.04	unten	N	1.191	–	–
box2verb27	0.04	oben	OR	0.784	0.792	–
box2verb28	0.04	unten	–	1.299	–	–
box2verb29	0.22	oben	OR	0.406	0.424	–
box2verb30	0.06	unten	N	0.954	–	–
box2verb31	0.05	unten	N	0.639	–	–
box2verb32	0.00	oben	OR	1.220	1.236	–
box2verb33	0.00	oben	–	1.494	–	–
box2verb34	0.05	unten	OF-I	0.071	0.079	0.261
box2verb35	0.00	unten	N	1.431	–	–
box2verb36	0.15	oben	N	0.597	–	–
box2verb37	0.00	unten	OF	1.162	1.170	–
box2verb38	0.03	oben	–	1.494	–	–

Tab. 39: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „5ger“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.07	unten	N	0.394	–	–
box2verb11	0.06	oben	N	0.502	–	–
box2verb12	0.05	unten	OF	0.606	0.694	–
box2verb13	0.06	unten	N	0.352	–	–
box2verb14	0.10	oben	OR	0.581	0.598	–
box2verb15	0.00	unten	OF	0.457	0.473	–
box2verb16	0.00	oben	OR	0.406	0.431	–
box2verb17	0.00	unten	OF	1.071	1.079	–
box2verb18	0.05	oben	N	0.659	–	–
box2verb19	0.05	unten	N	0.581	–	–
box2verb20	0.05	unten	N	0.510	–	–
box2verb21	0.10	oben	N	0.506	–	–
box2verb22	0.00	oben	–	1.249	–	–
box2verb23	0.03	unten	OF	0.855	0.863	–
box2verb24	0.03	oben	OR	0.639	0.655	–
box2verb25	0.08	unten	N	0.598	–	–
box2verb26	0.07	unten	OF	1.096	1.112	–
box2verb27	0.03	oben	OR	0.722	0.739	–
box2verb28	0.00	unten	–	1.208	–	–
box2verb29	0.04	oben	N	0.626	–	–
box2verb30	0.06	unten	N	0.440	–	–
box2verb31	0.00	unten	OF	0.423	0.440	–
box2verb32	0.00	oben	OR	0.390	0.407	–
box2verb33	0.11	oben	N	0.528	–	–
box2verb34	0.00	unten	OF	0.432	0.440	–
box2verb35	0.06	unten	OF	0.556	0.630	–
box2verb36	0.00	oben	OR	0.776	0.793	–
box2verb37	0.00	unten	OF	0.547	0.572	–
box2verb38	0.00	oben	–	1.167	–	–

Tab. 40: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „6ger“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.04	unten	OF	0.519	0.528	–
box2verb11	0.00	oben	OR	0.431	0.448	–
box2verb12	0.00	unten	OF	0.656	0.673	–
box2verb13	0.04	unten	OF	0.540	0.548	–
box2verb14	0.00	oben	OR	0.540	0.556	–
box2verb15	0.00	unten	OF	0.498	0.515	–
box2verb16	0.04	oben	N	0.453	–	–
box2verb17	0.05	unten	N	0.826	–	–
box2verb18	0.04	oben	N	0.618	–	–
box2verb19	0.03	unten	OF	0.390	0.407	–
box2verb20	0.00	unten	OF	0.449	0.465	–
box2verb21	0.05	oben	N	0.627	–	–
box2verb22	0.00	oben	OR	0.290	0.307	–
box2verb23	0.05	unten	OF	0.498	0.514	–
box2verb24	0.00	oben	OR	0.473	0.489	–
box2verb25	0.04	unten	OF	0.490	0.561	–
box2verb26	0.00	unten	OF	0.614	0.631	–
box2verb27	0.00	oben	OR	0.523	0.531	–
box2verb28	0.04	unten	OF	0.888	0.900	–
box2verb29	0.00	oben	N	0.706	–	–
box2verb30	0.03	unten	OF	0.984	1.034	–
box2verb31	0.04	unten	OF	0.581	0.639	–
box2verb32	0.00	oben	OR	0.564	0.581	–
box2verb33	0.04	oben	OR	0.760	0.817	–
box2verb34	0.00	unten	OF	0.880	0.897	–
box2verb35	0.04	unten	OF	0.598	0.660	–
box2verb36	0.04	oben	OR	1.017	1.075	–
box2verb37	0.04	unten	N	0.419	–	–
box2verb38	0.00	oben	OR	0.523	0.540	–

Tab. 41: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „8ger“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.04	unten	N	0.569	–	–
box2verb11	0.00	oben	N	0.457	–	–
box2verb12	0.01	unten	OF	0.963	0.971	–
box2verb13	0.01	unten	N	0.348	–	–
box2verb14	0.06	oben	N	0.498	–	–
box2verb15	0.05	unten	N	0.154	–	–
box2verb16	0.00	oben	OR	0.631	0.655	–
box2verb17	0.00	unten	N	0.005	–	–
box2verb18	0.00	oben	OR	0.515	0.531	–
box2verb19	0.04	unten	OF-UR	0.415	0.506	1.112
box2verb20	0.04	unten	N	0.482	–	–
box2verb21	0.00	oben	–	0.095	–	–
box2verb22	0.00	oben	OR	0.963	1.021	–
box2verb23	0.00	unten	OF	1.087	1.112	–
box2verb24	0.00	oben	OR	0.444	0.461	–
box2verb25	0.00	unten	–	1.266	–	–
box2verb26	0.08	unten	N	0.494	–	–
box2verb27	0.04	oben	N	0.452	–	–
box2verb28	0.00	unten	–	1.216	–	–
box2verb29	0.00	oben	OR	0.473	0.482	–
box2verb30	0.05	unten	–	1.191	–	–
box2verb31	0.04	unten	OF	0.788	0.805	–
box2verb32	0.00	oben	N	1.457	–	–
box2verb33	0.00	oben	–	1.299	–	–
box2verb34	0.00	unten	OF	1.304	1.320	–
box2verb35	0.00	unten	–	1.141	–	–
box2verb36	0.05	oben	N	0.577	–	–
box2verb37	0.04	unten	N	0.522	–	–
box2verb38	0.00	oben	OR	0.706	0.731	–

Tab. 42: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „vp08_ger“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.03	unten	N	0.262	–	–
box2verb11	0.06	oben	N	0.565	–	–
box2verb12	0.00	unten	IF	–	–	–
box2verb13	0.04	unten	N	0.415	–	–
box2verb14	0.04	oben	N	0.012	–	–
box2verb15	0.03	unten	OF	0.582	0.636	–
box2verb16	0.03	oben	–	1.067	–	–
box2verb17	0.01	unten	OF	0.602	0.619	–
box2verb18	0.04	oben	OR	0.514	0.523	–
box2verb19	0.02	unten	OF	0.618	0.635	–
box2verb20	0.04	unten	N	0.510	–	–
box2verb21	0.05	oben	OR	0.764	0.781	–
box2verb22	0.00	oben	OR	0.664	0.681	–
box2verb23	0.04	unten	OF	0.362	0.428	–
box2verb24	0.03	oben	OR	0.308	0.324	–
box2verb25	0.04	unten	N	0.336	–	–
box2verb26	0.00	unten	OF	0.390	0.407	–
box2verb27	0.08	oben	N	0.394	–	–
box2verb28	0.06	unten	N	0.461	–	–
box2verb29	0.01	oben	OR	0.490	0.507	–
box2verb30	0.04	unten	N	0.470	–	–
box2verb31	0.01	unten	OF	0.390	0.407	–
box2verb32	0.05	oben	N	0.672	–	–
box2verb33	0.07	oben	OR	0.457	0.511	–
box2verb34	0.13	unten	OF	0.428	0.477	–
box2verb35	0.00	unten	OF	0.602	0.618	–
box2verb36	0.07	oben	N	0.635	–	–
box2verb37	0.03	unten	OF	0.735	0.789	–
box2verb38	0.03	oben	OR	0.349	0.415	–

Tab. 43: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „vp09_ger“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.02	unten	OF	0.947	0.955	–
box2verb11	0.08	oben	UF	1.013	1.030	–
box2verb12	0.04	unten	UR	0.902	0.910	–
box2verb13	0.00	unten	UR	0.976	0.993	–
box2verb14	0.04	oben	UF-OR	1.184	1.192	1.392
box2verb15	0.03	unten	UR	0.802	0.810	–
box2verb16	0.04	oben	OR	1.180	1.188	–
box2verb17	0.03	unten	–	1.495	–	–
box2verb18	0.04	oben	OR	1.316	1.333	–
box2verb19	0.04	unten	UR	0.701	0.718	–
box2verb20	0.04	unten	–	1.292	–	–
box2verb21	0.04	oben	–	1.275	–	–
box2verb22	0.03	oben	UF-OR	1.092	1.117	1.341
box2verb23	0.01	unten	OF-UR	1.001	1.018	1.300
box2verb24	0.00	oben	N	0.905	–	–
box2verb25	0.02	unten	–	1.495	–	–
box2verb26	0.07	unten	OF	0.614	0.677	–
box2verb27	0.04	oben	OR	1.180	1.188	–
box2verb28	0.03	unten	UR	0.860	0.885	–
box2verb29	0.03	oben	N	0.839	–	–
box2verb30	0.07	unten	–	1.283	–	–
box2verb31	0.06	unten	OF	0.793	0.810	–
box2verb32	0.02	oben	OR	0.673	0.698	–
box2verb33	0.03	oben	OR-I	0.046	0.054	0.328
box2verb34	0.05	unten	OF-UR	1.005	1.013	1.329
box2verb35	0.04	unten	OF	0.876	0.892	–
box2verb36	0.09	oben	OR	0.727	0.744	–
box2verb37	0.02	unten	OF	1.084	1.100	–
box2verb38	0.07	oben	N	0.723	–	–

Tab. 44: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „vp11_ger“.

