Sprachliche Komplexität zwischen kognitiven Veränderungen, Individualität und Prädiktion

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Akademischen Grades

einer Dr. phil.,

vorgelegt dem Fachbereich 05 – Philosophie und Philologie

der Johannes Gutenberg - Universität

Mainz

von

Lisa Friederich

aus Mainz

Mainz

2019

Referent:

Korreferent:

Complexity is certainly an ambiguous and malleable concept.

John H. McWhorter (2001)

The topic of language complexity certainly is a timely one.

Fred Karlsson, Matti Miestamo &
Kaius Sinnemäki (2008)

Danksagung

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis xi

Tabellenverzeichnis xiii

I Einleitung 1

II Komplexität – Definition, Begriffsklärung, Perspektiven 17

1 Über die Sprachwissenschaft hinausgehende Ansätze 18
1.1 Komplexe Systeme und deren Beschreibung 19
1.2 Komplexität und Hierarchie – Der Ansatz von Simon (1962) . . 26
2 Komplexität in der Linguistik 30
2.1 Typologische Perspektiven 31
2.1.1 Wichtige Konzepte und Ebenen sprachlicher Komplexität 35
2.1.2 Globale oder lokale Komplexität? 43
2.1.3 Absolute oder relative Komplexität? 52
2.1.4 Overte oder/ und verdeckte Komplexität? 58
2.1.5 Relative Ansätze aus einer Sprachverarbeitungsperspektive 62
2.2 Psycholinguistische Perspektiven 68
2.2.1 Komplexität und Sprachverarbeitung 70
2.2.1.1 Komplexität in der Sprachproduktion 74
2.2.1.2 Komplexität im Sprachverstehen 82
2.2.1.3 Komplexität und Spracherwerb 92
2.2.2 Sprachliche Komplexitätsmaße 98
2.2.2.1 Strukturelle Ansätze 101
2.2.2.2 Ableitungen aus dem Spracherwerb 108
2.2.2.3 Ein inhaltsbezogenes Maß 113
2.3 Relationen zu außersprachlichen Faktoren 123
2.3.1 Einfluss des Alters 125
2.3.2 Einfluss kognitiver Beeinträchtigungen 133

2.3.3 Zur Annahme von Arbeitsgedächtniseffekten 140
2.4 Neurokognitive Perspektive 149
2.4.1 Neuronale Korrelate sprachlicher Komplexität 150
2.4.1.1 Neurophysiologische Untersuchungen 150
2.4.1.2 Neuroanatomische Untersuchungen 154
2.4.2 Drei klassische modelltheoretische Ansätze zu neuronalen Grundlagen der Verarbeitung sprachlicher Komplexität . 168
2.4.3 Ein neurobiologisch motivierter Ansatz zur kognitiven Verarbeitung von Komplexität 179

III Empirischer Teil I: Sprachliche Komplexität in der psychotherapeutischen Behandlung – Objektive Maße für die mentale Gesundheit? 189
1 Motivation der Studie „Komplexität und Mentale Gesundheit“ . . . 191
2 Grundlage der KMG - Untersuchung: Die GSA - Online Studie 198
2.1 Hintergrund, Aufbau und Erkenntnisse von GSA - Online 200
2.2 Relevante Instrumente zur Erhebung mentaler Veränderungen . 207
2.2.1 Screeninginstrument Beruf und Arbeit in der Rehabilitation (SIBAR) 208
2.2.2 Patient Health Questionnaire (PHQ - 9) 210
2.2.3 Fragebogen Subjektive Prognose der Erwerbstätigkeit (SPE) 212
3 Herleitung konkreter Fragestellungen zur KMG - Studie 214
4 Methode 216
4.1 Patienten 217
4.2 Material 220
4.2.1 Blogtexte 222
4.2.2 Exkurs: Blogs und die „Sprache des Internets“ 227
4.3 Analyse der Blogtexte: Sprachliche Komplexitätsmaße 234
4.3.1 Mean Length of Utterance (MLU) 236
4.3.2 Directional Complexity (DC) 238
4.3.3 Ideendichte (ID) 241
4.4 Datenanalysen 245
4.4.1 Komplexitätsverläufe: Modellierung longitudinaler Veränderungen in der Komplexität und prädiktiver Effekte hinsichtlich des Therapieerfolgs 245
4.4.2 Prädiktive Kapazitäten der initialen Komplexitätswerte . 246
5 Ergebnisse 247
5.1 Variabilität, Anzahl und Länge der Blogs 247

5.2 Veränderung der sprachlichen Komplexität in Relation zum Therapieerfolg . . . 251
5.2.1 Entwicklung der sprachlichen Komplexität über den Interventionsverlauf . . . 252
5.2.2 Prädiktion des Therapieerfolgs durch Veränderungen in der sprachlichen Komplexität? . . . 254
5.3 Analyse der initialen Komplexitätslevel . . . 258
6 Diskussion . . . 261

IV Zwischenfazit und Motivation zu Empirieteil II 271

V Empirischer Teil II: Die individuelle Alphafrequenz (IAF) als biologischer Grundrhythmus und individueller Einflussfaktor bei der Produktion sprachlicher Komplexität? 277

1 Biologische Grundrhythmen im EEG . . . 281
1.1 Die Methode der Elektroenzephalografie . . . 283
1.2 Neuronale Oszillationen als biologische Grundrhythmen . . . 285
1.2.1 Alphaoszillationen und kognitive Prozesse . . . 289
1.2.2 Die individuelle Alphafrequenz (IAF) . . . 297
2 Herleitung konkreter Fragestellungen . . . 305
3 Methode der deutschen Alpha-Studie . . . 307
3.1 Probanden . . . 308
3.2 Durchführung des Experiments . . . 308
3.2.1 Elizitation einer Erzählung und Audioaufnahme . . . 309
3.2.2 EEG-Ableitung und Datenaufzeichnung . . . 311
3.3 Analyse der Erzählungen . . . 311
3.3.1 Transkription der Audioaufnahmen . . . 312
3.3.2 Analysen zur sprachlichen Komplexität . . . 314
3.4 Datenanalysen . . . 315
3.4.1 EEG-Datenverarbeitung und IAF-Berechnung . . . 315
3.4.2 Korrelationsanalyse zum Deutschen . . . 317
3.4.3 Sprachvergleich: Multiple lineare Regressionsanalysen und Modellvergleiche . . . 318
4 Die Alpha-Studie zum Englischen . . . 319
5 Ergebnisse . . . 320
5.1 Deskriptive Ergebnisse der Komplexitäts- und IAF-Analysen zu beiden Sprachen . . . 320

5.2 Korrelationsanalyse zur deutschen Alpha - Studie 322
5.3 Sprachvergleich zwischen dem Deutschen und Englischen 323
5.3.1 Deskriptive Ergebnisse und Korrelationsanalyse zum Sprachvergleich 323
5.3.2 Modellierung: Lineare Regressionsanalysen zum Sprachvergleich 324
6 Diskussion 329

VI Gesamtfazit und Ausblick **339**
1 Messung der Komplexität in der Sprachproduktion 339
2 Sprachliche Komplexität, Prädiktion und Individualität 340
2.1 Sprachliche Komplexität als Prädiktor für kognitive Veränderungen bzw. die mentale Gesundheit? 341
2.2 Ein individueller biologischer Grundrhythmus als Prädiktor der sprachlichen Komplexität? 344
3 Ideen und Möglichkeiten – Ein Ausblick 345

Literaturverzeichnis **349**

Anhang

A Theorieteil: Ergänzungen zu den Komplexitätsmaßen **377**
1 Beispiele zur Yngve Depth 377
2 Beispiele zum Frazier Node Count 379
3 Die Developmental Level - Skala (original und überarbeitet) 381

B KMG - Studie: Beispiele zu den Komplexitätsanalysen **383**
1 Mean Length of Utterance (MLUw/m) 383
2 Directional Complexity (DC) 384
3 Ideendichte (ID) 385

C Alpha - Studie: Beispiele zu den Komplexitätsanalysen **387**
1 Mean Length of Utterance (MLUw/m) 387
2 Directional Complexity (DC) 391
3 Ideendichte (ID) 396

Abbildungsverzeichnis

III.1 KMG: Aufbau von GSA - Online und der Schreibintervention 203
III.2 KMG: Anzahl an Patienten nach verfassten Blogs 223
III.3 KMG: Bloganzahl und Einschätzung der Schreibintervention 224
III.4 KMG: Häufigkeit der Patienten nach gemittelter Satzanzahl 225
III.5 KMG: Variabilität der Komplexitätswerte über die Zeit 247
III.6 KMG: Komplexitätswerte in Relation zur Bloganzahl 249
III.7 KMG: Komplexitätswerte in Relation zur Wortanzahl 250
III.8 KMG: Streudiagramme zur Relation zwischen den initialen Komplexitätswerten und dem Therapieerfolg 259

V.1 Alpha: Anzahl der Probanden nach Wort- und Äußerungsanzahl pro Erzählung 310
V.2 Alpha: Beispiel eines Roh- und Analysetranskripts 312
V.3 Alpha: Streudiagramme zur Relation zwischen der IAF und den Komplexitätswerten im Deutschen 322
V.4 Alpha: Streudiagramme zur Relation zwischen der IAF und den Komplexitätswerten im Sprachvergleich 324

Tabellenverzeichnis

II.1 Komplexitätswerte zu Beispielsätzen in unterschiedlichen Maßen . . 123

III.1 KMG: Daten zur Stichprobe und psychologische Testwerte 218
III.2 KMG: Patienten mit Werten über/gleich dem „Cut-off“ im SIBAR und SPE 219
III.3 KMG: Komplexitätswerte nach Blogs pro Patient/Wörtern pro Blog 248
III.4 KMG: Korrelationen zwischen den Komplexitätsmaßen 251
III.5 KMG: Ergebnisse der linearen gemischten Modelle für die Komplexitätsmaße zur Ableitung longitudinaler Fits 252
III.6 KMG: Korrelationen zwischen den longitudinalen Fits für die Komplexitätsmaße 253
III.7 KMG: Korrelationen zwischen den Differenzen aus den psychologischen Zielkriterien (Therapieerfolg) 254
III.8 KMG: Ergebnisse der linearen Modelle zur Prädiktion des Therapieerfolgs 255
III.9 KMG: Modellvergleiche 257
III.10 KMG: Initiale Komplexitätswerte in der Gesamtstichprobe und nach Indikationsbereichen 258
III.11 KMG: Korrelationen zwischen den initialen Komplexitätswerten und den Veränderungen in der mentalen Gesundheit 260

V.1 Alpha: Korrelationen zwischen den Komplexitätsmaßen 321
V.2 Alpha: Korrelationen zwischen der IAF und den Komplexitätsmaßen 323
V.3 Alpha: Ergebnisse der multiplen linearen Modelle zur Prädiktion der sprachlichen Komplexität für die MLUw und ID 325
V.4 Alpha: Ergebnis eines linearen Modells zur Prädiktion der ID (standardisierte IAF) 327
V.5 Alpha: Modellvergleiche 328

Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
ABSOLUT	absolute Ergänzungen
ACC	accusative
ADJ	Adjektiv
ADV	adverbiale Bestimmung
AF	Alphafrequenz
AG	Arbeitsgedächtnis
agrt	agreement
AIC	Akaike's information criterion
AID	Analysis of Idea Density
AK	Alzheimer - Krankheit
AL	articulatory loop
APPOS	Apposition
ASYMAD	asymptomatic Alzheimer's disease
aSTG/S	anteriorer superiorer Temporalgyrus/ -sulcus
aTL	anteriorer Temporallappen
BA	Brodmann Areal
BOLD	blood oxygenation level dependant
CapE	Capsula extrema
CE	central executive
CL	clause
CMC	computer - mediated communication
CoG	Center of Gravity
CPIDR	Computerized Propositional Idea Density Rater
CP	complementizer phrase
DC	Directional Complexity
DET	Determinierer
DF	Degrees of Freedom
DL/ DLevel	Developmental Level
DLT	Dependency Locality Theory
DSS	Developmental Sentence Scoring
DTI	Diffusion Tensor Imaging
eADM	extended Argument Dependency Model
EB	episodic buffer

Abkürzung	Bedeutung
ECH	equi - complexity Hypothese
EEG	Elektroenzephalografie
EKD	ereigniskorrelierte Desynchronisation
EKP	ereigniskorreliertes Potential
EKS	ereigniskorrelierte Synchronisation
EPSP	exzitatorisches postsynaptisches Potential
ES	Expressives Schreiben
ET	Eye - Tracking
FA	Fasciculus Arcuatus
FDR	False Discovery Rate
FFT	Fast Fourier Transformation
FLS	Fasciculus Longitudinalis superior
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomografie
FNC (max/ ges)	Frazier Node Count (maximal/ gesamt)
FO	frontales Operculum
FSG	Finite - State Grammar
FU	Fasciculus Uncinatus
GABA	gamma - aminobutyric acid
GF	Gyrus Fusiformis
GSA	Gesundheitstraining „Stressbewältigung am Arbeitsplatz“
IAF	individuelle Alphafrequenz
ID	Idea Density/ Ideendichte
IDIOM	idiomatischer Ausdruck
IFG/K/L/S	inferiorer Frontalgyrus/ -kortex/ -lappen/ -sulcus
IH	inhibition hypothesis
INF	Infinitiv
IPK/L/S	inferiorer Parietalkortex/ -lappen/ -sulcus
IPSP	inhibitorisches postsynaptisches Potential
IPSyn	Index of Productive Syntax
ITG/K/L	inferiorer Temporalgyrus/ -kortex/ -lappen
KMG	Komplexität und Mentale Gesundheit
KONJ	Konjunktion
KONJ2	zweiteilige Konjunktionen
KONJ - ADV	konjunktionales Adverb

Abkürzung	Bedeutung
KONN	Konnektion
KOORD	koordinierende Konjunktion
KOORD2	zweiteilige Koordinationen
KS	knowledge system
LAN	links anteriore Negativierung
LEX - H	Hinzufügung von lexikalischem Material (z. B. bei Ellipsen)
lIFG	linker inferiorer Frontalgyrus
LIWC	Linguistic Inquiry and Word Count
lMTG	linker mittlerer Temporalgyrus
lowAlpha	lower Alpha
lTL	linker Temporallappen
LTM	long term memory
M	Mittelwert
MCU	Mean Clauses per Utterance
MDD	Major Depressive Disorder
MFG	mittlerer Frontalgyrus
MLUm	Mean Length of Utterance in Morphemen
MLUw	Mean Length of Utterance in Wörtern
MMSE	Mini Mental State Examination
MOD	Modalverb
MODI	Modifikator
MTG	mittlerer Temporalgyrus
MUC	Memory, Unification and Control
N	Nomen
NEG	Negation
NP	Nominalphrase
ns	nicht signifikant
OS	das relativierte Objekt eines Hauptsatzes ist Subjekt eines Relativsatzes
P	Präposition
PAF	Peak Alphafrequenz
PART	Partizip
PART - ADJ	Partizip in normaler Adjektivposition
PASS	Passivkonstruktion

Abkürzung	Bedeutung
PD/ PDensity	Propositionale Dichte
PET	Positronenemissionstomografie
PHQ	Patient Health Questionnaire
pIFG	posteriorer inferiorer Frontalgyrus
pITL	posteriorer inferiorer Temporallappen
PK	Parietalkortex
PO	Pars Opercularis
POSS	Possessivum
PP	Präpositionalphrase
PPA	primary progressive aphasia
PRÄD	Prädikation
PRÄDET	Prädeterminierer
präFK	präfrontaler Kortex
präMK	prämotorischer Kortex
präSM	präsupplementär - motorisch
PS	Psychosomatik
PSD	power spectral density
PSG	Phrase - Structure Grammar
pSTG/K/S	posteriorer superiorer Temporalgyrus/ -kortex/ -sulcus
PT	Pars Triangularis
pTL/S	posteriorer Temporallappen/ -sulcus
rCBF	regional cerebral blood flow
REL	Relativpronomen
REML	restricted maximum likelihood
Res.	residual
RSS	residual sum of squares
S	Satz
SD	Standardabweichung (engl. *standard deviation*)
SET	Supportiv - Expressive - Therapie
SFG	superiorer Frontalgyrus
SGF	Savitzky - Golay Filter
SIBAR	Screeninginstrument Beruf und Arbeit
Sign.	Signifikanz

Abkürzung	Bedeutung
SO	das relativierte Subjekt eines Hauptsatzes ist Objekt eines Relativsatzes
SPE	Subjektive Prognose der Erwerbstätigkeit
SPLT	Syntactic Prediction Locality Theory
SPR	Self - Paced Reading
SSIR	separate sentence - interpretation - resource
STG/S	superiorer Temporalgyrus/ -sulcus
SUB	subordinierte Sätze
SUBJ - INF	Infinitive als Subjekte
SUBJ - SATZ	Sätze als Subjekte
S-V-IO-K	Sätze aus Subjekt, Verb, indirektem Objekt und Komplement
S-V-IO-O	Sätze aus Subjekt, Verb, indirektem Objekt und Objekt
T	Zeitpunkt
TBI	traumatic brain injury
TG/K/L	Temporalgyrus/ -kortex/ -lappen
TSH	temporo - spatial hypothesis
upAlpha	upper Alpha
V	Verb
VGL	Vergleich
VP	Verbalphrase
VSSP	visuo - spatial sketch pad
WM	working memory
YD (max/ ges)	Yngve Depth (maximal/ gesamt)

I. Einleitung

Die Thematik der Komplexität stellt aktuell ein weites Untersuchungs- und Diskussionsfeld unterschiedlichster Disziplinen, die von den Naturwissenschaften bis hin zu den Sozial- und Geisteswissenschaften reichen, dar. Zwei Beispiele, die die zeitliche Dimension und Fortentwicklung des Wissenschaftsfeldes besonders deutlich machen, sind zum einen Simons (1962) Abhandlung zu komplexen Systemen, die noch heute Aktualität besitzt, und die durch Chomsky in den 1950er Jahren angestoßene Formulierung der Transformationsgrammatik, die in der Folge auch eine Herleitung von sprachlicher Komplexität auf Satzebene nach sich zog, welche jedoch verworfen wurde. Durch die Vielseitigkeit des Konzeptes erscheint es von besonderer Bedeutung die Perspektive eines Wissenschaftlers zur Thematik, die Beschreibungsebene und zugrundeliegende Definition von Komplexität genau abzugrenzen und zu beachten. Um dies zu verdeutlichen, sollen einige einleitende Beispiele aus den Bereichen der Sprach- und der Kognitionswissenschaft, die den Fokus der vorliegenden Arbeit bilden, angeführt werden.

Trotz vorherrschender Schwierigkeiten eine exakte Beschreibung oder Definition des Konzepts der Komplexität zu formulieren, können Sprecher größtenteils übereinstimmende, rein intuitive Urteile zur Komplexität sprachlicher Äußerungen abgeben, insbesondere im direkten Vergleich zwischen Sätzen. In diesem Sinne würden folgende Beispieläußerungen von (deutschen) Sprechern vermutlich mit großer Übereinstimmung als „zunehmend komplex“ eingestuft, möglicherweise sogar bis hin zu einer Bewertung des letzten Satzes als „schwer verständlich“:

(1) Das Kind weinte.

(2) Der Clown erschreckte das Kind und brachte es zum Weinen.

(3) Das zweijährige Kind, das plötzlich weinte, wurde vom Clown erschreckt.

(4) Das zweijährige Kind, das plötzlich, ohne dass jemand der Besucher, die auf dem Jahrmarkt, der sehr groß war, es merkte, weinte, wurde vom Clown erschreckt.

Eine wichtige Fragestellung zur Untersuchung von Komplexitätsunterschieden zwischen Sätzen ist jedoch, wie sich diese Sprecherintuition objektiv quantifizieren ließe. Eine erste Überlegung dazu betrifft die Wahl der Beschreibungsebene, auf der ein potenzieller Unterschied beschrieben und gemessen werden könnte. Drei Möglichkeiten sind hier beispielhaft anzuführen: *Erstens* hat Satz (1) alleine bezugnehmend auf die Anzahl an Wörtern eine geringere Länge als die Äußerungen (2) und (3)

mit jeweils 10 Wörtern, während Satz (4) deutlich länger als die drei vorangehenden Sätze ist. *Zweitens* weist Äußerung (1) die Struktur eines einfachen Satzes des Deutschen auf bestehend nur aus einem intransitiven Verb und einem Subjekt. In den Sätzen (2) und (3) können aus struktureller Sicht weitere Eigenschaften angeführt werden: Satz (2) ist aus zwei koordinierten Sätzen inklusive einer Ellipse des Subjekts aufgebaut. Neben zusätzlichen Wortarten wie einem Adjektiv und Adverb enthält Satz (3) einen Relativsatz und wird durch eine Passivstruktur ausgezeichnet. Satz (4) hebt sich auch in Bezug auf diese sprachliche Beschreibungsebene deutlich von den anderen Sätzen ab, da er ergänzend zu den erwähnten Aspekten mehrere ineinander verschachtelte, d. h. eingebettete und untergeordnete Sätze enthält. *Drittens* besteht die Möglichkeit den Informationsgehalt bzw. die lexikalische Anreicherung in den einzelnen Sätzen zur Einschätzung ihrer Komplexität heranzuziehen. Exemplarisch sei herausgegriffen, dass Satz (2) die Aussage des ersten Satzes durch Angabe der Ursache des beschriebenen Ereignisses erweitert und Satz (3) sowohl die Attribute des Kindes, als auch eine zeitliche Dimension des Ereignisses näher definiert. Interessanterweise lässt sich durch die beiden letzten Beschreibungsebenen der intuitive Unterschied zwischen den Sätzen (2) und (3) sehr gut festmachen, während dieser auf der ersten Ebene überhaupt nicht zum Ausdruck kommt. Obwohl beide Sätze gleich lang in Bezug auf ihre Wortanzahl sind, weist Satz (3) sowohl andere bzw. weitere Wortarten und Strukturen als auch einen erhöhten Informationsgehalt auf.

An solche Überlegungen bezüglich der Beschreibungsebene schließt sich letztendlich die Frage an, ob und inwiefern die angemerkten Komplexitätsunterschiede tatsächlich „Relevanz“ besitzen. Die vorliegende Arbeit soll u. a. zu dieser zentralen Fragestellung einen Beitrag leisten. Doch was ist mit „Relevanz“ gemeint und warum spielt das eine übergeordnete Rolle im Kontext der Komplexitätsthematik? Nimmt man die Perspektive der **Psycholinguistik** ein, bedeutet „Relevanz“, ob als unterschiedlich komplex eingestufte Sätze auch tatsächlich Verarbeitungsunterschiede in den Bereichen der Sprachproduktion und des Sprachverstehens herbeiführen. Viele der seit den 1950er Jahren verfolgten psycholinguistischen Ansätze zu Komplexität beruhen auf der grundlegenden Annahme, dass diese Verarbeitungsunterschiede z. B. durch erhöhten Arbeitsgedächtnisaufwand (z. B. Yngve, 1960; Gibson, 1998, 2000) erklärbar sind und sich durch Frequenzabweichungen in der Erwachsenensprache (z. B. Botel und Granowsky, 1972) ausdrücken sowie in der Erwerbsreihenfolge im kindlichen Spracherwerb (z. B. Rosenberg und Abbeduto, 1987), in Reaktionszeiten oder Lesezeiten bei Experimenten (z. B. Kintsch und Keenan, 1973)

niederschlagen oder interessante Relationen zu außersprachlichen Faktoren wie dem Alter zeigen (z. B. Cheung und Kemper, 1992; Kemper et al., 2001a). Bezüglich der drei oben erwähnten Beschreibungsebenen wurden bereits einige psycholinguistische Komplexitätsmaße entwickelt, auf natürliche Sprachäußerungen angewendet und mit unterschiedlichen Faktoren korreliert. Beispielhaft seien hier einige Maße angeführt: Die mean length of utterance (MLU) ist ein Maß, das Komplexität von Sprache einfach über die mittlere Anzahl an Wörtern oder Morphemen einer Äußerung eines Sprechers definiert (Brown, 1973). Das Developmental Level (Rosenberg und Abbeduto, 1987), die Directional Complexity (Botel und Granowsky, 1972) oder die Yngve Depth (Yngve, 1960) messen auf unterschiedliche Art und Weise und aufbauend auf verschiedenen Basisannahmen syntaktische bzw. strukturelle Komplexität. Der Informationsgehalt wird durch das Maß der Ideen- bzw. Propositionsdichte (Kintsch und Keenan, 1973; Turner und Greene, 1977) quantifizierbar.

Eine andere Sichtweise zu sprachlicher Komplexität lässt sich mittels eines Beispiels aus der **Typologie** veranschaulichen. Im Gegensatz zur dargestellten psycholinguistischen Ausrichtung auf die Untersuchung von Komplexitätsunterschieden zwischen Sätzen innerhalb einer Sprache legt dieses Forschungsgebiet den Fokus auf den Sprachvergleich und mögliche Komplexitätsdivergenzen, die sich dort zeigen. In McWhorter (2001: 127) werden die unter (5) notierten Beispiele aus dem Kikongo, einer im Kongo gesprochenen Bantusprache, und der Satz (6) aus dem Japanischen angeführt:

(5) (a) *nsuumbidingí nkóombo.*
'I bought a goat (today).'

(b) *yásuumbidi nkóombo.*
'I bought a goat (earlier).'

(c) *yasáumba nkóombo.*
'I bought a goat (yesterday)'

(d) *nsuumbidi nkóombo.*
'I have bought a goat.'

(6) *yagi o katta*
goat ACC bought
'I (have) bought a goat.'

Durch die beiden Sprachbeispiele lassen sich einige für den Bereich der Typologie relevante Überlegungen und Fragestellungen herausarbeiten. Ein möglicher Ausgangspunkt für einen Sprachvergleich kann sein, spezifische Bereiche der Grammatik zweier (oder mehrerer) Sprachen, für die ein deutlicher Unterschied in der

Markierung bestimmter grammatischer Kategorien angenommen werden kann, herauszugreifen. Im oben angeführten Beispiel betrifft das die Kategorie Tempus, wo das Japanische offenbar weniger Möglichkeiten der morphologischer Markierung von Vergangenheit aufweist im Gegensatz zum Kikongo, das eine deutlich größere Bandbreite an Formen overt ausdrückt. McWhorter (2001) führt mit Verweis auf Welmers (1973) an, dass das Kikongo vier Möglichkeiten besitzt unterschiedliche Arten der Vergangenheit, für die das Japanische hingegen nur eine einzige Form aufweist, morphologisch zu markieren. Lässt sich jedoch aus dieser Beobachtung schlussfolgern, dass das Japanische im Vergleich zum Kikongo in Bezug auf den Bereich Tempus weniger komplex ist, da es weniger Formen in der Morphologie ausweist? Und wie ließe sich ein solcher Komplexitätsunterschied wiederum objektiv quantifizieren? An diese grundlegenden Fragestellungen schließen sich weitere, in der typologischen Literatur vielfach diskutierte, aber durchaus umstrittene Fragen an wie bspw.: Gibt es möglicherweise einen Ausgleich der Komplexität zwischen verschiedenen sprachlichen Bereichen, d. h., wird morphologische Simplizität durch syntaktische Komplexität ausgeglichen im Sinne eines „Trade - offs“ (vgl. Gil, 2008; Miestamo, 2009; Sinnemäki, 2009)? Können Komplexitätsunterschiede zwischen einzelnen Sprachen in ihrer Gesamtheit, d. h. alle Bereiche zusammengenommen, abgeleitet werden (vgl. McWhorter, 2001)? Zu letzterer Frage kann an dieser Stelle bereits zu Bedenken gegeben werden, dass sich der beschriebene Unterschied zwischen den beiden Sprachen des Beispiels alleine an der overten morphologischen Markierung festmacht. Bisang (2009) merkt jedoch die Unvollständigkeit einer solchen Analyse an. Nach ihm können Sprachen sehr unterschiedlichen Strategien folgen, sodass sie letzten Endes entweder oberflächlich komplex aussehen – das bezeichnet er entsprechend als „overt complexity“ – oder eine Art verdeckte und overt nicht markierte Komplexität, die „hidden complexity“, aufweisen. Letztere erfordert dann unter Umständen Inferenzen zu nicht explizit ausgedrückten Inhalten.

Zuletzt sei ein interessantes Beispiel aus der **Kognitionswissenschaft** angeführt, das nicht alleine mit Sprache, sondern allgemein höheren kognitiven Prozessen zur Verarbeitung von Informationen zusammenhängt und eine weitere Perspektive zu Komplexität, die in der vorliegenden Arbeit von Bedeutung sein wird, einführt. Als gut erforscht können derzeit vor allem kognitive Prozesse, die zwischen verschiedenen Arealen des tierischen und menschlichen Kortex bei der Verarbeitung visueller Stimuli ablaufen, bezeichnet werden (vgl. Okada et al., 2010; Rauschecker und Scott, 2009). Die Komplexität, die in der Wahrnehmung eines visuellen Reizes liegt, wird an der Annahme deutlich, dass sich ein vollständiger Sinnesein-

druck erst aus einer Analyse vieler, zunehmend komplexer Merkmale des Stimulus auf unterschiedlichen Ebenen zusammenfügt: Ausgehend von der untersten Ebene mit einfachen und grundlegenden visuellen Merkmalen wie Bildpunkten oder Linien einer bestimmten Orientierung in einem sehr begrenzten Bereich über die nächst höhere Ebene der Form, Größe und Farbe eines Stimulus bis hin zu komplexen Eigenschaften eines Objektes als Ganzes wie dessen Orientierung im Raum, Bewegung oder einer Einordnung in Bezug darauf, um welches Objekt (z. B. ein Gesicht, ein Gebäude) es sich handelt (vgl. Mishkin et al., 1983). Wie Mishkin et al. (1983) darlegen konnten, verläuft die Verarbeitung eines visuellen Stimulus, grob skizziert, entlang dieser immer komplexer werdenden Stufen ausgehend vom primären visuellen Kortex im Okzipitallappen des Gehirns über Umgebungsregionen und auf zwei unterschiedlichen Pfaden (dorsal und ventral) entlang des temporalen und parietalen Kortex. Eine wichtige Eigenschaft scheint zu sein, dass dieser Prozess hierarchisch organisiert ist, d. h., dass eine Zusammenführung von einfacheren Stimulusmerkmalen auf einer tieferen Ebene die Verarbeitung komplexerer Eigenschaften auf der nächsten Ebene ermöglicht. Ein ähnliches Verhalten bzw. vergleichbare Prozesse wurden für das auditorische System vorgeschlagen sowie auf die Sprachverarbeitung erweitert (vgl. Rauschecker und Tian, 2000; Peelle et al., 2010; Rauschecker und Scott, 2009; Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky, 2013; Bornkessel-Schlesewsky et al., 2015b). Bereits Simon (1962) hat die auffällige und definierende hierarchische Konzeption bzw. Strukturierung komplexer Systeme, die, wie mittels des Beispiels gezeigt werden konnte, auch für den Bereich der Kognitionswissenschaft von besonderer Bedeutung zu sein scheint, herausgearbeitet.

Insgesamt machen diese einleitenden Beispielen aus sprach- sowie kognitionswissenschaftlicher Sicht die Bandbreite an Fragestellungen und Definitions- bzw. Beschreibungsmöglichkeiten in Bezug auf das Konzept der Komplexität deutlich. Bereits an dieser Stelle kann jedoch eine Einordnung der vorliegenden Arbeit dahingehend gegeben werden, dass sich das Konzept von Komplexität für die empirischen Teile aus einer Anwendungs- und Verarbeitungsperspektive herleiten wird und in dieser Hinsicht einen Beitrag liefern soll. Die Eigenschaft der Hierarchie wird dabei eine zentrale Rolle spielen.