B. Experimentell erhobene L1-Daten Teil II

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.15	oben	OR	0.942	1.025	–
verb11	0.05	unten	N	0.847	–	–
verb12	0.03	oben	–	1.159	–	–
verb13	0.12	oben	N	0.739	–	–
verb14	0.12	oben	N	0.643	–	–
verb15	0.15	unten	–	1.191	–	–
verb16	0.04	unten	N	0.689	–	–
verb17	0.04	oben	–	0.806	–	–
verb18	0.21	oben	–	1.300	–	–
verb19	0.20	oben	N	0.768	–	–
verb20	0.09	unten	OF	0.847	0.863	–
verb21	0.00	unten	–	0.992	–	–
verb22	0.05	oben	OR	1.287	1.295	–
verb23	0.02	unten	UR	0.996	1.021	–
verb24	0.04	oben	–	1.473	–	–
verb25	0.05	unten	–	1.158	–	–
verb26	0.07	oben	OR	1.038	1.047	–
verb27	0.03	unten	–	1.242	–	–
verb28	0.08	oben	OR	0.797	0.814	–
verb29	0.18	oben	N	1.008	–	–
verb30	0.06	unten	N	1.059	–	–
verb31	0.03	unten	UR	1.262	1.279	–
verb32	0.04	oben	OR	0.797	0.806	–
verb33	0.04	oben	–	1.200	–	–
verb34	0.04	unten	–	1.175	–	–
verb35	0.10	oben	N	1.009	–	–
verb36	0.04	unten	–	1.213	–	–
verb37	0.05	unten	N	0.805	–	–
verb38	0.16	unten	N	0.772	–	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 45: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp01_boxrusGER*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.12	oben	N	0.544	–	–
verb11	0.19	unten	N	1.037	–	–
verb12	0.13	oben	–	1.245	–	–
verb13	0.15	oben	N	0.614	–	–
verb14	0.13	oben	–	0.918	–	–
verb15	0.14	unten	–	0.755	–	–
verb16	0.15	unten	OF	0.972	0.988	–
verb17	0.09	oben	–	1.050	–	–
verb18	0.19	oben	–	1.188	–	–
verb19	0.14	oben	–	1.009	–	–
verb20	0.19	unten	N	0.611	–	–
verb21	0.14	unten	N	0.510	–	–
verb22	0.18	oben	N	0.486	–	–
verb23	0.13	unten	OF	1.096	1.113	–
verb24	0.21	oben	N	0.585	–	–
verb25	0.12	unten	OF	1.038	1.096	–
verb26	0.14	oben	N	0.776	–	–
verb27	0.12	unten	N	0.697	–	–
verb28	0.14	oben	–	1.129	–	–
verb29	0.21	oben	N	0.892	–	–
verb30	0.23	unten	N	0.610	–	–
verb31	0.11	unten	–	1.154	–	–
verb32	0.15	oben	N	0.851	–	–
verb33	0.11	oben	N	0.801	–	–
verb34	0.19	unten	N	0.693	–	–
verb35	0.15	oben	N	0.860	–	–
verb36	0.14	unten	–	1.096	–	–
verb37	0.09	unten	–	0.817	–	–
verb38	0.04	unten	–	1.224	–	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 46: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp04_boxrusGER*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.00	oben	N	0.560	–	–
verb11	0.00	unten	UR	1.038	1.072	–
verb12	0.00	oben	OR	0.906	0.922	–
verb13	0.00	oben	OR	0.681	0.731	–
verb14	0.00	oben	OR	0.648	0.665	–
verb15	0.01	unten	OF	1.076	1.093	–
verb16	0.00	unten	OF-I	0.212	0.229	0.395
verb17	0.00	oben	OR	0.748	0.781	–
verb18	0.00	oben	N	1.230	–	–
verb19	0.00	oben	OR	1.026	1.051	–
verb20	0.00	unten	OF	0.744	0.760	–
verb21	0.00	unten	OF	0.939	0.963	–
verb22	0.03	oben	OR	0.474	0.515	–
verb23	0.00	unten	OF	0.598	0.607	–
verb24	0.00	oben	OR	0.640	0.657	–
verb25	0.00	unten	OF	0.913	0.939	–
verb26	0.09	oben	N	0.715	–	–
verb27	0.00	unten	UR	0.964	0.989	–
verb28	0.05	oben	N	1.050	–	–
verb29	0.00	oben	UF-OR	0.805	0.823	1.105
verb30	0.01	unten	–	1.205	–	–
verb31	0.04	unten	N	0.715	–	–
verb32	0.00	oben	OR	0.349	0.365	–
verb33	0.00	oben	N	1.230	–	–
verb34	0.00	unten	OF	0.794	0.819	–
verb35	0.00	oben	OR	0.498	0.515	–
verb36	0.00	unten	OF	1.014	1.030	–
verb37	0.00	unten	OF-UR	0.582	0.599	1.213
verb38	0.05	unten	OF	0.673	0.690	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 47: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp07_boxrusGER*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.00	oben	OR-I	0.478	0.503	1.309
verb11	0.00	unten	N	1.196	–	–
verb12	0.02	oben	–	1.258	–	–
verb13	0.00	oben	OR-I	0.341	0.357	0.631
verb14	0.04	oben	–	1.183	–	–
verb15	0.06	unten	OF	0.905	0.921	–
verb16	0.00	unten	OF	0.947	0.972	–
verb17	0.00	oben	–	1.233	–	–
verb18	0.02	oben	–	1.096	–	–
verb19	0.44	oben	–	1.183	–	–
verb20	0.15	unten	–	0.661	–	–
verb21	0.00	unten	OF	1.054	1.088	–
verb22	0.03	oben	–	1.142	–	–
verb23	0.05	unten	–	1.175	–	–
verb24	0.00	oben	OR	0.340	0.365	–
verb25	0.00	unten	OF-I	0.424	0.449	0.698
verb26	0.03	oben	–	1.275	–	–
verb27	0.00	unten	UR	1.204	1.229	–
verb28	0.04	oben	N	0.399	–	–
verb29	0.00	oben	OR-I	0.423	0.440	0.697
verb30	0.04	unten	OF	0.249	0.319	–
verb31	0.00	unten	–	1.054	–	–
verb32	0.03	oben	N	0.357	–	–
verb33	0.00	oben	–	1.225	–	–
verb34	0.03	unten	OF-I	0.448	0.465	1.071
verb35	0.10	oben	OR	0.930	0.946	–
verb36	0.04	unten	N	0.507	–	–
verb37	0.04	unten	N	0.435	–	–
verb38	0.04	unten	–	1.258	–	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 48: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp08_boxrusGER*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.05	oben	–	1.275	–	–
verb11	0.01	unten	–	1.233	–	–
verb12	0.11	oben	OR-I	0.465	0.482	0.764
verb13	0.10	oben	OR	0.789	0.797	–
verb14	0.00	oben	OR-I	0.626	0.651	0.892
verb15	0.09	unten	OF	1.050	1.084	–
verb16	0.02	unten	UR	1.125	1.142	–
verb17	0.06	oben	OR	0.972	0.996	–
verb18	0.09	oben	N	1.229	–	–
verb19	0.11	oben	OR	1.117	1.150	–
verb20	0.09	unten	N	1.225	–	–
verb21	0.00	unten	OF-UR	1.009	1.026	1.424
verb22	0.16	oben	N	0.037	–	–
verb23	0.00	unten	–	0.914	–	–
verb24	0.11	oben	–	1.495	–	–
verb25	0.07	unten	OF-UR	0.461	0.478	0.985
verb26	0.12	oben	N	1.245	–	–
verb27	0.10	unten	OF-UR	0.805	0.822	1.328
verb28	0.10	oben	OR-I	0.669	0.694	1.043
verb29	0.08	oben	OR-I	0.444	0.477	0.701
verb30	0.06	unten	OF-I	0.544	0.560	0.793
verb31	0.06	unten	UR	0.955	0.971	–
verb32	0.11	oben	OR	0.817	0.834	–
verb33	0.00	oben	OR	1.317	1.333	–
verb34	0.12	unten	UR	1.270	1.287	–
verb35	0.00	oben	OR	0.847	0.872	–
verb36	0.00	unten	–	1.217	–	–
verb37	0.06	unten	–	1.250	–	–
verb38	0.00	unten	UR	1.029	1.046	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 49: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp11_boxrusGER*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.00	oben	OR	0.881	0.889	–
verb11	0.00	unten	–	1.258	–	–
verb12	0.00	oben	N	1.196	–	–
verb13	0.00	oben	OR	0.748	0.756	–
verb14	0.00	oben	OR	0.972	0.988	–
verb15	0.00	unten	OF	1.146	1.163	–
verb16	0.00	unten	N	1.188	–	–
verb17	0.00	oben	OR	0.863	0.880	–
verb18	0.00	oben	UF	0.872	0.889	–
verb19	0.00	oben	OR	1.087	1.096	–
verb20	0.00	unten	UR	0.864	0.881	–
verb21	0.00	unten	OF	1.163	1.179	–
verb22	0.01	oben	OR	0.590	0.607	–
verb23	0.00	unten	UR	0.760	0.772	–
verb24	0.02	oben	OR	0.398	0.407	–
verb25	0.00	unten	OF	0.980	0.988	–
verb26	0.03	oben	OR	0.490	0.515	–
verb27	0.00	unten	OF	0.997	1.013	–
verb28	0.00	oben	OR-I	0.407	0.415	0.623
verb29	0.00	oben	OR-I	0.722	0.740	1.230
verb30	–	unten	E	–	–	–
verb31	0.98	unten	E	–	–	–
verb32	0.48	oben	E	–	–	–
verb33	–	oben	E	–	–	–
verb34	–	unten	E	–	–	–
verb35	0.00	oben	OR	1.047	1.063	–
verb36	0.00	unten	–	1.225	–	–
verb37	0.01	unten	OF-I	0.498	0.523	0.831
verb38	0.00	unten	–	1.213	–	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 50: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp13_boxrusGER*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.07	oben	–	1.494	–	–
verb11	0.42	unten	–	1.495	–	–
verb12	0.02	oben	–	1.117	–	–
verb13	0.08	oben	OR	0.967	0.984	–
verb14	0.02	oben	OR	0.739	0.755	–
verb15	0.18	unten	–	1.486	–	–
verb16	0.06	unten	–	1.494	–	–
verb17	0.11	oben	N	1.112	–	–
verb18	0.03	oben	OR	0.817	0.834	–
verb19	0.06	oben	OR	0.983	1.000	–
verb20	0.09	unten	OF	1.050	1.067	–
verb21	0.03	unten	OF	1.341	1.358	–
verb22	0.05	oben	–	1.391	–	–
verb23	0.07	unten	–	1.494	–	–
verb24	0.09	oben	N	0.933	–	–
verb25	0.11	unten	N	1.071	–	–
verb26	0.05	oben	OR	1.241	1.257	–
verb27	0.07	unten	N	0.963	–	–
verb28	0.15	oben	–	1.170	–	–
verb29	0.12	oben	OR	0.726	0.743	–
verb30	0.03	unten	OF	0.826	0.843	–
verb31	0.07	unten	N	0.955	–	–
verb32	0.03	oben	OR	1.249	1.266	–
verb33	0.06	oben	OR	1.175	1.238	–
verb34	0.06	unten	UR-OF	1.059	1.091	1.283
verb35	0.04	oben	–	1.494	–	–
verb36	0.05	unten	N	1.133	–	–
verb37	0.06	unten	N	1.087	–	–
verb38	0.06	unten	–	1.494	–	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 51: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp19_boxrusGER*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.11	oben	OR-I	0.457	0.507	0.997
verb11	0.00	unten	OF	0.748	0.764	–
verb12	0.00	oben	OR	0.391	0.407	–
verb13	0.00	oben	OR	0.390	0.407	–
verb14	0.04	oben	N	0.519	–	–
verb15	0.03	unten	N	0.722	–	–
verb16	0.03	unten	N	0.747	–	–
verb17	0.00	oben	OR	0.930	0.947	–
verb18	0.00	oben	–	1.242	–	–
verb19	0.03	oben	OR	0.681	0.706	–
verb20	0.00	unten	OF	1.129	1.137	–
verb21	0.02	unten	–	1.225	–	–
verb22	0.04	oben	OR-I	0.457	0.523	0.856
verb23	0.03	unten	OF	0.764	0.781	–
verb24	0.00	oben	OR	0.539	0.556	–
verb25	0.04	unten	N	0.885	–	–
verb26	0.00	oben	OR	0.706	0.722	–
verb27	0.00	unten	–	1.208	–	–
verb28	0.00	oben	OR	0.723	0.748	–
verb29	0.00	oben	OR	0.889	0.905	–
verb30	0.00	unten	N	1.204	–	–
verb31	0.04	unten	N	0.810	–	–
verb32	0.00	oben	OR	0.856	0.864	–
verb33	0.00	oben	OR	1.022	1.038	–
verb34	0.00	unten	–	1.267	–	–
verb35	0.36	oben	–	0.548	–	–
verb36	0.03	unten	OF-I	0.062	0.079	0.286
verb37	0.19	unten	–	1.494	–	–
verb38	0.07	unten	–	1.249	–	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 52: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „vp25_boxGER“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.05	oben	OR-I	0.307	0.332	0.606
verb11	0.06	unten	OF	0.684	0.693	–
verb12	0.09	oben	N	0.522	–	–
verb13	0.05	oben	OR	0.457	0.465	–
verb14	0.06	oben	OR	0.506	0.514	–
verb15	0.06	unten	OF	0.440	0.457	–
verb16	0.05	unten	OF	0.398	0.406	–
verb17	0.06	oben	OR	0.407	0.415	–
verb18	0.05	oben	OR	0.631	0.639	–
verb19	0.07	oben	N	0.506	–	–
verb20	0.06	unten	UR-OF	0.598	0.606	0.847
verb21	0.06	unten	OF	0.448	0.464	–
verb22	0.05	oben	OR	0.681	0.689	–
verb23	0.06	unten	OF	0.697	0.706	–
verb24	0.06	oben	OR	0.573	0.582	–
verb25	0.06	unten	OF	0.639	0.656	–
verb26	0.06	oben	OR	0.457	0.465	–
verb27	0.06	unten	OF	0.830	0.847	–
verb28	0.05	oben	OR	0.739	0.747	–
verb29	0.07	oben	OR	0.548	0.556	–
verb30	0.04	unten	OF	0.632	0.648	–
verb31	0.05	unten	OF	0.959	0.975	–
verb32	0.05	oben	UF-OR	0.606	0.656	1.063
verb33	0.00	oben	OR	0.755	0.763	–
verb34	0.05	unten	OF	0.831	0.847	–
verb35	0.06	oben	OR	0.839	0.847	–
verb36	0.06	unten	OF	0.947	0.963	–
verb37	0.06	unten	OF	0.805	0.813	–
verb38	0.10	unten	UR-OF	0.922	0.938	1.204
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 53: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp26_boxGER*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.03	oben	–	1.490	–	–
verb11	0.00	unten	–	1.199	–	–
verb12	0.07	oben	N	0.461	–	–
verb13	0.00	oben	UF-OR	0.639	0.664	0.988
verb14	0.00	oben	OR-I	0.788	0.805	1.104
verb15	0.00	unten	N	0.441	–	–
verb16	0.00	unten	OF	0.357	0.374	–
verb17	0.03	oben	OR	0.680	0.697	–
verb18	0.01	oben	OR	0.631	0.648	–
verb19	0.04	oben	OR	0.515	0.531	–
verb20	0.00	unten	OF	0.490	0.507	–
verb21	0.01	unten	OF	0.374	0.411	–
verb22	0.02	oben	OR	0.399	0.415	–
verb23	0.02	unten	OF	0.847	0.872	–
verb24	0.03	oben	OR	0.922	0.938	–
verb25	0.05	unten	N	0.361	–	–
verb26	0.03	oben	N	0.328	–	–
verb27	0.09	unten	N	0.597	–	–
verb28	0.09	oben	N	0.402	–	–
verb29	0.04	oben	OR	0.739	0.814	–
verb30	0.04	unten	N	0.489	–	–
verb31	0.04	unten	OF-UR	0.436	0.515	0.988
verb32	0.00	oben	OR	0.457	0.473	–
verb33	0.04	oben	OR	0.486	0.510	–
verb34	0.01	unten	OF	0.764	0.781	–
verb35	0.05	oben	N	0.734	–	–
verb36	0.05	unten	–	0.801	–	–
verb37	0.00	unten	OF	0.838	0.863	–
verb38	0.03	unten	OF-UR	0.800	0.809	1.282
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 54: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „vp27_boxGER“.

C. Experimentell erhobene L2-Daten Teil I

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.06	unten	OF	0.613	0.626	–
box2verb11	0.02	oben	OR	0.755	0.767	–
box2verb12	0.04	unten	OF-I	0.676	0.701	1.239
box2verb13	0.03	unten	OF	0.955	0.972	–
box2verb14	0.04	oben	OR	0.909	0.922	–
box2verb15	0.02	unten	OF-UR	0.834	0.847	1.506
box2verb16	0.02	oben	OR	1.096	1.109	–
box2verb17	0.03	unten	OF	0.918	0.930	–
box2verb18	0.03	oben	OR	0.788	0.809	–
box2verb19	0.04	unten	OF	0.938	0.963	–
box2verb20	0.03	unten	OF	0.813	0.825	–
box2verb21	0.02	oben	OR	0.925	0.938	–
box2verb22	0.03	oben	OR	0.847	0.859	–
box2verb23	0.06	unten	N	0.905	–	–
box2verb24	0.03	oben	OR	0.755	0.763	–
box2verb25	0.03	unten	N	0.722	–	–
box2verb26	0.02	unten	N	0.701	–	–
box2verb27	0.04	oben	OR	0.671	0.692	–
box2verb28	0.06	unten	OF	0.751	0.772	–
box2verb29	0.03	oben	OR	0.813	0.830	–
box2verb30	0.03	unten	OF	0.676	0.697	–
box2verb31	0.05	unten	OF	0.780	0.801	–
box2verb32	0.03	oben	N	0.761	–	–
box2verb33	0.06	oben	N	0.788	–	–
box2verb34	0.04	unten	OF-UR	0.601	0.614	1.418
box2verb35	0.02	unten	OF-UR	0.813	0.830	1.097
box2verb36	0.06	oben	OR	0.709	0.730	–
box2verb37	0.04	unten	OF	1.072	1.093	–
box2verb38	0.05	oben	OR	0.713	0.725	–

Tab. 55: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „P05“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.02	unten	–	1.435	–	–
box2verb11	0.00	oben	OR	0.459	0.471	–
box2verb12	0.02	unten	OF	0.489	0.513	–
box2verb13	0.00	unten	OF	0.559	0.571	–
box2verb14	0.02	oben	OR	0.880	0.892	–
box2verb15	0.01	unten	OF-I	1.113	1.143	1.385
box2verb16	0.01	oben	OR	1.235	1.252	–
box2verb17	0.03	unten	N	0.730	–	–
box2verb18	0.03	oben	–	1.440	–	–
box2verb19	0.00	unten	OF	0.939	0.956	–
box2verb20	0.00	unten	OF	0.884	0.896	–
box2verb21	0.00	oben	N	0.847	–	–
box2verb22	0.03	oben	–	1.438	–	–
box2verb23	0.00	unten	OF	1.201	1.213	–
box2verb24	0.01	oben	OR	1.117	1.138	–
box2verb25	0.00	unten	OF	0.534	0.546	–
box2verb26	0.02	unten	OF	0.730	0.743	–
box2verb27	0.00	oben	–	1.401	–	–
box2verb28	0.03	unten	OF	0.588	0.608	–
box2verb29	0.03	oben	–	1.655	–	–
box2verb30	0.03	unten	N	1.580	–	–
box2verb31	0.01	unten	OF	0.834	0.859	–
box2verb32	0.02	oben	N	0.397	–	–
box2verb33	0.01	oben	N	1.306	–	–
box2verb34	0.02	unten	N	1.031	–	–
box2verb35	0.01	unten	N	1.343	–	–
box2verb36	0.00	oben	N	0.776	–	–
box2verb37	0.04	unten	OF	1.293	1.314	–
box2verb38	0.00	oben	OR	1.235	1.255	–

Tab. 56: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „P06“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.02	unten	N	0.463	–	–
box2verb11	0.02	oben	OR	0.759	0.780	–
box2verb12	0.05	unten	OF	0.850	0.863	–
box2verb13	0.02	unten	OF-UR	0.905	0.926	1.197
box2verb14	0.02	oben	N	0.656	–	–
box2verb15	0.04	unten	UR	0.938	0.988	–
box2verb16	0.03	oben	OR	0.770	0.800	–
box2verb17	0.05	unten	OF	1.080	1.139	–
box2verb18	0.02	oben	N	0.643	–	–
box2verb19	0.06	unten	–	1.464	–	–
box2verb20	0.05	unten	OF-UR	0.480	0.538	0.876
box2verb21	0.02	oben	OR	1.284	1.313	–
box2verb22	0.04	oben	OR	1.147	1.168	–
box2verb23	0.03	unten	–	1.685	–	–
box2verb24	0.07	oben	OR	1.126	1.142	–
box2verb25	0.06	unten	UR	1.259	1.300	–
box2verb26	0.05	unten	OF	1.197	1.225	–
box2verb27	0.05	oben	OR	1.038	1.050	–
box2verb28	0.04	unten	OF	1.005	1.055	–
box2verb29	0.01	oben	–	1.693	–	–
box2verb30	0.01	unten	–	1.652	–	–
box2verb31	0.05	unten	–	1.481	–	–
box2verb32	0.05	oben	OR	1.410	1.422	–
box2verb33	0.03	oben	OR	1.380	1.393	–
box2verb34	0.05	unten	–	1.685	–	–
box2verb35	0.03	unten	UR	1.548	1.581	–
box2verb36	0.03	oben	OR	1.373	1.393	–
box2verb37	0.03	unten	N	1.310	–	–
box2verb38	0.05	oben	OR	1.360	1.380	–

Tab. 57: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „P07“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.03	unten	N	0.488	–	–
box2verb11	0.00	oben	OR	0.433	0.446	–
box2verb12	0.00	unten	OF	0.584	0.605	–
box2verb13	0.03	unten	N	0.384	–	–
box2verb14	0.02	oben	OR	1.059	1.080	–
box2verb15	0.00	unten	OF-UR	0.888	0.896	1.322
box2verb16	0.02	oben	OR	0.922	0.963	–
box2verb17	0.03	unten	N	0.446	–	–
box2verb18	0.02	oben	OR	0.675	0.717	–
box2verb19	0.04	unten	N	0.409	–	–
box2verb20	0.02	unten	N	0.416	–	–
box2verb21	0.02	oben	OR	0.434	0.447	–
box2verb22	0.01	oben	N	0.605	–	–
box2verb23	0.03	unten	OF-UR	0.413	0.472	0.680
box2verb24	0.05	oben	OR	0.508	0.555	–
box2verb25	0.05	unten	N	0.430	–	–
box2verb26	0.02	unten	OF-UR	0.274	0.274	1.080
box2verb27	0.02	oben	N	0.671	–	–
box2verb28	0.03	unten	N	0.517	–	–
box2verb29	0.03	oben	OR	0.738	0.801	–
box2verb30	0.03	unten	N	0.684	–	–
box2verb31	0.01	unten	OF-UR	0.526	0.538	1.122
box2verb32	0.04	oben	OR	0.621	0.638	–
box2verb33	0.04	oben	N	0.701	–	–
box2verb34	0.05	unten	OF	0.972	0.992	–
box2verb35	0.01	unten	–	1.498	–	–
box2verb36	0.07	oben	N	0.138	–	–
box2verb37	0.06	unten	N	0.692	–	–
box2verb38	0.04	oben	N	0.763	–	–

Tab. 58: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „P08“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.00	unten	UR-OF	0.568	0.588	0.806
box2verb11	0.00	oben	N	0.626	–	–
box2verb12	0.03	unten	N	0.684	–	–
box2verb13	0.01	unten	N	0.617	–	–
box2verb14	0.00	oben	–	0.688	–	–
box2verb15	0.00	unten	–	0.676	–	–
box2verb16	0.01	oben	UF	0.934	0.955	–
box2verb17	0.00	unten	–	0.830	–	–
box2verb18	0.01	oben	OR	0.542	0.572	–
box2verb19	0.00	unten	N	1.096	–	–
box2verb20	0.00	unten	UR	0.764	0.784	–
box2verb21	0.01	oben	N	0.692	–	–
box2verb22	0.00	oben	N	0.676	–	–
box2verb23	0.00	unten	N	0.951	–	–
box2verb24	0.01	oben	UF	0.797	0.818	–
box2verb25	0.06	unten	N	0.446	–	–
box2verb26	0.01	unten	–	0.614	–	–
box2verb27	0.02	oben	N	1.163	–	–
box2verb28	0.02	unten	N	0.726	–	–
box2verb29	0.00	oben	–	0.980	–	–
box2verb30	0.02	unten	N	0.588	–	–
box2verb31	0.00	unten	–	1.339	–	–
box2verb32	0.03	oben	N	0.476	–	–
box2verb33	0.03	oben	OR-UF	0.522	0.593	0.659
box2verb34	0.00	unten	–	0.738	–	–
box2verb35	0.01	unten	N	0.622	–	–
box2verb36	0.03	oben	N	0.655	–	–
box2verb37	0.00	unten	N	0.892	–	–
box2verb38	0.00	oben	–	0.755	–	–

Tab. 59: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „P09“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.00	unten	–	1.176	–	–
box2verb11	0.00	oben	–	0.071	–	–
box2verb12	0.02	unten	–	0.642	–	–
box2verb13	0.00	unten	N	0.017	–	–
box2verb14	0.02	oben	–	1.447	–	–
box2verb15	0.00	unten	–	1.685	–	–
box2verb16	0.00	oben	–	1.685	–	–
box2verb17	0.02	unten	–	1.284	–	–
box2verb18	0.00	oben	OR	1.539	1.551	–
box2verb19	0.03	unten	–	1.685	–	–
box2verb20	0.03	unten	OF	1.435	1.456	–
box2verb21	0.04	oben	–	1.685	–	–
box2verb22	0.01	oben	–	1.685	–	–
box2verb23	0.03	unten	–	1.685	–	–
box2verb24	0.00	oben	OR	1.126	1.146	–
box2verb25	0.02	unten	–	1.573	–	–
box2verb26	0.00	unten	–	1.398	–	–
box2verb27	0.03	oben	N	0.805	–	–
box2verb28	0.02	unten	N	1.194	–	–
box2verb29	0.00	oben	OR	1.050	1.063	–
box2verb30	0.00	unten	OF	1.248	1.268	–
box2verb31	0.03	unten	N	1.664	–	–
box2verb32	0.00	oben	–	1.172	–	–
box2verb33	0.03	oben	–	0.917	–	–
box2verb34	0.06	unten	–	1.464	–	–
box2verb35	0.00	unten	–	0.914	–	–
box2verb36	0.01	oben	–	0.759	–	–
box2verb37	0.04	unten	N	0.017	–	–
box2verb38	0.00	oben	OR	1.389	1.406	–

Tab. 60: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „P10“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.03	unten	N	0.396	–	–
box2verb11	0.06	oben	OR	0.558	0.629	–
box2verb12	0.00	unten	N	0.283	–	–
box2verb13	0.05	unten	N	0.621	–	–
box2verb14	0.03	oben	N	0.583	–	–
box2verb15	0.05	unten	N	0.309	–	–
box2verb16	0.04	oben	N	0.655	–	–
box2verb17	0.07	unten	N	0.480	–	–
box2verb18	0.07	oben	N	0.517	–	–
box2verb19	0.04	unten	N	0.218	–	–
box2verb20	0.05	unten	N	0.317	–	–
box2verb21	0.07	oben	OR	0.697	0.763	–
box2verb22	0.04	oben	N	0.392	–	–
box2verb23	0.03	unten	N	0.705	–	–
box2verb24	0.09	oben	N	0.451	–	–
box2verb25	0.04	unten	N	0.525	–	–
box2verb26	0.03	unten	N	0.480	–	–
box2verb27	0.08	oben	N	0.267	–	–
box2verb28	0.08	unten	N	0.818	–	–
box2verb29	0.05	oben	OR	0.701	0.797	–
box2verb30	0.04	unten	N	1.306	–	–
box2verb31	0.04	unten	N	1.230	–	–
box2verb32	0.04	oben	N	1.118	–	–
box2verb33	0.04	oben	N	0.654	–	–
box2verb34	0.04	unten	N	0.633	–	–
box2verb35	0.04	unten	N	0.567	–	–
box2verb36	0.06	oben	N	0.843	–	–
box2verb37	0.05	unten	N	0.568	–	–
box2verb38	0.04	oben	N	0.041	–	–

Tab. 61: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „P11“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.04	unten	OF	0.747	0.772	–
box2verb11	0.04	oben	OR	0.730	0.751	–
box2verb12	0.03	unten	OF	0.872	0.897	–
box2verb13	0.04	unten	–	1.410	–	–
box2verb14	0.00	oben	N	0.025	–	–
box2verb15	0.05	unten	N	0.053	–	–
box2verb16	0.03	oben	OR	0.888	0.909	–
box2verb17	0.03	unten	OF	0.642	0.655	–
box2verb18	0.07	oben	N	0.484	–	–
box2verb19	0.03	unten	OF	1.139	1.156	–
box2verb20	0.03	unten	OF	1.230	1.247	–
box2verb21	0.03	oben	OR	0.859	0.876	–
box2verb22	0.05	oben	N	0.501	–	–
box2verb23	0.04	unten	N	0.405	–	–
box2verb24	0.07	oben	OR	0.993	1.005	–
box2verb25	0.04	unten	OF	1.164	1.185	–
box2verb26	0.03	unten	OF	1.234	1.247	–
box2verb27	0.03	oben	OR	1.239	1.264	–
box2verb28	0.03	unten	–	1.456	–	–
box2verb29	0.05	oben	OR	1.193	1.214	–
box2verb30	0.06	unten	OF	1.014	1.030	–
box2verb31	0.04	unten	OF	1.031	1.051	–
box2verb32	0.04	oben	OR	1.205	1.230	–
box2verb33	0.06	oben	OR	1.010	1.030	–
box2verb34	0.09	unten	OF	1.072	1.101	–
box2verb35	0.06	unten	OF	1.315	1.335	–
box2verb36	0.04	oben	OR	1.088	1.118	–
box2verb37	0.05	unten	OF	1.097	1.114	–
box2verb38	0.04	oben	OR	0.946	0.968	–

Tab. 62: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „P12“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.05	unten	–	1.288	–	–
box2verb11	0.00	oben	–	1.138	–	–
box2verb12	0.03	unten	OF	0.601	0.622	–
box2verb13	0.04	unten	N	0.447	–	–
box2verb14	0.02	oben	OR	0.893	0.913	–
box2verb15	0.03	unten	OF	0.430	0.488	–
box2verb16	0.19	oben	IF	–	–	–
box2verb17	0.02	unten	OF	1.322	1.334	–
box2verb18	0.02	oben	OR	0.943	0.964	–
box2verb19	0.07	unten	OF	0.684	0.697	–
box2verb20	0.00	unten	OF	0.822	0.843	–
box2verb21	0.02	oben	OR	0.797	0.817	–
box2verb22	0.06	oben	OR	0.984	1.005	–
box2verb23	0.03	unten	OF	0.939	0.951	–
box2verb24	0.03	oben	–	1.205	–	–
box2verb25	0.22	unten	–	0.317	–	–
box2verb26	0.00	unten	–	1.372	–	–
box2verb27	0.00	oben	–	1.247	–	–
box2verb28	0.00	unten	N	0.142	–	–
box2verb29	0.03	oben	OR	1.310	1.323	–
box2verb30	0.02	unten	OF	1.193	1.205	–
box2verb31	0.00	unten	OF	0.980	0.993	–
box2verb32	0.02	oben	–	0.846	–	–
box2verb33	0.00	oben	OR	0.738	0.751	–
box2verb34	0.04	unten	N	0.534	–	–
box2verb35	0.02	unten	–	0.579	–	–
box2verb36	0.05	oben	N	0.509	–	–
box2verb37	0.00	unten	OF	1.005	1.017	–
box2verb38	0.02	oben	OR	0.471	0.484	–