Wie ebenfalls oben kurz erwähnt und beispielhaft gezeigt, ist besonders auffällig, dass **„Komplexität“ oder „komplex“ gebräuchliche Konzepte** im alltäglichen Diskurs darstellen, zu denen es eine gewisse Intuition gibt. Deutscher (2009: 247) hält zutreffend fest, dass es zwei grundlegende Bedeutungen gibt, die sich in diesem intuitiven Gebrauch der Konzepte ausdrücken. Schaut man sich Definitionen

in unterschiedlichen deutschsprachigen Wörterbüchern und deren online - Ausgaben wie dem Duden, dem Brockhaus oder dem Wahrig Fremdwörterlexikon an, kommt häufig eine Seite des Verständnisses von Komplexität, die sich auf den Aufbau einer „Gesamtheit“ bezieht, zum Ausdruck. In den entsprechenden Einträgen ist häufig die Rede von einer Vielzahl an einzelnen, aber „vielfältigen“ Komponenten, wobei sowohl die Vielschichtigkeit als auch die Abhängigkeit der einzelnen Teile untereinander die Gesamtheit ausmachen. Beispielhaft sei die Definition des Fremdwörterlexikons von Wahrig-Burfeind (2007: 516) angeführt, die das Adjektiv „komplex“ mit den Eigenschaften „zusammengesetzt, verwickelt, vielfältig u. doch einheitlich“ in Verbindung bringt. Der zweite Kontext, in dem die Konzepte verwendet werden, lässt sich auch in der oben angeführten Bemerkung zum Beispielsatz (4), dass dieser möglicherweise als „schwer verständlich“ eingeschätzt würde, wiederfinden. Eine solches Verständnis von Komplexität nimmt Bezug auf potenzielle Schwierigkeiten, die für denjenigen entstehen können, der etwas mit der Eigenschaft komplexer zu sein „verarbeitet“ (z. B. wahrnimmt, versteht, produziert). Desweiteren ist interessant, dass sich der Begriff auf verschiedene Aspekte des Alltagslebens wie Probleme, Aufgaben, gesellschaftliche Phänomene etc. beziehen lässt und häufig im Zusammenhang mit Veränderungen gebraucht wird (im Sinne von „die Komplexität nimmt zu/ ab“). Wie im Verlauf der Einleitung und der gesamten Arbeit gezeigt werden soll, spiegeln sich diese Aspekte der intuitiven Verwendung des Komplexitätskonzepts in der sprachwissenschaftlichen Auseinandersetzung mit der Thematik wider, da sich Probleme bezüglich der Beschreibung und Quantifizierbarkeit solcher Intuitionen ergeben. Neben der alltäglichen Verwendung der Konzepte ist darüber hinaus festzuhalten, dass vielfältige Arbeiten unterschiedlichster wissenschaftlicher Disziplinen Komplexität als Thema gewählt haben (vgl. Gell-Mann, 1994; Simon, 1962). Zu nennen sind diesbezüglich u. a. die Naturwissenschaften (z. B. Arbeiten zum strukturellen Aufbau chemischer Substanzen und dem Verhalten von Organismen in der Biologie), die Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften (bspw. Untersuchungen oder Ausführungen bezüglich der Kommunikation/ Interaktion in Unternehmen bzw. Organisationen) oder sozialwissenschaftliche Disziplinen, die sich mit dem Erwerb sowie der Vermittlung von Wissen auseinandersetzen. Erneut ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass Simon bereits 1962 eindrucksvoll zeigen konnte, dass eine ausweisende Eigenschaft aller der in diesen Arbeiten betrachteten komplexen Systeme wahrscheinlich die der Hierarchie ist. Ein Ausschnitt eines Kommentars aus der Mainzer Allgemeinen Zeitung vom 04. Januar 2017: „Mit einer größeren Behörde steigt die Komplexität allein schon durch die Zunahme an

Hierarchieebenen“, macht sehr schön deutlich, dass diese bestimmende Eigenschaft jedoch nicht nur theoretisch herzuleiten ist, sondern auch im alltäglichen Gebrauch des Komplexitätsbegriffs durchaus zum Ausdruck kommt und insofern zumindest teilweise bewusst mit dem Konzept verknüpft wird.

Der Fokus der vorliegenden Arbeit wird im Gegensatz zu einer wissenschaftsübergreifenden Betrachtung allerdings darauf liegen, die verschiedenen **Facetten von Komplexität im Sprachsystem** aufzuzeigen und insbesondere in Hinblick auf psycholinguistische und neurokognitive Ansätze durch neue Herangehensweisen an die Thematik zu ergänzen und zu vertiefen. Dies beinhaltet, wie bereits angedeutet, im Wesentlichen eine Abgrenzung der unterschiedlichen Perspektiven, die in den jeweiligen Forschungsbereichen eingenommen werden, eine Darlegung der einzelnen Definitionsansätze und der oben beispielhaft gezeigten Beschreibungsebenen. Um die sprachwissenschaftliche Diskussion zu Komplexität in ihrer Breite zu erfassen, wird der theoretische Teil der Arbeit zudem die typologische Auseinandersetzung mit der Thematik und die dort aufgekommenen Fragestellungen teilweise besprechen. Die Herausforderung in allen diesen Bereichen besteht darin, zuerst einmal eine adäquate Definition von sprachlicher Komplexität festzulegen, die eine Arbeitsgrundlage für die zu untersuchende Fragestellung bietet. Darauf aufbauend können in einem weiteren Schritt Aspekte wie die für eine Anwendung oder einen Vergleich notwendige Beschreibung und Quantifizierung intuitiver Komplexitätsunterschiede – ob auf Satz- oder Einzelsprachebene – erarbeitet werden. Drei Faktoren, die bei der Untersuchung sprachlicher Komplexität zu beachten sind, wurden durch die einleitenden Beispiele oben veranschaulicht und können an dieser Stelle zusammengefasst werden. *Erstens* kann sich eine Beschreibung von Komplexität auf die unterschiedlichen Bereiche des Sprachsystems beziehen. Bspw. wäre eine Möglichkeit, das Ausmaß an Lauten, die in einer Sprache Phonemstatus besitzen, heranzuziehen und darauf aufbauend zu definieren, dass Sprachen mit einem größeren Phoneminventar komplexer bezüglich des Bereichs der Phonologie sind als solche mit einem geringeren (vgl. Miestamo, 2008). Stellvertretend für das Gebiet der typologischen Forschung im Allgemeinen und den Bereich der Morpho - Syntax im Speziellen sind Arbeiten von Dahl (2009b) oder Givón (2009) zu nennen, die sich Bezug nehmend auf unterschiedliche Konstruktionen mit der Evolution komplexer Morphologie beschäftigt haben und abweichende Ansichten zur diachronen Entwicklung von Komplexität auf dieser Ebene präsentieren. Wie bereits erwähnt, beziehen sich psycholinguistische Ansätze zu Komplexität hingegen typischerweise auf Einzelsprachen und meist auf die Ebene des Satzes, wobei sowohl strukturelle

als auch semantische Faktoren herangezogen werden. Bisangs (2009) Ansatz zeigt außerdem, dass die Ebene der Pragmatik vor allem in der typologischen Diskussion um Komplexität häufig ausgeklammert wurde und stärkere Beachtung finden sollte. *Zweitens* kann als zusätzlicher Faktor festgehalten werden, dass je nach Ansatz Komplexitätsunterschiede oder -veränderungen auf verschiedene Art und Weise quantifiziert werden können, unabhängig von der Beschreibungsebene z. B. durch die Menge an Unterscheidungen, die die Grammatik einer Sprache ermöglicht, die Anzahl an zur Verfügung stehenden Einheiten oder Elementen, die Möglichkeiten overter Markierung, das Ausmaß an Hierarchieebenen etc. *Drittens* ist ein zu beachtender Faktor, ob Komplexität grundlegend als eine absolute Eigenschaft des sprachlichen Systems angesehen wird oder nur von Relevanz ist relativ zu demjenigen, der Sprache verarbeitet, d. h., gebraucht, wahrnimmt oder lernt (vgl. Miestamo, 2008, 2009; Dahl, 2009a).

Für die in dieser Arbeit fokussierten Bereiche der Linguistik ergeben sich auf Basis der beschriebenen Faktoren und Überlegungen unterschiedliche **Perspektiven, Fragestellungen und Theorien**, deren Erforschung, Nachweis und Widerlegung in vielfältigen Beiträgen zum Thema Sprache und Komplexität bis heute versucht wird. **Typologische Arbeiten** beinhalten meist als Ausgangspunkt eine Einordnung der eingenommenen Perspektive und der zugrunde gelegten Definition von Komplexität. In Bezug auf den in dieser Forschungsrichtung verfolgten Vergleich der Komplexität einzelner Sprachen hat die mittlerweile veraltete Sichtweise, es gäbe primitive Kulturen, die ebenso einfache sprachliche Systeme besitzen, zu einer großen Kontroverse beigetragen. Zwar herrscht seit den 1980er Jahren Einigkeit darüber, dass es keine tatsächlich „primitiven“ Kulturen mit entsprechenden Sprachsystemen gibt, doch hat sich daraus eine weitere Fragestellung ergeben. Crystals (1987) Arbeit kann als Auslöser dieser Debatte bezeichnet werden, denn er vertrat darin die Meinung, dass alle Sprachen bzw. alle Grammatiken gleichermaßen komplex sind. Dies wurde begründet auf der einleitend erwähnten Annahme, dass sich mehr Komplexität auf einer der oben angedeuteten Ebenen der Grammatik einer Sprache durch Einfachheit/ Simplizität in einem anderen Bereich ausgleicht im Sinne eines „Trade - offs“. Evidenz für oder gegen die als „equi - complexity“ Hypothese (ECH) bezeichnete Annahme zu finden, wurde in unterschiedlichen Studien zwar als Zielsetzung gewählt. Miestamo (2009) führt zu dieser Diskussion jedoch z. B. Gegenargumente an, die das Ziel unerreichbar erscheinen lassen, einen Nachweis der Hypothese zu finden, dass es einen Komplexitätsausgleich zwischen allen Bereichen einer Sprache insgesamt gibt. Ein Abgleich aller Aspekte des sprachlichen

Systems, ausgedrückt in einem Maß, sei zum einen nicht möglich. Zum anderen stelle sich die Frage der Quantifizierung von Komplexität, die eine Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Bereiche zulassen würde.

Sowohl **psycholinguistische als auch neurobiologische Arbeiten** zur Thematik untersuchen hauptsächlich, wie die Relation zwischen sprachlicher Komplexität und kognitiven Funktionen oder Fähigkeiten bzw. kognitiver Verarbeitung ist. Dies beinhaltet zum einen die Frage, inwiefern sprachliche Komplexität bei der Produktion von Sätzen Einfluss hat und z. B. zu Beschränkungen der Anzahl und Art an Konstruktionen, Strukturen oder Einbettungen führen kann. Zum anderen sind Studien zu nennen, die sich mit den Auswirkungen erhöhter Komplexität bezüglich unterschiedlicher sprachlicher Aspekte (z. B. der oben erwähnten semantischen Anreicherung oder bestimmter syntaktischer Konstruktionen) auf das Verstehen von Sprache, das sich bspw. in Lesezeiten erheben lässt, beschäftigen (z. B. Cheung und Kemper, 1992; Gibson, 1998, 2000; Kintsch und Keenan, 1973). Stark im Fokus dieser Forschungsrichtungen stehen Beobachtungen, die nicht nur für die Linguistik, sondern interdisziplinär z. B. für die Kognitionswissenschaften oder Psychologie von Interesse sind. Viele Faktoren, die außerhalb des Sprachsystems an sich liegen, wurden seit den 1980er Jahren in den beschriebenen Teildisziplinen der Sprachverarbeitungsforschung auf Korrelationen mit sprachlicher Komplexität hin untersucht. Dazu sind vor allem Untersuchungen von Kemper et alia (2001a, b) und Snowdon et alia (1996, 2000) zu nennen, die Veränderungen der sprachlichen Komplexität im Verlauf des Lebens mit dem Alter oder das Komplexitätsniveau im jungen Erwachsenenalter mit altersbedingten Erkrankungen wie Demenz/ Alzheimer in Relation setzen. Desweiteren werden andere verbale und kognitive Parameter wie z. B. die Größe des Wortschatzes, die Leseflüssigkeit oder die Arbeitsgedächtnisspanne von Probanden bzw. Patienten erhoben und in Korrelation mit sprachlicher Komplexität hauptsächlich bei der Produktion von kurzen Texten gesetzt (z. B. Kemper und Sumner, 2001). Der Faktor „Arbeitsgedächtnis“, dessen Kapazitätsbeschränkung bspw. in Relation zu altersbedingten Veränderungen gesehen und als Erklärung für Komplexitätsveränderungen angeführt wird, sticht in den erwähnten Arbeiten hervor und bedarf folglich einer näheren Betrachtung und Diskussion. Trotz der Erarbeitung zahlreicher Modelle, die auf aufschlussreiche, differenzierte Korrelationen verschiedener Faktoren mit Komplexität bei der Sprachproduktion hindeuten, ist nicht klar, worauf diese zurückzuführen sind und welche Schlussfolgerungen sie in Hinblick auf die Verarbeitung von sprachlicher Komplexität zulassen. Die neurokognitive Forschung bietet diesbezüglich weitere Möglichkeiten und Verfahren, um der