Tab. 63: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*nadja*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.00	unten	–	0.884	–	–
box2verb11	0.04	oben	–	1.495	–	–
box2verb12	0.00	unten	–	1.447	–	–
box2verb13	0.00	unten	–	1.493	–	–
box2verb14	0.04	oben	–	1.464	–	–
box2verb15	0.00	unten	–	1.319	–	–
box2verb16	0.00	oben	OR-I	1.213	1.229	1.655
box2verb17	0.10	unten	OF	0.225	0.251	–
box2verb18	0.07	oben	IF	–	–	–
box2verb19	0.08	unten	N	0.450	–	–
box2verb20	0.04	unten	OF	1.060	1.072	–
box2verb21	0.03	oben	OR	0.626	0.688	–
box2verb22	0.11	oben	OR-I	0.088	0.100	1.214
box2verb23	0.02	unten	OF	0.497	0.517	–
box2verb24	0.01	oben	–	1.668	–	–
box2verb25	0.06	unten	OF	0.888	0.901	–
box2verb26	0.02	unten	OF	1.318	1.339	–
box2verb27	0.10	oben	OR	1.030	1.055	–
box2verb28	0.00	unten	–	1.393	–	–
box2verb29	0.10	oben	–	1.686	–	–
box2verb30	0.05	unten	–	1.685	–	–
box2verb31	0.00	unten	OF	1.568	1.568	–
box2verb32	0.04	oben	–	0.727	–	–
box2verb33	0.10	oben	–	1.418	–	–
box2verb34	0.00	unten	–	1.059	–	–
box2verb35	0.05	unten	–	1.247	–	–
box2verb36	0.00	oben	OR	0.763	0.784	–
box2verb37	0.00	unten	–	1.394	–	–
box2verb38	0.05	oben	OR	1.555	1.572	–

Tab. 64: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*proband4*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
box2verb10	0.09	unten	OF	0.771	0.784	–
box2verb11	0.07	oben	OR	0.772	0.780	–
box2verb12	0.07	unten	OF-I	0.425	0.454	0.780
box2verb13	0.04	unten	N	0.550	–	–
box2verb14	0.11	oben	OR	0.655	0.663	–
box2verb15	0.03	unten	OF-UR	0.709	0.726	1.206
box2verb16	0.06	oben	OR	1.130	1.151	–
box2verb17	0.16	unten	OF-I	0.056	0.063	0.534
box2verb18	0.10	oben	OR	0.480	0.497	–
box2verb19	0.05	unten	OF	0.938	0.955	–
box2verb20	0.07	unten	OF-UR	0.580	0.601	0.859
box2verb21	0.06	oben	OR	0.484	0.504	–
box2verb22	0.11	oben	OR	0.680	0.701	–
box2verb23	0.15	unten	N	0.442	–	–
box2verb24	0.09	oben	OR	0.814	0.826	–
box2verb25	0.08	unten	OF-UR	0.872	0.885	1.218
box2verb26	0.08	unten	OF-UR	0.642	0.659	0.917
box2verb27	0.05	oben	OR	0.500	0.513	–
box2verb28	0.22	unten	N	0.476	–	–
box2verb29	0.07	oben	OR-UF	0.480	0.496	0.997
box2verb30	0.10	unten	–	1.685	–	–
box2verb31	0.06	unten	OF	0.709	0.718	–
box2verb32	0.18	oben	OR	0.905	0.930	–
box2verb33	0.10	oben	OR	0.663	0.680	–
box2verb34	0.13	unten	OF-UR	0.738	0.755	0.905
box2verb35	0.09	unten	OF-UR	0.763	0.772	1.326
box2verb36	0.10	oben	OR	1.160	1.160	–
box2verb37	0.12	unten	N	1.026	–	–
box2verb38	0.08	oben	UF-OR	1.323	1.389	1.468

Tab. 65: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*pronband3*“.

D. Experimentell erhobene L2-Daten Teil II

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.16	oben	–	0.868	–	–
verb11	0.04	unten	–	1.496	–	–
verb12	0.17	oben	OR	1.334	1.350	–
verb13	0.04	oben	–	1.487	–	–
verb14	0.08	oben	–	1.354	–	–
verb15	0.05	unten	UR	1.192	1.209	–
verb16	0.13	unten	N	1.125	–	–
verb17	0.21	oben	OR	1.085	1.101	–
verb18	0.28	oben	–	1.362	–	–
verb19	0.22	oben	OR	0.818	0.835	–
verb20	0.06	unten	UR	1.217	1.233	–
verb21	0.05	unten	–	1.494	–	–
verb22	0.14	oben	OR-I	1.133	1.150	1.341
verb23	0.15	unten	–	1.495	–	–
verb24	0.09	oben	–	1.362	–	–
verb25	0.11	unten	–	1.495	–	–
verb26	0.19	oben	–	1.496	–	–
verb27	0.32	unten	UR	1.192	1.209	–
verb28	0.55	oben	N	0.037	–	–
verb29	0.13	oben	OR	1.047	1.064	–
verb30	0.33	unten	N	0.976	–	–
verb31	0.09	unten	–	1.496	–	–
verb32	0.16	oben	–	1.259	–	–
verb33	0.13	oben	–	1.437	–	–
verb34	0.05	unten	–	1.233	–	–
verb35	0.20	oben	–	1.495	–	–
verb36	0.26	unten	UR	1.126	1.143	–
verb37	0.08	unten	OF	1.009	1.017	–
verb38	0.60	unten	–	0.760	–	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 66: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp02_boxrusRUS*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.00	oben	–	1.200	–	–
verb11	0.04	unten	–	1.159	–	–
verb12	0.04	oben	–	1.125	–	–
verb13	0.00	oben	–	1.108	–	–
verb14	0.00	oben	–	1.133	–	–
verb15	0.04	unten	–	1.224	–	–
verb16	0.00	unten	OF	0.681	0.698	–
verb17	0.03	oben	OR	1.154	1.171	–
verb18	0.04	oben	OR	0.822	0.839	–
verb19	0.00	oben	–	1.232	–	–
verb20	0.00	unten	–	1.200	–	–
verb21	0.03	unten	OF	0.864	0.872	–
verb22	0.03	oben	N	0.046	–	–
verb23	0.05	unten	–	1.224	–	–
verb24	0.02	oben	–	1.117	–	–
verb25	0.04	unten	–	1.241	–	–
verb26	0.03	oben	–	1.233	–	–
verb27	0.04	unten	OF	0.938	1.017	–
verb28	0.00	oben	OR	1.137	1.154	–
verb29	0.00	oben	OR	1.021	1.037	–
verb30	0.00	unten	–	1.225	–	–
verb31	0.00	unten	–	1.209	–	–
verb32	0.05	oben	–	1.121	–	–
verb33	0.00	oben	OR	1.079	1.096	–
verb34	0.04	unten	–	0.917	–	–
verb35	0.03	oben	OR	1.030	1.084	–
verb36	0.00	unten	N	1.096	–	–
verb37	0.00	unten	–	1.241	–	–
verb38	0.00	unten	UR	1.266	1.282	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 67: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp05_boxrusRUS*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.00	oben	N	0.499	–	–
verb11	0.00	unten	–	0.930	–	–
verb12	0.00	oben	N	1.163	–	–
verb13	0.00	oben	–	0.599	–	–
verb14	0.00	oben	UF-OR	0.515	0.540	1.064
verb15	0.00	unten	OF	0.772	0.789	–
verb16	0.00	unten	OF-UR	0.564	0.581	1.138
verb17	0.00	oben	–	0.614	–	–
verb18	0.00	oben	OR	0.615	0.631	–
verb19	0.04	oben	UF	1.093	1.109	–
verb20	0.00	unten	OF	0.723	0.740	–
verb21	0.04	unten	N	0.731	–	–
verb22	0.38	oben	OR-I	0.357	0.390	0.884
verb23	0.02	unten	IF	–	–	–
verb24	0.00	oben	–	1.159	–	–
verb25	0.00	unten	UR	0.614	0.631	–
verb26	0.00	oben	N	0.565	–	–
verb27	0.00	unten	UR	0.665	0.681	–
verb28	0.00	oben	OR	0.930	0.947	–
verb29	0.00	oben	OR	0.657	0.673	–
verb30	0.03	unten	–	1.168	–	–
verb31	0.00	unten	UR	0.590	0.614	–
verb32	0.00	oben	N	0.440	–	–
verb33	0.00	oben	–	1.075	–	–
verb34	0.42	unten	–	1.125	–	–
verb35	0.90	oben	IF	–	–	–
verb36	0.00	unten	–	0.104	–	–
verb37	0.00	unten	–	1.201	–	–
verb38	0.00	unten	UR	0.548	0.574	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 68: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp09_boxrusRUS*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.09	oben	N	0.619	–	–
verb11	0.00	unten	OF	1.046	1.063	–
verb12	0.04	oben	OR-UF	0.648	0.664	0.971
verb13	0.06	oben	N	0.556	–	–
verb14	0.03	oben	OR	0.751	0.759	–
verb15	0.05	unten	N	0.706	–	–
verb16	0.03	unten	N	0.524	–	–
verb17	0.06	oben	OR	1.374	1.391	–
verb18	0.03	oben	OR	0.810	0.827	–
verb19	0.11	oben	OR	0.760	0.776	–
verb20	0.08	unten	UR	1.050	1.067	–
verb21	0.00	unten	–	1.283	–	–
verb22	0.09	oben	OR	0.585	0.602	–
verb23	0.12	unten	N	0.532	–	–
verb24	0.00	oben	UF-OR	0.718	0.735	0.975
verb25	0.05	unten	N	0.544	–	–
verb26	0.06	oben	–	1.159	–	–
verb27	0.09	unten	UR-I	0.835	0.852	1.092
verb28	0.00	oben	OR	0.652	0.668	–
verb29	0.04	oben	OR	1.117	1.142	–
verb30	0.04	unten	OF	0.693	0.710	–
verb31	0.02	unten	N	0.585	–	–
verb32	0.08	oben	UF-OR	0.714	0.723	1.005
verb33	0.00	oben	UF-OR	1.108	1.125	1.391
verb34	0.01	unten	UR-OF	0.942	0.959	1.233
verb35	0.07	oben	OR	0.863	0.881	–
verb36	0.04	unten	N	0.581	–	–
verb37	0.06	unten	UR-I	0.739	0.756	1.005
verb38	0.00	unten	UR	0.764	0.780	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 69: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp10_boxrusRUS*“.

Stimulus	NG	Richtige Position	Sakkaden Verlauf	Inf.	1.Sak.	2.Sak.
verb10	0.00	oben	–	1.208	–	–
verb11	0.00	unten	–	1.366	–	–
verb12	0.00	oben	OR	0.781	0.798	–
verb13	0.00	oben	OR	0.553	0.561	–
verb14	0.00	oben	OR	0.689	0.706	–
verb15	0.00	unten	UR	0.881	0.897	–
verb16	0.00	unten	OF	1.088	1.105	–
verb17	0.06	oben	OR	0.909	0.926	–
verb18	0.00	oben	OR	1.005	1.022	–
verb19	0.00	oben	N	1.047	–	–
verb20	0.00	unten	OF	1.279	1.296	–
verb21	0.00	unten	OF	0.789	0.806	–
verb22	0.00	oben	–	1.018	–	–
verb23	0.05	unten	OF	0.656	0.672	–
verb24	0.00	oben	–	1.457	–	–
verb25	0.00	unten	OF-UR	0.606	0.614	0.939
verb26	0.00	oben	OR	1.034	1.050	–
verb27	0.00	unten	N	0.980	–	–
verb28	0.06	oben	OR	0.689	0.698	–
verb29	0.29	oben	N	0.664	–	–
verb30	0.00	unten	N	1.146	–	–
verb31	0.00	unten	OF	1.088	1.096	–
verb32	0.00	oben	OR	0.544	0.561	–
verb33	0.00	oben	OR-UF	0.727	0.743	1.258
verb34	0.00	unten	OF-UR	0.856	0.872	1.105
verb35	0.00	oben	OR-I	0.993	1.009	1.408
verb36	0.00	unten	OF-UR	0.805	0.822	1.245
verb37	0.00	unten	OF-I	0.486	0.503	0.868
verb38	0.06	unten	UR	1.138	1.150	–
verb39	–	unten	E	–	–	–

Tab. 70: Die ausgewerteten Stimuli des Probanden „*vp17_boxrusRUS*“.

Literatur

- [06] *DUDEN – Die Grammatik*. Duden Verlag Mannheim, 2006.
- [Abu08] Abutalebi, J., *Neural aspects of second language representation and language control*. *Acta Psychologica* **128** (2008), 466–478.
- [ACD90] Alexander, G. E., Crutcher, M. D. und DeLong, M. R., *Basal ganglia-thalamocortical circuits: parallel substrates for motor, oculomotor, “prefrontal” and “limbic” functions*. *Progress in Brain Research* **85** (1990), 119–146.
- [AG07] Abutalebi, J. und Green, D., *Bilingual language production: The neurocognition of language representation and control*. *Journal of Neurolinguistics* **20** (2007), 242–275.
- [AG99] Alegre, M. und Gordon, P., *Frequency Effects and the Representational Status of Regular Inflections*. *Journal of Memory and Language* **40** (1999), 41–61.
- [Amu+99] Amunts, K. et al., *Broca’s region revisited: Cytoarchitecture and intersubject variability*. *The Journal of Comparative Neurology* **412** (1999), 319–341.
- [And+04] Anderson, M. et al., *Neural systems underlying the suppression of unwanted memories*. *Science* **303** (2004), 232–235.
- [And07] Anderson, J. R., *Kognitive Psychologie*. 6. Aufl. Spektrum, Akademischer Verlag, 2007.
- [And76] Anderson, J. R., *Language Memory Thought*. Routledge, 1976.
- [And80] Anderson, J. R., *Cognitive psychology and its implications*. Freeman, 1980.
- [And83] Anderson, J. R., *The architecture of cognition*. Cognitive Science Series 5. Harvard University Press, 1983.
- [And92] Anderson, S., *A-Morphous Morphology*. Cambridge University Press, 1992.
- [Aro80] Aronoff, M., *The relevance of productivity in a synchronic description of word formation*. In: *Historical Morphology*. Hrsg. von Fisiak, J. **17**. De Gruyter Mouton, 1980, 71–82.
- [AS45] Avanesov, R. und Sidorov, V., *Ocherk grammatiki russkogo literaturnogo jasyka*. Uchpedgiz. 1945.
- [AS68] Atkinson, R. und Shiffrin, R., *Human memory: a proposed system and its control processes*. In: *The psychology of learning and motivation*. Hrsg. von Spence, K. und Spence, J. Academic Press, 1968, 90–191.
- [AZ07] Amunts, K. und Zilles, K., *Funktionelle Neuroanatomie*. In: *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie*. Hrsg. von Schneider, F. und Fink, G. R. Springer, 2007, 9–59.

- [Baa05] Baayen, R., *Data mining at the intersection of psychology and linguistics*. In: Erlbaum, 2005.
- [Baa96] Baayen, R. H., *The effects of lexical specialization on the growth curve of the vocabulary*. *Comput. Linguist.* **22** (1996), 455–480.
- [Bab+12] Babcock, L. et al., *The storage and composition of inflected forms in adult-learned second language: A study of the influence of length of residence, age of arrival, sex, and other factors*. *Bilingualism: Language and Cognition* **15** (2012), 820–840.
- [Bad+91] Baddeley, A. D. et al., *The Decline of Working Memory in Alzheimer's Disease a Longitudinal Study*. *Brain* **114** (1991), 2521–2542.
- [Bai+06] Bailey, D. L. et al., *Positron Emission Tomography: Basic Sciences*. Springer, 2006.
- [Bal94] Balota, D. A., *Visual word recognition: the journey from features to meaning*. In: *The Oxford Handbook of Psycholinguistics*. Hrsg. von Gernsbacher, M. A. Oxford University Press, 1994, 303–348.
- [Bar03] Barsalou, L. W., *Abstraction in perceptual symbol systems*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **358** (2003), 1177–1187.
- [Bau01] Bauer, L., *Morphological productivity*. Cambridge University Press, 2001.
- [BBS88] Bates, E., Bretherton, I. und Snyder, L., *From first words to grammar*. Cambridge University Press, 1988, 300–317.
- [BDS97] Baayen, R., Dijkstra, T. und Schreuder, R., *Singulars and Plurals in Dutch: Evidence for a Parallel Dual-Route Model*. *Journal of Memory and Language* **37** (1997), 94–117.
- [Bea87] Beard, R., *Morpheme order in a lexeme/morpheme-based morphology*. *Lingua* **72** (1987), 1–44.
- [Bea95] Beard, R., *Lexeme-morpheme base morphology: a general theory of inflection and word formation*. State University of New York Press, 1995.
- [Bec89] Becker, W., *The neurobiology of saccadic eye movements. Metrics*. *Reviews of oculomotor research* **3** (1989), 13–67.
- [Ber+03] Beretta, A. et al., *An ER-fMRI investigation of morphological inflection in German reveals that the brain makes a distinction between regular and irregular forms*. *Brain and Language* **85** (2003), 67–92.
- [Ber58] Berko, J., *The child's learning of English morphology*. *Word* **14** (1958), 150–177.

- [BF78] Bialystok, E. und Fröhlich, M., *Variables of Classroom Achievement in Second Language Learning*. *The Modern Language Journal* **62** (1978), 327–336.
- [BH74] Baddeley, A. D. und Hitch, G., *Working memory*. In: *The psychology of learning and motivation*. Hrsg. von Bower, G. **8**. Academic Press, 1974, 47–87.
- [Bir99] Birdsong, D., *Second Language Acquisition and the Critical Period Hypothesis*. 1999.
- [BK08] Becker, A. und Klein, W., *Recht verstehen: Wie Laien, Juristen und Versicherungsagenten die „Riester-Rente“ interpretieren*. Akademie Verlag, 2008.
- [BM05] Boudelaa, S. und Marslen-Wilson, W., *Discontinuous morphology in time: Incremental masked priming in Arabic*. *Language and Cognitive Processes* **20** (2005), 207–260.
- [BM83] Bybee, J. L. und Moder, C. L., *Morphological classes as natural categories*. *Language* **59** (1983), 251–270.
- [BM87] Bates, E. und MacWhinney, B., *Competition, Variation, and Language Learning*. In: *Mechanisms of Language Acquisition: The 20th Annual Carnegie Mellon Symposium on Cognition*. Hrsg. von MacWhinney, B. Routledge, 1987, 157.
- [BM88] Brown, R. und Marsden, C., *Internal Versus External Cues and the Control of Attention in Parkinson's Disease*. *Brain* **111** (1988), 323–345.
- [Böt08] Böttger, K., *Die häufigsten Fehler russischer Deutschlerner: Ein Handbuch für Lehrende*. 1. Aufl. Waxmann, 2008.
- [Bow+10] Bowden, H. W. et al., *Verbal Inflectional Morphology in L1 and L2 Spanish: A Frequency Effects Study Examining Storage Versus Composition*. *Language Learning* **60** (2010), 44–87.
- [BS08] Bornkessel-Schlesewsky, I. und Schlesewsky, M., *An alternative perspective on “semantic P600” effects in language comprehension*. *Brain Research Reviews* **59** (2008), 55–73.
- [BS82] Bybee, J. L. und Slobin, D. I., *Rules and Schemas in the Development and Use of the English Past Tense*. *Language* **58** (1982), 265–289.
- [Bur02] Burzio, L., *Missing players: Phonology and the past-tense debate*. *Lingua* **112** (2002), 157–199.
- [Byb95] Bybee, J. L., *Regular morphology and the lexicon*. *Language and Cognitive Processes* **10** (1995), 425–455.

- [Cat95] Cattell, J. M., *Über die Zeit der Erkennung und Benennung von Schriftzeichen, Bilder und Farben*. Philosophische Studien **2** (1895), 635–650.
- [Caz68] Cazden, C., *The Acquisition of Noun and Verb Inflections*. Child Development **39** (1968), 433–448.
- [CC97] Chialant, D. und Caramazza, A., *Identity and similarity factors in repetition blindness: implications for lexical processing*. Cognition **63** (1997), 79–119.
- [CES97] Clahsen, H., Eisenbeiss, S. und Sonnenstuhl-Henning, I., *Morphological structure and the processing of inflected words*. Theoretical Linguistics **23** (1997), 201–250.
- [CF06a] Clahsen, H. und Felser, C., *Grammatical Processing in Language Learners*. Applied Psycholinguistics **27** (2006), 3–42.
- [CF06b] Clahsen, H. und Felser, C., *How native-like is non-native language processing?* Trends in Cognitive Sciences **10** (2006), 564–570.
- [Cho57] Chomsky, N., *Syntactic Structures*. Mouton, The Hague, 1957.
- [Cho80] Chomsky, N., *Rules and representations*. Columbia University Press, 1980.
- [Cho95] Chomsky, N., *The minimalist program*. MIT Press, 1995.
- [Chu00] Chun, M. M., *Contextual cueing of visual attention*. Trends in Cognitive Sciences **4** (2000), 170–178.
- [Cla+01] Clahsen, H. et al., *The Mental Representation of Inflected Words: An Experimental Study of Adjectives and Verbs in German*. Language **77** (2001), 510–543.
- [Cla+02] Clahsen, H. et al., *Strong Stems in the German Mental Lexicon: Evidence from Child Language Acquisition and Adult Processing*. In: *More than Words. A Festschrift for Dieter Wunderlich*. 2002.
- [Cla+10] Clahsen, H. et al., *Morphological Structure in Native and Nonnative Language Processing*. Language Learning **60** (2010), 21–43.
- [Cla+92] Clahsen, H. et al., *Regular and irregular inflection in the acquisition of German noun plurals*. Cognition **45** (1992), 225–255.
- [Cla99] Clahsen, H., *Lexical Entries and Rules of Language: A Multidisciplinary Study of German Inflection*. Behavioral and Brain Sciences **22** (1999), 991–1013.
- [CLR88] Caramazza, A., Laudanna, A. und Romani, C., *Lexical access and inflectional morphology*. Cognition **28** (1988), 297–332.
- [Col78] Coltheart, M., *Lexical access in simple reading tasks*. In: *Strategies of Information Processing*. Hrsg. von Underwood, G. Academic Press, 1978, 151–216.

- [Cor+06] Cortese, M. J. et al., *Consistency and regularity in past-tense verb generation in healthy ageing, Alzheimer's disease, and semantic dementia*. *Cognitive neuropsychology* **23** (2006), 856–876.
- [CS80] Cohen, N. und Squire, L., *Preserved learning and retention of pattern-analyzing skill in amnesia: dissociation of knowing how and knowing that*. *Science* **210** (1980), 207–210.
- [Cut+89] Cutler, A. et al., *Limits on bilingualism*. *Nature* **340** (1989), 229–230.
- [Dah85] Dahl, Ö., *Tense and Aspect Systems*. John Wiley & Sons, Limited, 1985.
- [DeK00] DeKeyser, R. M., *The Robustness of Critical Period Effects in Second Language Acquisition*. *Studies in Second Language Acquisition* **22** (2000), 499–533.
- [DeK05] DeKeyser, R. M., *What Makes Learning Second-Language Grammar Difficult? A Review of Issues*. *Language Learning* **55** (2005), 1–25.
- [Des+06] Desai, R. et al., *fMRI of Past Tense Processing: The Effects of Phonological Complexity and Task Difficulty*. *Journal of Cognitive Neuroscience* **18** (2006), 278–297.
- [Deu+03] Deutsch, A. et al., *Early morphological effects in reading: evidence from parafoveal preview benefit in Hebrew*. *Psychonomic bulletin & review* **10** (2003), 415–422.
- [Dho+03] Dhond, R. P. et al., *Spatiotemporal maps of past-tense verb inflection*. *NeuroImage* **19** (2003), 91–100.
- [Dic00] Dickey, S. M., *Parameters of Slavic Aspect: A Cognitive Approach*. CLSI Publications, 2000.
- [Die02] Dietrich, R., *Psycholinguistik*. 2. Aufl. Verlag J. B. Metzler, 2002.
- [Die06] Dietrich, R., *Second Language Acquisition in the 20th century*. In: *History of the Language Sciences*. Hrsg. von Auroux, S. de Gruyter, 2006, 2705–2728.
- [DS94] Daugherty, K. G. und Seidenberg, M. S., *Beyond rules and exceptions: A connectionist approach to inflectional morphology*. In: *The reality of linguistic rules*. Hrsg. von Lima, S. D., Corrigan, R. und Iverson, G. K. 1994, 353–388.
- [Duc07] Duchowski, A. T., *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*. Springer, 2007.
- [Dur75] Durrell, M., *Reduplication and Ablaut in the Germanic Strong Verb*. *German Life and Letters* **29** (1975), 48–59.
- [DW87] Di Sciullo, A. und Williams, E., *On the definition of word*. Linguistic inquiry 14. MIT Press, 1987.

- [EC04] Eichenbaum, H. und Cohen, N., *From conditioning to conscious recollection: memory systems of the brain*. Oxford University Press, 2004.
- [Ego08] Egorova, T., *Sovremennyj russkij jazyk: Morfemika, Slovoobrasovanie*. Gorno-Altajskij Gosudarstvennyj Universitet, 2008.
- [Eic00] Eichenbaum, H., *A cortical-hippocampal system for declarative memory*. Nature Reviews Neuroscience **1** (2000), 41–50.
- [Eis94] Eisenberg, P., *Grundriß der deutschen Grammatik*. Metzler, 1994.
- [Ell02] Ellis, N., *Frequency Effects in Language Processing: A Review with Implications for Theories of Implicit and Explicit Language Acquisition*. Studies in Second Language Acquisition **24** (2002), 143–88.
- [Ell05] Ellis, R., *Principles of instructed language learning*. System **33** (2005), 209–224.
- [Ell85] Ellis, A. W., *The production of spoken words: a cognitive neuropsychological perspective*. Progress in the Psychology of Language (1985). Hrsg. von Hillsdale, N. J., 107–145.
- [Ell94] Ellis, R., *The Study of Second Language Acquisition*. Oxford University Press, 1994.
- [Elm+97] Elman, J. L. et al., *Rethinking Innateness: A Connectionist Perspective on Development*. MIT Press, 1997.
- [EM02] Ellis, A. W. und Monaghan, J., *Reply to Strain, Patterson, and Seidenberg*. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition **28** (2002), 215–220.
- [Fab99] Fabbro, F., *Neurolinguistics of Bilingualism: An Introduction*. Psychology Press, 1999.
- [FBG89] Funahashi, S., Bruce, C. J. und Goldman-Rakic, P. S., *Mnemonic coding of visual space in the monkey's dorsolateral prefrontal cortex*. Journal of Neurophysiology **61** (1989), 331–349.
- [FBK02] Feldman, L., Barac-Cikoja, D. und Kostić, A., *Semantic aspects of morphological processing: Transparency effects in Serbian*. Memory & Cognition **30** (2002), 629–636.
- [FFD97] Frost, R., Forster, K. und Deutsch, A., *What can we learn from the morphology of Hebrew? A masked-priming investigation of morphological representation*. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition **23** (1997), 829–856.

- [FG00] Frost, R. und Grainger, J., *Cross-linguistic perspectives on morphological processing: An introduction*. *Language and Cognitive Processes* **15** (2000), 321–328.
- [FHC98] Friederici, A. D., Hahne, A. und Cramon, D. Y. von, *First-pass versus second-pass parsing processes in a Wernicke's and a Broca's aphasic: electrophysiological evidence for a double dissociation*. *Brain and language* **62** (1998), 311–341.
- [Fie+02] Fiebach, C. et al., *fMRI Evidence for Dual Routes to the Mental Lexicon in Visual Word Recognition*. *Journal of Cognitive Neuroscience* **14** (2002), 11–23.
- [Fie+99] Fiez, J. A. et al., *Effects of Lexicality, Frequency, and Spelling-to-Sound Consistency on the Functional Anatomy of Reading*. *Neuron* **24** (1999), 205–218.
- [FK86] Faerch, C. und Kasper, G., *One-learner two languages: Investigating types of interlanguage knowledge*. In: *Interlingual and Intercultural Communication*. Hrsg. von House, J. und Blum-Kulka, S. Gunter Narr. 1986.
- [Flo97] Floraian-Hansen, I., *Learning Awareness als Teil von Language Awareness*. In: *Fremdsprachen Lehren und Lernen*. Hrsg. von Edmondson, W. J. und House, J. Gunter Narr Verlag, 1997, 144–160.
- [FMH03] Forster, K., Mohan, K. und Hector, J., *The Mechanics of Masked Priming 1*. In: 2003, 3–38.
- [Fod83] Fodor, J. A., *The Modularity of Mind: An Essay on Faculty Psychology*. MIT Press, 1983.
- [For70] Forsyth, J., *A Grammar of Aspect: Usage and Meaning in the Russian Verb*. Cambridge University Press, 1970.
- [Fri02] Friederici, A., *Towards a neural basis of auditory sentence processing*. *Trends in Cognitive Sciences* **6** (2002), 78–84.
- [FS92] Frauenfelder, U. H. und Schreuder, R., *Constraining psycholinguistic models of morphological processing and representation: The role of productivity*. In: *Yearbook of Morphology*. Hrsg. von Booij, G. und Marle, J. v. Springer Netherlands, 1992, 165–183.
- [FSP02] Friederici, A., Steinhauer, K. und Pfeifer, E., *Brain signatures of artificial language processing: Evidence challenging the critical period hypothesis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **99** (2002), 529–534.
- [FT07] Faroqi-Shah, Y. und Thompson, C. K., *Verb inflections in agrammatic aphasia: Encoding of tense features*. *Journal of Memory and Language* **56** (2007), 129–151.