Frage nach den Grundlagen der Verarbeitung von Komplexität im Gehirn vertieft nachzugehen und einer Erklärung für mögliche Zusammenhänge näherzukommen. Darauf aufbauend wurden, wie in den einleitenden Beispielen bereits angedeutet, Modelle zur Verarbeitung unterschiedlicher Reize (visuell, akustisch, sprachlich) entwickelt (z. B. Mishkin et al., 1983; Rauschecker und Tian, 2000; Rauschecker und Scott, 2009; Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky, 2013; Bornkessel-Schlesewsky et al., 2015b). Diese können einen zunehmend detaillierten und vertieften Einblick in die kognitive Verarbeitung komplexer Informationen bieten. Wie im Beispiel zum visuellen System oben angedeutet wurde, scheint auch hier eine gemeinsame Eigenschaft die der hierarchischen Verarbeitung ausgehend von einfachen zur Komposition komplexer Informationen zu sein. Damit die soeben angedeuteten Analysen überhaupt durchführbar sind, bedarf es ähnlich wie in der typologischen Forschung einer Quantifizierung von Komplexitätsunterschieden. Da das primäre Ziel psycholinguistischer Studien allerdings nicht der Vergleich von Sprachen ist, sondern eine Anordnung von Sätzen in Bezug auf ihre Komplexität für die jeweiligen Untersuchungen vorgenommen werden soll, gestaltet sich die Entwicklung von Komplexitätsmaßen in diesem Feld etwas unproblematischer. In den einleitenden Beispielen wurden erste Hinweise besprochen, dass aufbauend auf verschiedenen Merkmalen wie Frequenz, Erwerbsreihenfolge, Hierarchie-/ Einbettungsebene, Dichte etc. vielfältige und objektive Maße zur Bestimmung der Komplexität von Äußerungen definiert wurden. Dies zeigt, dass ein weiterer wichtiger Aspekt psycho- und neurokognitiver Forschung neben der Verarbeitungs-, die Anwendungsperspektive zu Komplexität ist. Zuletzt sei darauf verwiesen, dass alle bisher erwähnten Arbeiten und Beiträge zum Thema Sprache und Komplexität eindrucksvoll die Interdisziplinarität und das Ausmaß des Themengebiets deutlich machen.

Die beiden **empirischen Teile** der vorliegenden Arbeit werden sich, wie zu Anfang schon angeklungen ist, auf die Anwendungs- und Verarbeitungsperspektive der beschriebenen psycholinguistischen und neurokognitiven Ansätze stützen und ihre Motivation aus Erkenntnissen der Studien in diesen Bereichen ziehen. Einigen Unklarheiten bzw. Interpretationsalternativen, die sich aus den bisher gewonnenen Erkenntnissen insbesondere der psycholinguistischen Forschung zu Komplexität ableiten lassen, soll vertieft nachgegangen werden. Eine solche Fragestellung ist bspw., worauf die Ergebnisse bezüglich des Zusammenhangs zwischen sprachlicher Komplexität und Alter bzw. kognitiven Beeinträchtigungen wie Demenz/ Alzheimer tatsächlich zurückzuführen sind und welches Potenzial in der Messung der Komplexität bei der Sprachproduktion liegt. Erkenntnisse der sogenannten „Nonnenstudie“

(z. B. Snowdon et al., 1996; Kemper et al., 2001a und siehe Abschnitt 2.3) konnten für eine Stichprobe von Nonnen eine fundierte Korrelation zwischen niedrigeren Komplexitätswerten der Sprache im frühen Erwachsenenalter (mit ca. 20 Jahren) und einer später auftretenden Erkrankung an Demenz/ Alzheimer ableiten. Aus dieser weitreichenden Erkenntnis ergibt sich die für die vorliegende Arbeit relevante und entscheidende Frage, ob die Erhebung der sprachlichen Komplexität eines Individuums ein Potenzial als Prädiktor für kognitive Veränderungen hat. Diesbezüglich erscheinen nicht nur kognitive Veränderungen als Auswirkung einer neurodegenerativen Erkrankung aufschlussreich, sondern möglicherweise auch solche, die sich durch psychische Beeinträchtigungen z. B. bedingt durch Stress ergeben. Desweiteren ist zu beachten, dass bei einer Analyse des Zusammenhangs zwischen Sprache und Kognition zusätzlich individuelle, neurobiologische Merkmale eines Menschen als potenzielle Einflussfaktoren überprüft werden sollten. Viele solcher Faktoren (z. B. Intelligenz, Kapazität des Arbeitsgedächtnisses) werden in Studien mit erhoben und bei der Datenauswertung und -interpretation teilweise mit einbezogen. Dass zudem das Gehirn von Mensch zu Mensch unterschiedlich ist, d. h., in Teilen einen stark variierenden Aufbau bzw. eine für jedes Individuum eigene Struktur aufweist, ist weitreichend erforscht und sollte Auswirkungen auf die Verarbeitung von Sprache haben. Das erschwert u. a. die Interpretation individueller ereigniskorrelierter Potentiale (EKPs), die in Studien mittels der neurokognitiven Methode der Elektroenzephalografie (EEG) abgeleitet wurden (vgl. Luck, 2005). In Bezug auf die in der vorliegenden Arbeit angestrebte Erörterung dieser beiden Aspekte – des prädiktiven Potenzials sprachlicher Komplexität und des Einflusses individueller Faktoren – bieten drei weitere Erkenntnisse vorangegangener Studien wegweisende Grundlagen: *Erstens* scheinen einige sprachliche Komplexitätsmaße, wie sie in der psycholinguistischen Literatur bereits vielfach angewendet und überprüft wurden, valide Instrumente zur objektiven Bestimmung sprachlicher Fähigkeiten zu sein (z. B. Cheung und Kemper, 1992; Kemper und Sumner, 2001). Damit ist in Bezug auf den Anwendungsaspekt eine wichtige Voraussetzung gegeben. *Zweitens* bietet sich als Grundlage für eine Untersuchung des Zusammenwirkens von sprachlicher Komplexität und kognitiven Veränderungen das von Pennebaker und Beall (1986) entwickelte Paradigma des sogenannten „expressiven Schreibens“ an. In verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass die schriftliche Auseinandersetzung mit einem traumatischen oder emotional belastenden Ereignis interessanterweise positive Auswirkungen insbesondere auf die allgemeine, aber ebenfalls mentale Gesundheit haben kann (z. B. Pennebaker, 1993; Campbell und Pennebaker, 2003;

Baikie, 2008). Das wäre also eine geeignete Möglichkeit, sprachliches Material auf Komplexitätsveränderungen hin zu untersuchen und letztere mit kognitiven Veränderungen in Verbindung zu setzen.[1] Durch eine Kooperation mit der psychosomatischen Medizin und psychotherapeutischen Klinik in Mainz konnte eine Anknüpfung des Empirieteils I an die sogenannte „GSA - Online“ Studie (Zwerenz et al., 2013; Becker et al., 2015) – eine Untersuchung zur Wirksamkeit eines psychotherapeutischen online - Nachsorgeprogramms – erreicht werden. Das Nachsorgeprogramm beinhaltete die Produktion wöchentlicher Blogtexte durch Patienten, die an der Therapie teilnahmen, und ermöglichte somit eine linguistische Analyse der sprachlichen Komplexität. *Drittens* sollte für die Untersuchung des Einflusses individueller, neurobiologischer Faktoren auf die sprachliche Komplexität, ein Parameter untersucht werden, der nachweislich stabil für einzelne Individuen, aber interindividuell variabel ist. Hier bietet sich die von Klimesch (1999) beschriebene „individuelle Alphafrequenz (IAF)“ an, die einen von Mensch zu Mensch variierenden, bspw. in vielen EEG - Studien mit erhobenen und nach Grandy et al. (2013b) relativ stabilen Indikator der neurobiologischen Informationsverarbeitung darstellt. Ein weiterer Vorteil ist, dass sich dieser durch eine schnell zu erhebende EEG - Ableitung einfach messen lässt.

Zusammenfassend kann festhalten werden, dass die beiden empirischen Teile der vorliegenden Arbeit die Anwendungs- und Verarbeitungsperspektive zu sprachlicher Komplexität aufgreifen und in Bezug auf zwei Hauptaspekte erweitern. Zum einen soll untersucht werden, inwiefern und zu welchem Ausmaß sich die im Rahmen der Nonnenstudie wiederholt gezeigten Effekte im Verhältnis zu neurodegenerativen Erkrankungen auf einen Zusammenhang zwischen sprachlicher Komplexität und andersartigen Veränderungen der mentalen Gesundheit erweitern lassen. Letztendlich steht damit das Ausloten des Potenzials von Komplexitätsmaßen als objektive, ergänzende Instrumente basierend auf einer Sprachanalyse in der psychotherapeutischen Behandlung in Verbindung. Hierbei bietet sich eine explorative Vorgehensweise an, um Möglichkeiten dieses in Teilen neuartigen Forschungsfeldes aufzuzeigen und Tendenzen abzuleiten. Dazu wird, wie in **Kapitel III** betont und begründet werden soll, für den ersten empirischen Teil eine eingeschränkte Inter-

[1] Parallel zur Interpretation der Ergebnisse der Nonnenstudie ist jedoch anzumerken, dass es auch für die Frage, warum das expressive Schreiben Einfluss auf die Gesundheit zu haben scheint, unterschiedliche Erklärungsansätze gibt (für einen Überblick siehe Horn und Mehl, 2004; Horn et al., 2011). Die Beobachtung, dass sich auch sprachliche Veränderungen z. B. in der Verwendung von Pronomen zeigen, hat zur Entwicklung linguistischer sowie kognitiver Ansätze beigetragen (z. B. Campbell und Pennebaker, 2003; Klein und Boals, 2001; Yogo und Fujihara, 2008).

pretierbarkeit der Daten aufbauend auf vor allem eher geringen Belastungswerten der Patienten in den psychologischen Outcome - Kriterien bewusst hingenommen. Zum anderen kann als neuer Aspekt der vorliegenden Arbeit im Zusammenhang mit dem zweiten empirischen Teil in **Kapitel V** genannt werden, dass die neurobiologische Perspektive zu Komplexität in Bezug auf individuelle Unterschiede in der Informationsverarbeitung untersucht werden soll.