- [FZ08] Fischer, M. und Zwaan, R., *Embodied language: a review of the role of the motor system in language comprehension*. Quarterly Journal of Experimental Psychology **61** (2008), 825–850.
- [Gab93] Gabrieli, E., *Intact acquisition and long-term retention of mirror-tracing skill in Alzheimer's disease and in global amnesia*. Behavioral Neuroscience **107** (1993), 899–910.
- [Gay+98] Gaymard, B. et al., *Cortical control of saccades*. Experimental Brain Research **123** (1998), 159–163.
- [GFS89] Graetz, P., Friederici, A. D. und Schriefers, H., *Das Erkennen flektierter Wörter bei Aphasie*. In: *Experimentelle Studien zur deutschen Flexionsmorphologie*. Hrsg. von Günther, H. Buske Verlag, 1989.
- [GG01] Giraudo, H. und Grainger, J., *Priming complex words: Evidence for supra-lexical representation of morphology*. Psychonomic Bulletin and Review **8** (2001), 127–131.
- [Goo93] Goodglass, H., *Understanding aphasia*. **12**. Foundations of Neuropsychology. Academic Press, 1993.
- [GPD98] Gabrieli, J. D. E., Poldrack, R. A. und Desmond, J. E., *The role of left prefrontal cortex in language and memory*. Proceedings of the National Academy of Sciences **95** (1998), 906–913.
- [Gra95] Graybiel, A. M., *Building action repertoires: memory and learning functions of the basal ganglia*. Current Opinion in Neurobiology **5** (1995), 733–741.
- [Gün89] Günther, H., *Experimentelle Morphologieforschung*. In: *Experimentelle Studien zur deutschen Flexionsmorphologie*. Buske Verlag, 1989, 9–27.
- [Hah01] Hahne, A., *What's different in second-language processing? Evidence from event-related brain potentials*. Journal of Psycholinguistic Research **30** (2001), 251–266.
- [Han89] Hankamer, J., *Morphological parsing and the lexicon*. In: MIT Press, 1989, 392–408.
- [Hay01] Hay, J., *Lexical frequency in morphology: is everything relative?* Linguistics **39** (2001), 1041–1070.
- [HB01] Helbig, G. und Buscha, J., *Leitfaden der deutschen Grammatik*. 2. Aufl. Langenscheidt, 2001.
- [HB07] Helbig, G. und Buscha, J., *Deutsche Grammatik: Ein Handbuch für den Ausländerunterricht*. Langenscheidt, 2007.
- [Hei81] Heidolph, K. E., Hrsg., *Grundzüge einer deutschen Grammatik*. Akademie Verlag, 1981.

- [Hen65] Henzen, W., *Deutsche Wortbildung*. 3. Aufl. Sammlung kurzer Grammatiken germanischer Dialekte 5. Niemeyer, 1965.
- [Hen85] Henderson, E., *Teaching spelling*. Houghton Mifflin, 1985.
- [HF01] Hahne, A. und Friederici, A. D., *Processing a second language: late learners' comprehension mechanisms as revealed by event-related brain potentials*. *Bilingualism: Language and Cognition* **4** (2001), 123–141.
- [Hil+02] Hillis, A. E. et al., *Subcortical aphasia and neglect in acute stroke: the role of cortical hypoperfusion*. *Brain* **125** (2002).
- [HM85] Halle, M. und Mohanan, K. P., *Segmental Phonology of Modern English*. *Linguistic Inquiry* **16** (1985), 57–116.
- [HM93] Halle, M. und Marantz, A., *Distributed morphology and the pieces of inflection*. In: *The View From Building 20: Essays in Linguistics in Honor of Sylvain Bromberger*. Hrsg. von Hale, K. und Keyser, S. J. MIT Press, 1993, 111–176.
- [HMC03] Hahne, A., Müller, J. und Clahsen, H., *Regular-irregular dissociations in L2 acquisition of English morphology*. (2003).
- [HMC06] Hahne, A., Mueller, J. L. und Clahsen, H., *Morphological Processing in a Second Language: Behavioral and Event-related Brain Potential Evidence for Storage and Decomposition*. *Journal of Cognitive Neuroscience* **18** (2006), 121–134.
- [Höh12] Höhle, B., *Psycholinguistik*. de Gruyter, 2012.
- [Hum36] Humboldt, C. W. F., *Über die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues und ihren Einfluss auf die geistige Entwicklung des Menschengeschlechts*. Koenigliche Akaemie der Wissenschaften, 1836.
- [HV09] Hentschel, E. und Vogel, P. M., *Deutsche Morphologie*. de Gruyter, 2009.
- [IK11] Ibbotson, M. und Kregelberg, B., *Visual perception and saccadic eye movements*. *Current Opinion in Neurobiology* **21** (2011), 553–558.
- [IL04] Indefrey, P. und Levelt, W., *The spatial and temporal signatures of word production components*. *Cognition* **92** (2004), 101–144.
- [Ind02] Indefrey, P., *Listen und Regeln: Erwerb und Repräsentation der schwachen Substantivdeklinatation des Deutschen*. 2002.
- [Ind97] Indefrey, P., *Pet research on language production*. *International Journal of Psychophysiology* **25** (1997), 81.
- [Isa82] Isacenko, A., *Die russische Sprache der Gegenwart*. 4. Aufl. Hueber, 1982.
- [Jac02] Jackendoff, R., *Foundations of language: brain, meaning, grammar, evolution*. Oxford University Press, 2002.

- [Jae+96] Jaeger, J. J. et al., *A Positron Emission Tomographic Study of Regular and Irregular Verb Morphology in English*. *Language* **72** (1996), 451–497.
- [Jak71] Jakobson, R., *Word and Language*. de Gruyter, 1971.
- [Jam18] James, W., *The principles of psychology*. Macmillan, 1918.
- [Jar67] Jarbus, A., *Eye movements and vision*. Plenum Press, 1967.
- [JC80] Just, M. A. und Carpenter, P. A., *A theory of reading: from eye fixations to comprehension*. *Psychological Review* **87** (1980), 329–354.
- [Jes24] Jespersen, O., *The philosophy of grammar*. George Allen & Unwin, 1924.
- [Joh96] Johnson, K., *Language Teaching and Skill Learning*. Wiley, 1996.
- [Jor98] Jordens, P., *Defaultformen des Präteritums. Zum Erwerb der Vergangenheitsmorphologie im Niederländischen*. In: *Eine zweite Sprache lernen: empirische Untersuchungen zum Zweitspracherwerb*. Gunter Narr Verlag, 1998, 61–88.
- [Jos+08] Joseph, L. et al., *Where and when does a ring start and end? Testing the ring-species hypothesis in a species complex of Australian parrots*. *Proceedings of the Royal Society* **275** (2008), 2431–2440.
- [JRV03] Joos, M., Rötting, M. und Velichkovsky, B., *Bewegungen des menschlichen Auges: Fakten, Methoden und innovative Anwendungen*. In: *Handbuch der Psycholinguistik*. Hrsg. von Herrmann, T., Deutsch, S. und Rickheit, G. 2003, 142–168.
- [JS05] Joanisse, M. F. und Seidenberg, M. S., *Imaging the past: neural activation in frontal and temporal regions during regular and irregular past-tense processing*. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* **5** (2005), 282–296.
- [JS99] Joanisse, M. F. und Seidenberg, M. S., *Impairments in verb morphology after brain injury: A connectionist model*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **96** (1999), 7592–7597.
- [KA04] Kamide, Y. und Altmann, G., *Now you see it, now you don't: mediating the mapping between language and the visual world*. In: 2004, 347–386.
- [Kat+10] Katyal, S. et al., *Topography of covert visual attention in human superior colliculus*. *Journal of Neurophysiology* **104** (2010), 3074–3083.
- [KB83] Karsh, R. und Breitenbach, F., *Looking at looking: The amorphous fixation measure*. In: *Eye movements and psychological functions: international views*. Hrsg. von Groner, R. et al. Erlbaum, 1983, 53–64.

- [KF11] Kutas, M. und Federmeier, K. D., *Thirty Years and Counting: Finding Meaning in the N400 Component of the Event-Related Brain Potential (ERP)*. *Annual Review of Psychology* **62** (2011), 621–647.
- [KF67] Kucera, H. und Francis, W., *Computational Analysis of Present Day American English*. University of Chicago Press, 1967.
- [Kim+91] Kim, J. J. et al., *Why no mere mortal has ever flown out to center field*. *Cognitive Science* **15** (1991), 173–218.
- [Kin83] Kinkade, M., *Salish evidence against the universality of noun and verb*. *Lingua* **60** (1983), 25–39.
- [Kip82] Kiparsky, P., *From cyclic phonology to lexical phonology*. In: *The structure of phonological representations*. Hrsg. von Hulst, H. v. d. und Smith, N. 1982, 131–175.
- [KL04] Keller, J. und Leuninger, H., *Grammatische Strukturen - kognitive Prozesse: ein Arbeitsbuch*. Gunter Narr Verlag, 2004.
- [Kle+03] Klein, W. et al., *Der ungesteuerte Zweitspracherwerb Erwachsener: Ein Überblick über den Forschungsstand*. In: *Qualitätsanforderungen für die Sprachförderung im Rahmen der Integration von Zuwanderern*. IMIS, 2003, 127–161.
- [Kle00] Klein, W., *Prozesse des Zweitspracherwerbs*. In: *Enzyklopädie der Psychologie*. Hrsg. von Grimm, H. Hogrefe, 2000, 538–570.
- [Kle01] Klein, W., *Typen und Konzepte des Spracherwerbs*. In: *Deutsch als Fremdsprache*. Hrsg. von Helbig, G. et al. de Gruyter, 2001, 604–616.
- [Kle03] Klein, W., *Wozu braucht man eigentlich Flexionsmorphologie?: Einfache Sprachen*. *Zeitschrift für Literaturwissenschaft und Linguistik* **33** (2003), 23–54.
- [Kle05] Klein, W., *Vom Sprachvermögen zum Sprachsystem*. *Zeitschrift für Literaturwissenschaft und Linguistik* **140** (2005), 8–39.
- [Kle07a] Klein, W., *Mechanismen des Erst- und Zweitspracherwerbs*. *Sprache–Stimme–Gehör* **31** (2007), 138–143.
- [Kle07b] Klein, W., *Zwei Leitgedanken zu Sprache und Erkenntnis*. *Zeitschrift für Literaturwissenschaft und Linguistik* **37** (2007), 9–34.
- [Kle09a] Klein, W., *How time is encoded*. In: *The expression of time*. Hrsg. von Klein, W. und Li, P. de Gruyter. 2009, 39–82.

- [Kle09b] Klein, W., *Finiteness, universal grammar, and the language faculty*. In: *Crosslinguistic Approaches to the Psychology of Language: Research in the Tradition of Dan Isaac Slobin*. Hrsg. von Guo, J. und Slobin, D. Taylor & Francis, 2009, 333–344.
- [Kle10] Klein, W., *Typen und Konzepte des Spracherwerbs*. In: *Sprachwissenschaft: Ein Reader*. Hrsg. von Hoffmann, L. de Gruyter, 2010, 902–924.
- [Kle84] Klein, W., *Bühler Ellipse*. In: *Karl Bühlers Axiomatik*. Hrsg. von Graumann, C. F. und Herrmann, T. Vittorio Klostermann, 1984, 117–141.
- [Kle87] Klein, W., *Zweitspracherwerb. Eine Einführung*. Athenäum Verlag, 1987.
- [Kle92] Klein, W., *The Present Perfect Puzzle*. *Language* **68** (1992), 525–552.
- [Kle93] Klein, W., *Ellipse*. In: *Syntax*. Hrsg. von Jacobs, J. et al. de Gruyter. Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft 9. de Gruyter, 1993, 763–799.
- [Kle94] Klein, W., *Time in Language*. Routledge Chapman & Hall, 1994.
- [Kle95a] Klein, W., *A Time-Relational Analysis of Russian Aspect*. *Language* **71** (1995), 669.
- [Kle95b] Klein, W., *Sprachverhalten*. In: *Enzyklopädie der Psychologie*. Hrsg. von Amelang, M. und Pawlik, K. Hogrefe. 1995, 469–505.
- [KM98] Kempe, V. und MacWhinney, B., *The Acquisition of Case Marking by Adult Learners of Russian and German*. *Studies in Second Language Acquisition* **20** (1998), 543–587.
- [Kra81] Krashen, S. D., *Second language acquisition and second language learning*. Pergamon Press, 1981.
- [KS94] Kroll, J. und Stewart, E., *Category Interference in Translation and Picture Naming: Evidence for Asymmetric Connections Between Bilingual Memory Representations*. *Journal of Memory and Language* **33** (1994), 149–174.
- [Kuc77] Kuczaj, S. A., *The acquisition of regular and irregular past tense forms*. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* **16** (1977), 589–600.
- [Lam+01] Lambon Ralph, M. A. et al., *No Right to Speak? The Relationship between Object Naming and Semantic Impairment: Neuropsychological Evidence and a Computational Model*. *Journal of Cognitive Neuroscience* **13** (2001), 341–356.
- [Lar00] Lardiere, D., *Mapping features to forms in second language acquisition*. In: *Second Language Acquisition and Linguistic Theory*. Hrsg. von Archibald, J. Wiley, 2000, 102–129.

- [Lav+01] Lavric, A. et al., *Mapping dissociations in verb morphology*. Trends in Cognitive Sciences **5** (2001), 301–308.
- [LB95] Laudanna, A. und Burani, C., *Distributional properties of derivational affixes: Implications for processing*. Morphological aspects of language processing (1995), 345–364.
- [LBC92] Laudanna, A., Badecker, W. und Caramazza, A., *Processing inflectional and derivational morphology*. Journal of Memory and Language **31** (1992), 333–348.
- [LCM72] Lenneberg, E., Chomsky, N. und Marx, O., *Biologische Grundlagen der Sprache*. Wissenschaftl. Sonderausg. Suhrkamp, 1972.
- [Lei00] Leiss, E., *Artikel Und Aspekt: Die Grammatischen Muster von Definitheit*. de Gruyter, 2000.
- [Lev93] Levelt, W. J. M., *Speaking: From Intention to Articulation*. MIT Press, 1993.
- [LF00] Liversedge, S. und Findlay, J., *Saccadic eye movements and cognition*. Trends in Cognitive Sciences **4** (2000), 6–14.
- [Lim87] Lima, S. D., *Morphological analysis in sentence reading*. Journal of Memory and Language **26** (1987), 84–99.
- [Lon+05] Longworth, C. E. et al., *The basal ganglia and rule-governed language use: evidence from vascular and degenerative conditions*. Brain **128** (2005), 584–596.
- [LSH03] Longtin, C., Segui, J. und Hallé, P. A., *Morphological priming without morphological relationship*. Language and Cognitive Processes **18** (2003), 313–334.
- [LZ99] Leigh, R. und Zee, D., *The neurology of eye movements*. Oxford University Press, 1999.
- [Mac78] Mackay, D. G., *Derivational rules and the internal lexicon*. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior **17** (1978), 61–71.
- [Mar+92] Marcus, G. et al., *Overregularization in Language Acquisition*. Monographs of the Society for Research in Child Development **57** (1992).
- [Mar+94] Marslen-Wilson, W. et al., *Morphology and meaning in the English mental lexicon*. Psychological Review **101** (1994), 3–33.
- [Mar01] Marcus, G. F., *The Algebraic Mind: Integrating Connectionism and Cognitive Science*. MIT Press, 2001.

- [Mar07] Marslen-Wilson, W., *Morphological processes in language comprehension*. In: *Oxford Handbook of Psycholinguistics*. Hrsg. von Gaskell, G. 2007, 175–193.
- [Mar95] Marcus, G., *Children's Overregularization of English Plurals: A Quantitative Analysis*. *Journal of Child Language* **22** (1995), 447–459.
- [Mar98] Marcus, G., *Rethinking Eliminative Connectionism*. *Cognitive Psychology* **37** (1998), 243–282.
- [McC+93] McCarthy, G. et al., *Echo-planar magnetic resonance imaging studies of frontal cortex activation during word generation in humans*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **90** (1993), 4952–4956.
- [MCP81] Meisel, J. M., Clahsen, H. und Pienemann, M., *On determining developmental stages in natural second language acquisition*. *Studies in Second Language Acquisition* **3** (1981), 109–135.
- [MD03] Meyer, A. und Döbel, C., *Application of Eye Tracking in speech production research*. In: *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Hrsg. von Hyönä, J., Radach, R. und Deubel, H. Elsevier, 2003, 253–272.
- [Mei07] Meisel, J., *Mehrsprachigkeit in der frühen Kindheit: Zur Rolle des Alters bei Erwerbsbeginn*. In: *Mehrsprachigkeit bei Kindern und Erwachsenen: Erwerb, Formen, Förderung*. Attempto, 2007, 93–113.
- [Mei11] Meindl, C., *Methodik für Linguisten: Eine Einführung in Statistik und Versuchsplanung*. Gunter Narr Verlag, 2011.
- [MF52] Mishkin, M. und Forgays, D. G., *Word recognition as a function of retinal locus*. *Journal of Experimental Psychology* **43** (1952), 43–48.
- [Mie05] Mietzel, G., *Wege in die Psychologie*. Klett-Cotta, 2005.
- [ML07] Meunier, F. und Longtin, C., *Morphological decomposition and semantic integration in word processing*. *Journal of Memory and Language* **56** (2007), 457–471.
- [ML91] MacWhinney, B. und Leinbach, J., *Implementations are not conceptualizations: Revising the verb learning model*. *Cognition* **40** (1991), 121–157.
- [MM04] Meunier, F. und Marslen-Wilson, W., *Regularity and irregularity in French verbal inflection*. *Language and Cognitive Processes* **19** (2004), 561–580.
- [MM74] Murrell, G. A. und Morton, J., *Word recognition and morphemic structure*. *Journal of Experimental Psychology* **102** (1974), 963–968.

- [MM84] Murray, E. und Mishkin, M., *Severe tactual as well as visual memory deficits follow combined removal of the amygdala and hippocampus in monkeys*. The Journal of Neuroscience **4** (1984), 2565–2580.
- [MMB04] Meyer, A., Meulen, F. van der und Brooks, A., *Eye movements during speech planning: Talking about present and remembered objects*. Visual Cognition **11** (2004), 553–576.
- [MMB84] Mishkin, M., Malamut, B. und Bachevalier, J., *Memories and habits: two neural systems*, in: *Neurobiology of learning and memory*. Hrsg. von Lynch, G., McGaugh, J. und Weinberger, N. Guilford, 1984, 65–77.
- [Möh94] Möhle, D., *Deklaratives und prozedurales Wissen in der Repräsentation des mentalen Lexikons*. In: *Kognitive Linguistik und Fremdsprachenerwerb: das mentale Lexikon*. Hrsg. von Vogel, K. Gunter Narr Verlag, 1994, 39–49.
- [Mor69] Morton, J., *Interaction of information in word recognition*. Psychological Review **76** (1969), 165–178.
- [MP02] McClelland, J. und Patterson, K., *Rules or connections in past-tense inflections: what does the evidence rule out?* Trends in Cognitive Sciences **6** (2002), 465–472.
- [MPG97] Marchman, V. A., Plunkett, K. und Goodman, J., *Overregularization in English plural and past tense inflectional morphology: a response to Marcus (1995)*. Journal of Child Language **24** (1997), 767–779.
- [MR81] McClelland, J. L. und Rumelhart, D. E., *An interactive activation model of context effects in letter perception: I. An account of basic findings*. Psychological Review **88** (1981), 375–407.
- [MS71] Meyer, D. E. und Schvaneveldt, R. W., *Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations*. Journal of Experimental Psychology **90** (1971), 227–234.
- [MS99] Meunier, F. und Segui, J., *Morphological Priming Effect: The Role of Surface Frequency*. Brain and Language **68** (1999), 54–60.
- [MT97] Marslen-Wilson, W. und Tyler, L., *Dissociating types of mental computation*. Nature (1997), 592–594.
- [MT98] Marslen-Wilson, W. und Tyler, L., *Rules, representations, and the English past tense*. Trends in Cognitive Sciences **2** (1998), 428–435.
- [MW01] Müller, H. und Weiss, S., *Sprache und Gehirn: Experimentelle Neurolinguistik*. In: *Arbeitsbuch Linguistik*. Hrsg. von Müller, H. UTB. 2001, 406–422.
- [MZ99] Marslen-Wilson, W. und Zhou, X., *Abstractness, Allomorphy, and Lexical Architecture*. Language and Cognitive Processes **14** (1999), 321–352.

- [NC09] Neubauer, K. und Clahsen, H., *Decomposition of Inflected Words in a Second Language*. *Studies in Second Language Acquisition* **31** (2009), 403–435.
- [New+07] Newman, A. J. et al., *An ERP study of regular and irregular English past tense inflection*. *NeuroImage* **34** (2007), 435–445.
- [NVH91] Nieuwenhuys, R., Voogd, J. und Huijzen, C. v., *Funktionelle Systeme*. In: *Das Zentralnervensystem des Menschen*. Springer, 1991, 143–392.
- [Old71] Oldfield, R. C., *The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory*. *Neuropsychologia* **9** (1971), 97–113.
- [OM97] Orsolini, M. und Marslen-Wilson, W., *Universals in Morphological Representation: Evidence from Italian*. *Language and Cognitive Processes* **12** (1997), 1–47.
- [Owe+98] Owen, A. et al., *Functional organization of spatial and nonspatial working memory processing within the human lateral frontal cortex*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **95** (1998), 7721–7726.
- [PA05] Perani, D. und Abutalebi, J., *The neural basis of first and second language processing*. *Current Opinion in Neurobiology* **15** (2005), 202–206.
- [Par04] Paradis, M., *Neurolinguistic Theory of Bilingualism*. John Benjamins Publishing, 2004.
- [Par94] Paradis, M., *Neurolinguistic aspects of implicit and explicit memory*. In: *Implicit and explicit learning of Second Language*. Hrsg. von Ellis, N. 1994.
- [Pau20] Paul, H., *Syntax*. Niemeyer, 1920.
- [Pau35] Pauling, L., *The Oxygen Equilibrium of Hemoglobin and Its Structural Interpretation*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **21** (1935), 186–191.
- [PE05] Poeppel, D. und Embick, D., *Defining the relation between linguistics and neuroscience*. In: *Twenty-first century psycholinguistics*. Hrsg. von Cutler, A. Erlbaum, 2005.
- [Pen+05] Penke, M. et al., *No evidence for a rule-procedural deficit in German patients with Parkinson's disease*. *Brain and Language* **95** (2005), 139–140.
- [Pen+97] Penke, M. et al., *How the brain processes complex words: an event-related potential study of German verb inflections*. *Cognitive Brain Research* **6** (1997), 37–52.
- [Pen06] Penke, M., *Flexion im mentalen Lexikon*. *Linguistische Arbeiten* 503. Düsseldorf, Univ., Habil.-Schr., 2006.
- [Pen13] Penke, M., *The Acquisition of Inflectional Morphology*. In: *The Handbook of Morphology*. Hrsg. von Spencer, A. und Zwicky, A. M. Oxford, 2013.

- [PH99] Perry, R. und Hodges, J., *Attention and executive deficits in Alzheimer's disease. A critical review*. *Brain* **122** (1999), 383–404.
- [Pie+02] Pierrot-Deseilligny, C. et al., *Cortical control of spatial memory in humans: The visuoculomotor model*. *Annals of Neurology* **52** (2002), 10–19.
- [Pie+91] Pierrot-Deseilligny, C. et al., *Cortical Control of Reflexive Visually-Guided Saccades*. *Brain* **114** (1991), 1473–1485.
- [Pin01] Pinker, S., *Four Decades of Rules and Associations, or Whatever Happened to the Past Tense Debate*. In: *Language, Brain, and Cognitive Development: Essays in Honor of Jacques Mehler*. Hrsg. von Dupoux, E. und Mehler, J. MIT Press, 2001, 157–179.
- [Pin84] Pinker, S., *Language Learnability and Language Development*. Harvard University Press, 1984.
- [Pin91] Pinker, S., *Rules of language*. *Science* **253** (1991), 530–535.
- [Pin94] Pinker, S., *The language instinct*. 1. Aufl. Lane Penguin Press, 1994.
- [Pin99] Pinker, S., *Words and rules*. 1. Aufl. Basic Books, 1999.
- [PJ99] Plunkett, K. und Juola, P., *A Connectionist Model of English Past Tense and Plural Morphology*. *Cognitive Science* **23** (1999), 463–490.
- [PJK99] Penke, M., Janssen, U. und Krause, M., *The Representation of Inflectional Morphology: Evidence from Broca's Aphasia*. *Brain and Language* **68** (1999), 225–232.
- [PM91] Plunkett, K. und Marchman, V., *U-shaped learning and frequency effects in a multi-layered perception: Implications for child language acquisition*. *Cognition* **38** (1991), 43–102.
- [Poe04] Poeppel, D., *Towards a New Functional Anatomy of Language*. Elsevier, 2004.
- [PP88] Pinker, S. und Prince, A., *On language and connectionism: Analysis of a parallel distributed processing model of language acquisition*. *Cognition* **28** (1988), 73–193.
- [PP91] Pinker, S. und Prince, A., *Regular and irregular morphology and the psychological status of rules of grammar*. *Berkeley Linguistics Society* **17** (1991), 230–251.
- [PP93] Prasada, S. und Pinker, S., *Generalisation of regular and irregular morphological patterns*. *Language and Cognitive Processes* **8** (1993), 1–56.
- [PPS90] Prasada, S., Pinker, S. und Snyder, W., *Some evidence that irregular forms are retrieved from memory but regular forms are rule generated*. *Bulletin of the Psychonomic Society* **28** (1990), 519.

- [PR59] Penfield, W. und Roberts, L., *Speech and brain mechanisms*. Princeton University Press, 1959.
- [PS06] Pulkina, I. M. und Sachava-Nekrassova, J. B., *Russisch – Praktische Grammatik mit Übungen*. 8. Aufl. Russkij Jazyk, 2006.
- [PU02] Pinker, S. und Ullman, M. T., *The past and future of the past tense*. Trends in Cognitive Sciences **6** (2002), 456–463.
- [PU09] Prado, E. L. und Ullman, M. T., *Can imageability help us draw the line between storage and composition?* Journal of experimental psychology. Learning, memory, and cognition **35** (2009), 849–866.
- [PW12] Penke, M. und Wimmer, E., *Irregularity in inflectional morphology – where language deficits strike*. In: *Irregularity in Morphology (and beyond)*. Hrsg. von Stolz, T. et al. Akademie Verlag, 2012, 101–126.
- [Rai+94] Raichle, M. E. et al., *Practice-related Changes in Human Brain Functional Anatomy during Nonmotor Learning*. Cerebral Cortex **4** (1994), 8–26.
- [Ram02] Ramscar, M., *The role of meaning in inflection: Why the past tense does not require a rule*. Cognitive Psychology **45** (2002), 45–94.
- [Ras+00] Rastle, K. et al., *Morphological and semantic effects in visual word recognition: A time-course study*. Language and Cognitive Processes **15** (2000), 507–537.
- [Ray+04] Rayner, K. et al., *The Effect of Plausibility on Eye Movements in Reading*. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition **30** (2004), 1290–1301.
- [Ray79] Rayner, K., *Eye guidance in reading: fixation locations within words*. Perception **8** (1979), 21–30.
- [Ray98] Rayner, K., *Eye movements in reading and information processing: 20 years of research*. Psychological Bulletin **124** (1998), 372–422.
- [RD86] Rayner, K. und Duffy, S., *Lexical complexity and fixation times in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity*. Memory & Cognition **14** (1986), 191–201.
- [RDN04] Rastle, K., Davis, M. und New, B., *The broth in my brother’s brothel: Morpho-orthographic segmentation in visual word recognition*. Psychonomic Bulletin & Review **11** (2004), 1090–1098.
- [RGM70] Rubenstein, H., Garfield, L. und Millikan, J. A., *Homographic entries in the internal lexicon*. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior **9** (1970), 487–494.