Die Arbeit gliedert sich folglich in drei große Teile: Das **Ziel des ersten, theoretischen Teils** der Arbeit ist eine grundlegende Übersicht über eher wissenschaftsübergreifende sowie darauffolgend spezifisch sprachwissenschaftliche Sichtweisen und Studien zu Komplexität zu geben, wobei auf die Herleitung der Perspektive, aus der sprachliche Komplexität in den empirischen Teilen untersucht wird, hinzuarbeiten ist. Das heißt konkret:

- Auf welcher Ebene bzw. aus welcher Perspektive kann eine für diese Arbeit relevante und grundlegende Definition von sprachlicher Komplexität erreicht werden?

Das **erste Ziel der beiden empirischen Teile** ist die Anwendung psycholinguistischer Komplexitätsmaße in Bezug auf unterschiedliche Aspekte aufzuzeigen. Sprachliche Komplexität wird im ersten Empirieteil in schriftlich produzierten online - Blogtexten, im zweiten Empirieteil in mündlich wiedergegebenen Erzählungen erhoben. Zudem werden einerseits die Äußerungen von stressbedingt psychisch belasteten Patienten aus dem GSA - Online Programm und andererseits „unbeeinträchtigten“ Probanden aus einem Laborexperiment analysiert. Zuletzt ermöglicht der zweite empirische Teil zusätzlich einen oberflächlichen Sprachvergleich, da das angesprochene Experiment auf ähnliche Weise mit deutschen und englischen Muttersprachlern durchgeführt und die IAF mit derselben Methode ausgewertet wurde. In Bezug auf das Vorgehen bei der Komplexitätsauswertung gibt es Unterschiede, was zu gewissen Einschränkungen für einen solchen Vergleich führt. Als **zweites Ziel der empirischen Teile** kann definiert werden, dass die kognitive Verarbeitung von sprachlicher Komplexität näher beleuchtet werden soll. Diesbezüglich wird einerseits ein möglicher Zusammenhang zur mentalen Gesundheit von psychisch belasteten Patienten untersucht und andererseits dem Einfluss individueller Faktoren auf Ausprägungen in der sprachlichen Komplexität dieser Patienten sowie gesunder Probanden nachgegangen. Letzteres kann durch die Einbeziehung der oben erwähnten IAF als ein stabiler Marker der Informationsverarbeitung aus neurobiologischer Sicht untermauert werden.

An dieser Stelle sollen nun die **Ausgangsannahmen sowie Fragestellungen**

der beiden empirischen Teile festgehalten werden:
Der **Empirieteil I** geht von der Beobachtung aus, dass sich das expressive Schreiben auf die (auch mentale) Gesundheit auswirkt und zu positiven Effekten bzw. einer Verbesserung dieser führen kann.[2] Durch das Paradigma bietet sich die Möglichkeit sprachliche Komplexitätsveränderungen und deren Entwicklung über einen kürzeren Zeitraum hinweg zu untersuchen und durch die Eingliederung in ein psychotherapeutisches Programm in Relation zu Veränderungen der mentalen Gesundheit zu setzen. Für den ersten empirischen Teil ergeben sich schließlich folgende Hauptfragestellungen, die durch die Analyse der online - Blogtexte psychisch belasteter Patienten und deren Therapieerfolg untersucht werden sollen:

- Sind Veränderungen durch das expressive Schreiben in Bezug auf Sprache in unterschiedlichen Instrumenten zur Bestimmung sprachlicher Komplexität, d. h. syntaktischen Komplexitätsmaßen sowie Maßen der semantischen oder inhaltlichen Dichte, feststellbar?
- Gibt es eine Verbindung zwischen sprachlichen Komplexitätsausprägungen bzw. - entwicklungen und der durch psychologische Outcome - Kriterien erhobenen mentalen Gesundheit bzw. deren Veränderung?
- Haben sprachliche Komplexitätsmaße angewendet auf von Patienten im Rahmen einer Psychotherapie verfasste Texte ein Potenzial als objektive Maße im Sinne einer Ergänzung zu subjektiven Einschätzungen?
- Welche Rolle spielen individuelle Faktoren, die die Ebene der sprachlichen Komplexität eines Patienten zu Beginn einer Therapie potenziell vorbestimmen und die Richtung der Entwicklung der mentalen Gesundheit von vorneherein beeinflussen könnten?

Mit diesen Fragestellungen lassen sich also die Anwendungsmöglichkeiten der vordefinierten sprachlichen Komplexitätsmaße erörtern und die Verarbeitungsperspektive durch eine Analyse der Relation zwischen sprachlicher Komplexität in der schriftlichen Produktion und mentalen, stressbedingten Veränderungen aufgreifen. Wodurch mögliche Verbindungen zwischen sprachlichen Komplexitäts- und mentalen Veränderungen sowie individuellen Faktoren erklärbar wären, kann in diesem Teil aufgrund der Konzeption der Studie nicht beantwortet werden, es würde jedoch ein interessanter Ausgangspunkt für weitere, eingegrenztere Untersuchungen geschaffen.

[2] Trotz unterschiedlicher Erklärungsansätze bleibt, wie oben kurz angeschnitten, die Frage bisher offen, worauf sich dieser Effekt gründet.

Aus den Erkenntnissen des ersten empirischen Teils leitet sich die Konstruktion des Experiments, das in **Empirieteil II** behandelt wird und an einer Stichprobe gesunder Probanden erhoben wurde, her. Die Studie bezieht mittels der Hinzunahme der neurokognitiven Methode des EEGs einen individuellen Faktor auf der Ebene der neurobiologischen Informationsverarbeitung ein und setzt diesen mit der sprachlichen Komplexität einer kurzen gesprochenen Erzählung eines Probanden in Relation. Um das zu ermöglichen, wird sich das Experiment ausschließlich auf die Analyse eines biologischen Grundrhythmus im EEG stützen nämlich der Ableitung der bereits erwähnten IAF aus dem sogenannten Ruhe - EEG eines Probanden als stabiler und gut beschriebener, individuell variierender Marker und erhoben unmittelbar vor und nach der Produktionsaufgabe. Für den zweiten empirischen Teil ergeben sich folgende Fragestellungen:

- Kann die IAF eines gesunden Probanden mit Ausprägungen seiner sprachlichen Komplexität in Verbindung gebracht werden?
- Können Unterschiede in Bezug auf die bereits in Empirieteil I betrachteten Komplexitätsmaße festgestellt werden?
- Spielt die Muttersprache des Sprechers (Deutsch versus Englisch) eine Rolle für das Verhältnis zwischen IAF und sprachlicher Komplexität oder kann es als universell angesehen werden?

Anhand dieser Fragestellungen soll der Empirieteil II zusammengefasst die Anwendungsperspektive auf gesprochene Erzählungen und gesunde Probanden erweitern, die Annahme der neuronalen Informationsverarbeitung als individueller Faktor zur Produktion sprachlicher Komplexität überprüfen und einen oberflächlichen Sprachvergleich einbeziehen.

Für einen Überblick sei abschließend grob der **Aufbau der Arbeit** umrissen: Die Gliederung der Arbeit in die beschriebenen drei großen Hauptabschnitte ist letztendlich so angelegt, dass die ersten beiden Teile Definitionsgrundlagen oder Motivationen für die jeweils darauffolgenden liefern. Das **Kapitel II** umfasst eine Übersicht von über die Sprachwissenschaft hinausgehenden Arbeiten zu Komplexität sowie eine Fokussierung auf linguistische Annäherungen an die Thematik. Der letzte Abschnitt des ersten Teils beinhaltet eine Darstellung der Beschreibung und Diskussion des Komplexitätsbegriffs aus typologischer Sicht, sowie einen Überblick über psycholinguistische und neurokognitive Ansätze zur Verarbeitung und

Quantifizierung von Komplexität (auf Satzebene). Desweiteren werden Erkenntnisse dieser Forschungsrichtungen, die sprachliche Komplexität in Zusammenhang mit außersprachlichen Faktoren bringen, betrachtet. Auf diesen theoretisch orientierten Teil folgt in **Kapitel III** die erste empirische Untersuchung zur übergeordneten Fragestellung, ob sprachliche Komplexitätsmaße in der psychotherapeutischen Behandlung ein Potenzial als objektive Instrumente zur Bestimmung der mentalen Gesundheit bieten können. Einleitend soll die Motivation für diese Fragestellung dargelegt sowie die sogenannte „GSA - Online“ Studie, auf der das Material der Untersuchung basiert, vorgestellt werden. Anschließend kann die verwendete Methodik zu den Ergebnissen und der Diskussion dieses ersten Empirieteils hinleiten. Ein Zwischenfazit in **Kapitel IV** wird die Motivation für das zweite empirische **Kapitel V** der Arbeit aus diesen Erkenntnissen herausarbeiten. Letzteres beschäftigt sich mit biologischen Grundrhythmen als individuelle Einflussfaktoren bei der Produktion sprachlicher Komplexität. Da in dem für diese Untersuchung konzipierten Experiment die Methodik des EEGs zum Einsatz kam, führt der erste Abschnitt des Kapitels kurz in dessen Grundlagen ein. Nach einer Darlegung der Vorgehensweise und Analyse der Sprachdaten der selbst erhobenen deutschen und zur Verfügung gestellten englischen Studie können die Ergebnisse präsentiert und eine Diskussion zum zweiten Empirieteil angeschlossen werden. Das letzte **Kapitel VI** der Arbeit soll ein Gesamtfazit aus den Erkenntnissen der beiden Untersuchungen ziehen und dabei auf zwei übergeordnete Aspekte eingehen: Einerseits werden die Kapazitäten psycholinguistischer Komplexitätsmaße in Bezug auf deren Anwendung als Messinstrumente von Komplexität bei der Sprachproduktion diskutiert. Andererseits sollen prädiktive Potenziale, die in der Analyse sprachlicher Komplexität liegen könnten und in den beiden empirischen Teilen untersucht wurden, kritisch betrachtet werden. Im Ausblick folgt schließlich eine Besprechung von Ideen und Möglichkeiten für die Anwendung psycholinguistischer Komplexitätsmaße in möglichen Folgestudien.

II. Komplexität – Definition, Begriffsklärung und theoretische sowie empirische Perspektiven

Das Konzept der Komplexität bietet, wie in der Einleitung gezeigt wurde, ein disziplinübergreifendes Forschungsfeld. Deshalb ist als Grundlage der vorliegenden Arbeit zunächst eine detaillierte Betrachtung, Einordnung und Abgrenzung voranzustellen bezüglich unterschiedlicher Definitionen oder Beschreibungen des Konzepts „Komplexität“ an sich und der Systemen zugeschriebenen Eigenschaft „komplex“ zu sein. Interessant erscheinen in diesem Zusammenhang sowohl über die Sprachwissenschaft hinausgehende Arbeiten z. B. von Forschern aus den Bereichen Naturwissenschaft, Mathematik, Informationstheorie oder solchen, die sich mit der Evolution von Systemen beschäftigen, als auch die im Fokus dieser Arbeit stehenden Ansätze zu Komplexität in Bezug auf Sprache, wie sie von Linguisten (hauptsächlich Typologen und Psycholinguisten) sowie Wissenschaftlern einiger angrenzender Fachdisziplinen (z. B. der Kognitionswissenschaften) vorgelegt wurden. An dieser Stelle kann vorweggenommen werden, dass in den einbezogenen Forschungsbereichen kein Konsens herrscht über eine Definition oder Beschreibung von Komplexität als Eigenschaft von Systemen im Allgemeinen oder Sprache im Speziellen. Die zugrunde liegenden Perspektiven in den unterschiedlichen Disziplinen und die um das im Mittelpunkt der Diskussion stehende Konzept der Komplexität kursierenden Begrifflichkeiten müssen deshalb klar voneinander abgegrenzt werden, auch wenn eine allgemeingültige Definition nicht möglich zu sein scheint. In der Einleitung wurde allerdings angedeutet, dass sich die Eigenschaft der Hierarchie, die Simon (1962) sehr eindrucksvoll herausarbeitet, auch als wegweisend für eine Arbeitsdefinition der vorliegenden Abhandlung herauskristallisiert. Deshalb soll dieser Ansatz neben einem kurzen Überblick von über die Sprachwissenschaft hinausgehenden Arbeiten zu Komplexität in **Kapitel 1** behandelt werden. In Bezug auf die sprachwissenschaftliche Sicht gliedert sich das **Kapitel 2** in den **Abschnitten 2.1/ 2.2** in typologische und psycholinguistische Perspektiven zur Thematik. Darüber hinaus sollen Erkenntnisse aus Arbeiten diskutiert werden, die sich mit Relationen zu außersprachlichen Faktoren (**Kapitel 2.3**) und der neurokognitiven Verarbeitung (**Abschnitt 2.4**) beschäftigen. Die letzten drei Abschnitte bieten folglich die Basis für die den Empirieteilen dieser Arbeit zugrunde liegende Auffassung des Komplexitätskonzepts aus einer anwendungs- sowie verarbeitungsorientierten Perspektive.

1. Über die Sprachwissenschaft hinausgehende Ansätze

Trotz der Fokussierung auf Sprache soll in diesem Abschnitt die wissenschaftsübergreifende Diskussion zu Komplexität Beachtung finden, da in vielen Arbeiten z. B. interessante Parallelen zwischen als komplex oder einfach eingestuften Systemen in unterschiedlichen Bereichen (u. a. Gebieten der Naturwissenschaften) herausgearbeitet wurden und ähnliche Konzepte Beachtung finden. Ein Zitat des Sprachwissenschaftlers und Typologen David Gil macht sehr schön deutlich, dass z. B. die auf möglicherweise natürlich ablaufende, systemimmanente Vorgänge zurückzuführende Entwicklung grammatischer Komplexität eine auffallende Nähe zu Komplexität in anderen Domänen aufweist und einen allgemeinen Vergleich somit begründet:

> Rather than having evolved in order to enable us to survive, sail boats, and do all the other things that modern humans do, most contemporary grammatical complexity is more appropriately viewed as the outcome of natural processes of self-organization whose motivation is largely or entirely system-internal. In this respect, grammatical complexity may be no different from complexity in other domains, such as anthropology, economics, biology, chemistry, and cosmology, which have been suggested to be governed by general laws of nature pertaining to the evolution of complex systems. Gil (2009: 32f.)

Gerade die als evolutionärer Vorgang angesehene Entwicklung komplexer Systeme aus einfachen Gegebenheiten inspiriert viele der Arbeiten in den genannten Disziplinen. Diese unter dem Begriff „Komplexifizierung“ zusammengefasste Zunahme an Komplexität wird häufig diskutiert und in ihren Facetten genauer beschrieben (z. B. Heylighen, 1999). Desweiteren können mittels eines Überblicks über nicht auf rein sprachliche Systeme fokussierte Arbeiten bereits einige, insbesondere in der typologischen Literatur zu Sprache und Komplexität aufgegriffene Begriffe eingeführt und abgegrenzt werden (z. B. der Einfluss von Entropie). Schließlich stützen sich viele von Typologen erarbeitete und ihrer Forschung zugrunde liegende Arbeitsdefinitionen auf bekannte Arbeiten des Mathematikers Andrei N. Kolmogorov und des Physikers Murray Gell-Mann, die im folgenden Abschnitt ebenfalls kurz eingeführt werden sollen.

1.1. Komplexe Systeme und deren Beschreibung

Die Eigenschaft komplex zu sein, wird sowohl im alltäglichen Gebrauch als auch in Arbeiten unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen verschiedenen Phänomenen oder Systemen (Entitäten, Organismen, Objekten etc.) zugeordnet. Daraus kann die grundsätzliche Annahme abgeleitet werden, dass alle diese Phänomene oder Systeme bestimmte Charakteristika aufweisen, die eine Einordnung als „komplex“ oder im umgekehrten Fall als „einfach“ begründen. Bei einer ersten, wissenschaftsübergreifenden Betrachtung zu Komplexität stellen sich zunächst einmal zwei Fragen:

1. Welche Phänomene sind es, denen die Komplexitätseigenschaft zugeschrieben wird bzw. in welchen Bereichen sind sie zu finden?
2. Was genau trägt zur Zuweisung der Komplexitätseigenschaft bei?

Viele wissenschaftliche Arbeiten, die sich allgemein mit der Beschreibung des Konzepts und der evolutionär bedingten Entwicklung von Komplexität beschäftigen, beziehen sich auf **Phänomene oder Systeme**, die als zu einer Ganzheit zusammengeschlossen wahrgenommen werden und zusätzlich durch eine interne Vernetzung charakterisierbar sind (z. B. Edmonds, 1999; Heylighen, 1999). Givón (2009: 1) fasst diese Sichtweise folgendermaßen zusammen: „Complexity is a property of organized entities, of organisms, or of systems. Individual entities, as long as they have no internal organization, are by definition maximally simple.“ In Gell-Mann (1994), aber auch Simon (1962) wird besonders deutlich, dass für Beschreibungen und Untersuchungen der Komplexitäts- oder Simplizitätseigenschaft deshalb immer wieder biologische Organismen, physikalische Phänomene, chemische Substanzen, Sprachen, Kulturen, Gesellschaften, Unternehmen etc. herangezogen werden, da sie durch ihre gut erforschten und analysierbaren Strukturen **grundlegende Charakteristika** veranschaulichen können. Die für eine Beschreibung von Komplexität naheliegendsten Systeme lassen sich entsprechend Edmonds (1999: 2) zusammengefasst als „real systems“ bezeichnen, was deren Natürlichkeit hervorhebt. Bereits Weaver (1948) leitet in seinem Artikel zu Komplexität und Wissenschaft Überlegungen aus einem Vergleich der Bereiche „physical science“ und „life science“ ab. Gell-Mann (1994) verfolgt diesen Weg besonders eindrucksvoll, indem er seine Sichtweise zu Komplexität aus dem sehr anschaulichen Vergleich zwischen den Beschreibungen von einfachen Elementarteilchen wie Quarks in der Physik auf der einen Seite und komplexen adaptiven bzw. lernfähigen Systemen wie bspw. einem Jaguar auf der anderen Seite ableitet. Bemerkenswert erscheint für ihn, dass letz-

terer zwar grundlegend aus einfachen Teilchen aufgebaut ist, aber sich im Rahmen der biologischen Evolution ein komplexes adaptives System über die Zeit hinweg entwickelt hat. Viele, auch sprachwissenschaftliche Beschreibungen der Komplexität eines Systems berufen sich auf diese grundlegende Eigenschaft, dass komplexe Systeme aus einfachen Entitäten oder Teilsystemen zusammengesetzt sind und über Interaktionen bzw. komplizierte Relationen unterschiedlicher Art ein Ganzes gebildet wird. Givón (2009: 1) bspw. vergleicht zuerst einmal komplexe Systeme ganz allgemein mit Netzwerken, die ebenfalls eine solche Struktur aufweisen:

> At the most abstract level, a system may be described as a network of nodes and connections, where the nodes stand for either the simplest entities or to more abstract, higher level sub - parts of the system, and the connections stand for the nodes' relations within the system.

Ergänzend muss jedoch betont werden, dass sich die Eigenschaft eines Systems, die mit dem Begriff der Komplexität ausgedrückt wird, häufig nicht in erster Linie auf diese strukturellen Charakteristika zu stützen scheint, sondern einen Aspekt bezeichnet, der darüber hinausgeht und als Konsequenz daraus recht schwer fassbar erscheint. In Edmonds' (1999) Arbeitsdefinition wird bspw. herausgestellt, dass sich Komplexität nicht, wie oben angedeutet, alleine aus den einzelnen Bestandteilen und komplexen Relationen oder Interaktionen dazwischen auszeichnet, sondern vor allem eine Eigenschaft beschreibt, die ein System in seiner Gesamtheit bzw. dessen Verhalten angesichts seiner Umgebung oder des Kontextes einbezieht: „[Complexity is] that property of a language expression which makes it difficult to formulate its overall behaviour, even when given almost complete information about its atomic components and their inter - relations" (Edmonds (1999): 7). Dazu ist anzumerken, dass er sich in seiner Arbeit nicht auf Systeme an sich bezieht, sondern auf deren im Grunde indirekte Repräsentation durch Sprache, denn „talking about complexity will necessitate indicating the language of representation that this is relative to" (Edmonds (1999): 3). Neben einer notwendigen Berücksichtigung der repräsentierenden Sprache nennt Edmonds (1999) weitere relevante Grundvoraussetzungen, die bei einer Beschreibung oder Analyse von Komplexität unbedingt Beachtung finden sollten. Bspw. legen seine Ausführungen nahe, dass natürlich nur die Komplexität eines Systems, die für uns ersichtlich bzw. wahrnehmbar ist, beschrieben oder analysiert werden kann, was jedoch nicht unbedingt der tatsächlichen Komplexität entsprechen muss. Desweiteren kommt es nach Edmonds darauf an, welche Aspekte eines Systems betrachtet und bis zu welcher Ebene diese einbezogen werden (siehe für ein Beispiel zur Beschreibungsebene in der Einleitung oben). Schließlich

ist noch zu beachten, dass die Komplexität eines Systems oder Objekts vor allem in Relation zum jeweiligen Beobachter definiert werden sollte (vgl. Heylighen (1999): 17). Auf diesen Punkt soll unten näher eingegangen werden.

Aus der Unterscheidung zwischen einerseits einfachen Systemen, die sich im Rahmen evolutionärer Prozesse zu andererseits komplexen Systemen entwickelt haben (für eine Diskussion dieser Annahme sei noch einmal auf Heylighen (1999), Edmonds (1999) und Gell-Mann (1994) verwiesen), leitet sich ein weiterer wichtiger Punkt bezüglich der Analyse komplexer Systeme ab. Nach Edmonds (1999: 2) wird in einigen Arbeiten zu Komplexität die Sichtweise vertreten, dass einfache Systeme zwar mittels klassischer reduktionistischer Ansätze analysierbar bzw. untersuchbar sind, jedoch komplexe Systeme, die später in der Entwicklung stehen, in ihrer Gesamtheit für diese Methoden als nicht zugänglich und insofern nicht analysierbar angesehen werden müssen.[1] Gerade das Interesse an einer Untersuchung der Evolution von Komplexität setzt jedoch nach Edmonds eine Analyse dieser in der Entwicklung begriffenen Komplexität voraus und sollte nicht einfach verworfen werden, weil reduktionistische Ansätze nicht greifen. Im Folgenden werden deshalb als Grundlage der vorliegenden Arbeit verschiedene Herangehensweisen zur Analyse und Definition von Komplexität genauer betrachtet und abgegrenzt bzw. kritisch hinterfragt sowie in diesem Zusammenhang verwendete oder diskutierte Konzepte vorgestellt.