- [RHW86] Rumelhart, D. E., Hinton, G. E. und Williams, R. J., *Learning representations by back-propagating errors*. *Nature* **323** (1986), 533–536.
- [Ric+03] Richardson, D. C. et al., *Spatial representations activated during real-time comprehension of verbs*. *Cognitive Science* **27** (2003), 767–780.
- [RM86] Rumelhart, D. E. und McClelland, J. L., *PDP models and general issues in cognitive science*. In: *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition. Foundations*. MIT Press, 1986, 110–146.
- [Rot01] Rothweiler, M., *Wortschatz und Störungen des lexikalischen Erwerbs bei spezifisch sprachentwicklungsgestörten Kindern*. Winter, 2001.
- [RP94] Rayner, K. und Pollatsek, A., *The Psychology of Reading*. Routledge, 1994.
- [RPU99] Rhee, J., Pinker, S. und Ullman, M., *A Magnetoencephalographic Study of English Past Tense Production*. *Journal of Cognitive Neuroscience* **47** (1999).
- [RS08] Rizzolatti, G. und Sinigaglia, C., *Mirrors in the brain: how our minds share actions, emotions*. Oxford University Press, 2008.
- [Rue+97] Rueckl, J. G. et al., *Morphological Priming, Fragment Completion, and Connectionist Networks*. *Journal of Memory and Language* **36** (1997), 382–405.
- [RW96] Rice, M. L. und Wexler, K., *A Phenotype of Specific Language Impairment: Extended Optional Infinitives* (1996). Hrsg. von Rice, M. L., 215–237.
- [SA03] Seidenberg, M. S. und Arnoldussen, A., *The brain makes a distinction between hard and easy stimuli: Comments on Beretta et al.* *Brain and Language* **85** (2003), 527–530.
- [SB01] Schacter, D. L. und Badgaiyan, R. D., *Neuroimaging of priming: New perspectives on implicit and explicit memory*. *Current Directions in Psychological Science* **10** (2001), 1–4.
- [SB90] Seidenberg, M. und Bruck, M., *Consistency effects in the generation of past tense morphology*. *Bulletin of the Psychonomic Society* **28** (1990), 522.
- [SB94] Schreuder, R. und Baayen, R. H., *Modeling morphological processing*. In: *Morphological aspects of language processing*. 1994, 131–156.
- [SC08] Silva, R. und Clahsen, H., *Morphologically Complex Words in L1 and L2 Processing: Evidence from Masked Priming Experiments in English*. *Bilingualism: Language and Cognition* **11** (2008), 245–260.
- [SC79] Swinney, D. und Cutler, A., *The access and processing of idiomatic expressions*. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* **18** (1979), 523–534.

- [Sch02] Schlüter, N., *Present Perfect: Eine korpuslinguistische Analyse des englischen Perfekts mit Vermittlungsvorschlägen für den Sprachunterricht*. Gunter Narr Verlag, 2002.
- [SCK09] Stutterheim, C. von, Carroll, M. und Klein, W., *New perspectives in analyzing aspectual distinctions across languages*. In: *The Expression of Time*. Hrsg. von Klein, W. und Li, P. de Gruyter, 2009, 195–216.
- [SD97] Simmons-Mackie, N. und Damico, J., *Reformulating the definition of compensatory strategies in aphasia*. *Aphasiology* **11** (1997), 761–781.
- [SEC99] Sonnenstuhl, I., Eisenbeiss, S. und Clahsen, H., *Morphological priming in the German mental lexicon*. *Cognition* **72** (1999), 203–236.
- [Sei92] Seidenberg, M., *Connectionism without tears*. In: *Connectionism: Theory and practice*. Hrsg. von Davis, S. Oxford University Press, 1992, 84–122.
- [Sei97] Seidenberg, M., *Language Acquisition and Use: Learning and Applying Probabilistic Constraints*. *Science* **275** (1997), 1599–1603.
- [Sel72] Selinker, L., *Interlanguage*. *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching* **10** (1972), 209.
- [SF95] Stolz, J. A. und Feldman, L. B., *The role of orthographic and semantic transparency of the base morpheme in morphological processing*. In: *Morphological aspects of language processing*. Feldman. 1995, 109–130.
- [SG00] Salvucci, D. D. und Goldberg, J. H., *Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols*. In: *Proceedings of the 2000 symposium on Eye tracking research and applications*. ETRA. ACM, 2000, 71–78.
- [SH98] Seidenberg, M. und Hoeffner, J., *Evaluating behavioral and neuroimaging evidence about past tense processing*. *Language* **74** (1998), 104–122.
- [SKM93] Squire, L., Knowlton, B. und Musen, G., *The Structure and Organization of Memory*. *Annual Review of Psychology* **44** (1993), 453–495.
- [Slo71] Slobin, D., *The Ontogenesis of Grammar: A Theoretical Symposium*. Academic Press, 1971.
- [SM86] Stemberger, J. und MacWhinney, B., *Frequency and the lexical storage of regularly inflected forms*. *Memory and Cognition* **14** (1986), 17–26.
- [SM89] Seidenberg, M. und McClelland, J., *A distributed, developmental model of word recognition and naming*. *Psychological Review* **96** (1989), 523–568.
- [Squ04] Squire, L., *Memory systems of the brain: A brief history and current perspective*. *Neurobiology of Learning and Memory* **82** (2004), 171–177.
- [Squ92] Squire, L., *Memory and the hippocampus: a synthesis from findings with rats, monkeys, and humans*. *Psychological Review* **99** (1992), 195–231.

- [SR01] Starr, M. S. und Rayner, K., *Eye movements during reading: some current controversies*. Trends in Cognitive Sciences **5** (2001), 156–163.
- [SR83] Saussure, F. d. und Riedlinger, A., *Course in general linguistics*. Open Court Publishing, 1983.
- [SSC04] Squire, L. R., Stark, C. E. L. und Clark, R. E., *The Medial Temporal Lobe*. Annual Review of Neuroscience **27** (2004), 279–306.
- [SSI04] Sach, M., Seitz, R. J. und Indefrey, P., *Unified inflectional processing of regular and irregular verbs: a PET study*. Neuroreport **15** (2004), 533–537.
- [ST94] Schacter, D. L. und Tulving, E., *Memory systems*. Mit Press, 1994.
- [Sta+79] Stanners, R. F. et al., *Memory representation for morphologically related words*. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior **18** (1979), 399–412.
- [Ste04] Stemberger, J., *Neighbourhood effects on error rates in speech production*. Brain and Language **90** (2004), 413–422.
- [Ste84] Stemberger, J. P., *Structural errors in normal and agrammatic speech*. Cognitive Neuropsychology **1** (1984), 281–313.
- [Ste93] Stemberger, J. P., *Vowel dominance in overregularizations*. Journal of Child Language **20** (1993), 503–521.
- [Stu86] Stutterheim, C. v., *Temporalität in der Zweitsprache. Eine Untersuchung zum Erwerb des Deutschen durch türkische Gastarbeiter*. de Gruyter, 1986.
- [SZ91] Squire, L. R. und Zola-Morgan, S., *The medial temporal lobe memory system*. Science **253** (1991), 1380–1386.
- [Taf79] Taft, M., *Recognition of affixed words and the word frequency effect*. Memory & Cognition **7** (1979), 263–272.
- [Tet+09] Tettamanti, M. et al., *Syntax without language: Neurobiological evidence for cross-domain syntactic computations*. Cortex **45** (2009), 825–838.
- [TF75] Taft, M. und Forster, K. I., *Lexical storage and retrieval of prefixed words*. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior **14** (1975), 638–647.
- [TH85] Taft, M. und Hambly, G., *The influence of orthography on phonological representations in the lexicon*. Journal of Memory and Language **24** (1985), 320–335.
- [Tro05] Trofimovich, P., *Spoken-Word Processing in Native and Second Languages: An Investigation of Auditory Word Priming*. Applied Psycholinguistics **26** (2005), 479–504.
- [TS90] Tulving, E. und Schacter, D. L., *Priming and human memory systems*. Science **247** (1990), 301–306.

- [UBO97] Ullman, M. T., Bergida, R. und O'Craven, K. M., *Distinct fMRI activation patterns for regular and irregular past tense*. *NeuroImage* **5** (1997), 549.
- [Ull+05] Ullman, M. T. et al., *Neural correlates of lexicon and grammar: Evidence from the production, reading, and judgment of inflection in aphasia*. *Brain and Language* **93** (2005), 185–238.
- [Ull+97] Ullman, M. et al., *A Neural Dissociation within Language: Evidence that the Mental Dictionary Is Part of Declarative Memory, and that Grammatical Rules Are Processed by the Procedural System*. *Journal of Cognitive Neuroscience* **9** (1997), 266–276.
- [Ull01a] Ullman, M., *A neurocognitive perspective on language: The declarative/procedural model*. *Nature Reviews Neuroscience* **2** (2001), 717–726.
- [Ull01b] Ullman, M., *The Declarative/Procedural Model of Lexicon and Grammar*. *Journal of Psycholinguistic Research* **30** (2001), 37–69.
- [Ull01c] Ullman, M., *The Neural Basis of Lexicon and Grammar in First and Second Language: The Declarative/Procedural Model*. *Bilingualism: Language and Cognition* **4** (2001), 105–122.
- [Ull04] Ullman, M. T., *Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural model*. *Cognition* **92** (2004), 231–270.
- [Ull05] Ullman, M. T., *A Cognitive Neuroscience Perspective on Second Language Acquisition: The Declarative/Procedural Model*. In: *Mind and Context in Adult Second Language Acquisition: Methods, Theory, and Practice*. Hrsg. von Sanz, C. Georgetown University Press, 2005, 141–176.
- [Ull06] Ullman, M., *Is Broca's Area Part of a Basal Ganglia Thalamocortical Circuit?* *Cortex* **42** (2006), 480–485.
- [Ull99] Ullman, M. T., *Acceptability Ratings of Regular and Irregular Past-Tense Forms: Evidence for a Dual-system Model of Language from Word Frequency and Phonological Neighbourhood Effects*. *Language and Cognitive Processes* **14** (1999), 47–67.
- [UM85] Underwood, N. R. und McConkie, G. W., *Perceptual Span for Letter Distinctions during Reading*. *Reading Research Quarterly* **20** (1985), 153.
- [Vin58] Vinogradov, V. V., Hrsg., *Osnovnye problemy eposa vostočnych slavjan*. Akad. Nauk SSSR, 1958.
- [Vol+78] Volkman, F. C. et al., *Contrast sensitivity during saccadic eye movements*. *Vision Research* **18** (1978), 1193–1199.
- [Wes54] Westheimer, G., *Mechanism of Saccadic Eye Movements*. *AMA Archives of Ophthalmology* **52** (1954), 710–724.

- [Wey+96] Weyerts, H. et al., *Mental representations of morphologically complex words: an event-related potential study with adult humans*. *Neuroscience Letters* **206** (1996), 125–128.
- [Wey+97] Weyerts, H. et al., *Brain potentials indicate differences between regular and irregular German plurals*. *Neuroreport* **8** (1997), 957–962.
- [Wey97] Weyerts, H., *Reguläre und irreguläre Flexion: psycholinguistische und neurophysiologische Ergebnisse zu Erwerb, Verarbeitung und mentaler Repräsentation*. 1997.
- [WF95] Wunderlich, D. und Fabri, R., *Minimalist Morphology: An Approach to Inflection*. *Zeitschrift für Sprachwissenschaft* **14** (1995), 236–294.
- [WH07] Willems, R. und Hagoort, P., *Neural evidence for the interplay between language, gesture, and action: a review*. *Brain and Language* **101** (2007), 278–289.
- [Whi03] White, L., *Second Language Acquisition and Universal Grammar*. Cambridge University Press, 2003.
- [Whi71] Whitaker, H. A., *On the Representation of Language in the Human Brain*. Edmonton. Linguistic Research. 1971.
- [Wim+10] Wimmer, H. et al., *A dual-route perspective on poor reading in a regular orthography: An fMRI study*. *Cortex* **46** (2010), 1284–1298.
- [WJP09] Woollams, A. M., Joanisse, M. und Patterson, K., *Past-tense generation from form versus meaning: Behavioural data and simulation evidence*. *Journal of Memory and Language* **61** (2009), 55–76.
- [WM90] Winocur, G. und Moscovitch, M., *Hippocampal and prefrontal cortex contributions to learning and memory: Analysis of lesion and aging effects on maze learning in rats*. *Behavioral Neuroscience* **104** (1990), 544–551.
- [Wol90] Wolff, D., *Zur Bedeutung des prozeduralen Wissens bei Verstehens- und Lernprozessen im schulischen Fremdsprachenunterricht*. *Die Neueren Sprachen* **89** (1990), 610–625.
- [Wur01] Wurzel, W. U., *Flexionsmorphologie und Natürlichkeit: ein Beitrag zur morphologischen Theoriebildung*. Akademie Verlag, 2001.
- [YS75] Young, L. und Sheena, D., *Survey of eye movement recording methods*. *Behavior Research Methods & Instrumentation* **7** (1975), 397–429.
- [Zel+98] Zelkowitz, B. J. et al., *An examination of regional cerebral blood flow during object naming tasks*. *Journal of the International Neuropsychological Society* **4** (1998), 160–166.

[ZS97] Zaliznjak, A. A. und Schmeljow, A. D., *Lekzii po russkoi aspektologii*. Verlag Otto Sagner, 1997.