Als Ausgangspunkt für eine Betrachtung unterschiedlicher Ansätze zu Komplexität sind **mathematische bzw. informationstheoretische Überlegungen** heranzuziehen, da sie die Basis einiger Definitionen darstellen. Grundlegend für eine Messung oder Quantifizierung von Informationen ist für Informationstheoretiker eine Bestimmung der Anzahl an „discrete forms“, „binary symbols“ (Kolmogorov (1983): 31) oder „binary choices“ (Dahl (2004): 7), die bei der Verarbeitung (d. h. Speiche-

[1] Edmonds (1999: 2) nimmt Bezug auf den Menschen als Beispiel für ein solches komplexes System. Als evolutionär früheres und einfacheres System könnte dem bspw. die menschliche Zelle gegenübergestellt werden, die sich aus reduktionistischer Sicht in Hinblick auf ihre chemischen und strukturellen Eigenschaften sowie Funktionen untersuchen ließe und auf Grundlage dessen eine Beschreibung ermöglicht. Die Argumentation der von Edmonds kritisch betrachteten Ansätze zu Komplexität wäre dann, dass zwar eine Beschreibung der biologischen Charakteristika menschlicher Zellen, aus denen er aufgebaut ist, verfolgt werden kann. In seiner Gesamtheit weist der Mensch jedoch weitere Eigenschaften, die seine Komplexität ausmachen, aber einer solchen reduktionistischen Analyse nicht zugänglich sind (z. B. sein soziales Verhalten und vielfältige Interaktionen mit seiner Umwelt), auf. Entsprechend lässt sich nur der Unterschied zwischen beiden „Extremen“ festhalten, aber nicht beschreiben, wie sich die Komplexität tatsächlich entwickelt.

rung und Weitergabe) von Informationen z. B. in Computerprogrammen eine Rolle spielen. Der Sprachwissenschaftler Östen Dahl betont in einem einführenden Kapitel seines 2004 erschienen Buchs, dass der Begriff der „Information“ in diesem Bereich ein anderer ist als der einer inhaltlichen Information im üblichen Sinne. Dahl (2004: 9) verweist darauf, dass aus informationstheoretischer Sicht Wahrscheinlichkeiten bestimmend für dieses Konzept von Informationen sind, da sie angeben, wie viele Informationen ein Signal letztendlich beinhaltet (vgl. Dahl (2004): 9). Aus dieser Perspektive leitet sich ein für den weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit besonders relevantes und in typologischen Ansätzen zu Komplexität häufig diskutiertes Konzept ab. Wenn bspw. ein Programm ein Signal zu dessen Wiedergabe oder Übermittlung vorbereitet, kann durch das Entfernen von darin vorhandener **Redundanz** einerseits der zu definierende Informationsgehalt gleich gehalten, andererseits jedoch eine erstrebenswerte Reduktion der Komplexität erreicht werden. Nach Dahl (2004: 9) ist anzunehmen, dass mit einem erhöhten Ausmaß an Redundanz eine Art „Mehraufwand“ verbunden ist: „A message is redundant if there is a less complex message that could – in principle – transfer the same amount of information, that is, if more communicative resources are spent on it than are theoretically necessary for its successful delivery.“ Aus informationstheoretischer Sicht scheint also, zumindest oberflächlich gesehen, die Reduktion von Redundanz mit einer Verringerung der Komplexität einherzugehen. Diese Annahme zur Rolle von Redundanz ist auch in vielen sprachwissenschaftlichen Abhandlungen zur Thematik zu finden (z. B. Szmrecsanyi und Kortmann (2009): 64f.; Trudgill (2009): 101, 109; Deutscher (2009): 245f.). Als einer der einflussreichsten Ansätze zu Komplexität aus dem informationstheoretischen Wissenschaftsbereich ist der von Kolmogorov zu nennen. In zwei Arbeiten von 1968 und 1983 grenzt Kolmogorov seine Definition des Komplexitätskonzepts von kombinatorischen und probabilistischen Ansätzen ab, da für ihn erstere hauptsächlich ein Maß der Flexibilität und nicht Komplexität bieten und letztere das Auftreten natürlicher Zufälligkeit (engl. *randomness*) nicht erfassen (vgl. Kolmogorov, 1968). Dem stellt er einen algorithmischen Ansatz zur Informationsquantifizierung gegenüber, bei dem es hauptsächlich auf die Länge des Programms, das von einem Objekt an ein anderes übermittelt wird und dessen Informationsgehalt beschreibt, ankommt. Auf dieser Grundannahme basiert folgende, als **“Kolmogorov - Komplexität“** bekannt gewordene Definition:

> If any object is ‘simply’ constructed, then for its description a small quantity of information is scientific; but if it is ‘complicated’, then its description must contain much information. According to certain arguments [...], it is convenient to call the

> quantity thus introduced the 'complexity'. (Kolmogorov (1983): 31)

Häufig sind Bezüge zu dieser sehr grundlegenden, aber prominenten Sichtweise zu finden, die Kritik daran überwiegt jedoch bei einer vertieften Auseinandersetzung mit Komplexität in natürlichen Systemen wie Sprache. Z. B. sehen Gell-Mann (1994) und Edmonds (1999) es als kritisch an, dass Kolmogorov eine Definition von Komplexität auf Basis einer am stärksten verdichteten Beschreibung ohne Informationsverlust versucht im Sinne von „if a description can be greatly compressed without loss, then this is counted as simpler than one that cannot" (Edmonds (1999): 4). Entsprechend dieser Annahme führen alle erkennbaren Regelmäßigkeiten dazu, dass eine Verdichtung einer Informationskette möglich ist, während natürlich gegebene Zufälligkeiten in einem Signal das nicht erlauben und somit einen starken Einfluss auf die so definierte Komplexität ausüben. Dadurch wird jedoch als maximal komplex vollkommenes Chaos definiert aufgrund der hohen Zufälligkeit der Informationen und Bezug nehmend auf das System als Ganzes. Nach Gell-Mann (1994), Edmonds (1999) oder Dahl (2004) entspricht das u. a. nicht unserer Intuition und tatsächlichen Verwendung des Konzepts Komplexität, vor allem nicht in Hinblick spezifisch auf Sprache als komplexes System.

Gell-Manns (1994) Definition von Komplexität, die er als „effektiv" bezeichnet, nimmt direkt Bezug auf diese Problematik und verschiedene, grundlegende Voraussetzungen machen den Unterschied seiner Annahmen zu denen von Kolmogorov deutlich. Gell-Mann (1994: 53f.) geht, wie oben bereits erwähnt, von einem komplexen adaptiven System aus, das ein anderes System beobachtet und darin gewisse Regelmäßigkeiten feststellt bzw. diese von Zufälligkeiten zu trennen weiß und darüber lernt. Auf diesen Annahmen gründet sich folgende Definition der **effektiven Komplexität**, die insbesondere von Typologen als Arbeitsdefinition für die Untersuchung sprachlicher Komplexität verwendet wird (vgl. Dahl, 2004; Miestamo, 2008 und Abschnitt 2.1):

> To define effective complexity, one needs something quite different from a quantity that achieves its maximum in random strings. In fact, it is just the nonrandom aspects of a system or a string that contribute to its effective complexity, which can be roughly characterized as the length of a concise description of the regularities of that system or string. (Gell-Mann (1994): 50)

Gell-Manns Definition nimmt also nicht mehr Bezug auf das System als Ganzes und insbesondere Zufälligkeiten darin, sondern beschränkt sich auf die Beschreibungslänge eines bestimmten Aspekts, nämlich der Regularitäten oder Muster, die in einem System liegen und dessen <u>effektive</u> Komplexität letztendlich ausmachen.

Neben diesen informationstheoretischen Überlegungen und Grunddefinitionen werden in der Literatur einige weitere Konzepte von und im Zusammenhang mit Komplexität etwähnt, die hier ebenfalls kurz Beachtung finden sollen. Wie oben bereits erwähnt, kommt der Sicht des Beobachters auf ein System eine besondere Rolle bei der Beschreibung von Komplexität zu. Dies veranlasst Edmonds (1999: 3) dazu, zwei Arten von Komplexität, die **System- und Beobachterkomplexität**, zu unterscheiden, je nachdem von welcher Perspektive ausgegangen wird: „The system complexity is the complexity of the system w. r. t. the observer and the observer complexity is the complexity of the observer w. r. t. the system.“ Der Einfluss des Beobachters oder Betrachters auf die Beschreibung von Komplexität findet ebenfalls in einer anderen Abgrenzung zwischen **subjektiver und objektiver Komplexität**, die im Verlauf der Arbeit noch von Relevanz sein wird, Beachtung. Wie die Formulierung „subjektiv“ bereits ausdrückt, ist erstere Art der Komplexität von der Betrachtung des Beobachters abhängig, da er z. B. nach Heylighen (1999: 23) die Ebene oder die Feinheit bzw. Tiefe der Beschreibung bestimmen kann. Dem gegenüber steht die objektive Komplexität, die von diesen Entscheidungen losgelöst ist und von systemimmanenten Aspekten beeinflusst wird.

Auf eine weitere Unterscheidung zwischen **struktureller und funktioneller Komplexität** wird in Heylighen (1999) Bezug genommen, wobei er diese Konzepte in sein spezifisches Verständnis von Komplexifizierung einbindet. Ganz grundsätzlich lässt sich jedoch sagen, dass sich die strukturelle Komplexität auf den Aufbau eines Systems, d. h. Komponenten bzw. Relationen zwischen diesen und deren hierarchische Struktur, stützt. Dem gegenüber steht die funktionelle Komplexität, die einen Bezug zur Umgebung oder dem Kontext eines Systems herstellt, da dessen Funktionsweise oder Verhalten darüber bestimmt wird.

Wenn oben die Rede von „Regelmäßigkeiten“ oder „Zufall“ war, dann ist damit die Eigenschaft von Systemen verbunden entweder eine höhere oder niedrigere Entropie aufzuweisen. Dass auch diese Begriffe bzw. Konzepte in der Diskussion um Komplexität eine besondere Rolle spielen, zeigen z. B. Überlegungen von Heylighen (1999) und Gell-Mann (1994). Es stellt sich demnach die Frage, an welchem Punkt zwischen den beiden Polen „vollständige Ordnung“ einerseits und „vollständige Unordnung“ andererseits Komplexität maximal ist. Nach Heylighen (1999: 20) und Gell-Mann (1994: 59) beinhaltet das Konzept der Komplexität, wie wir es bspw. im Alltag gebrauchen oder in Bezug auf den Ansatz der effektiven Komplexität, einen Zustand, der sich zwischen diesen Polen bewegt und nicht an einem der beiden maximalen Punkte liegt. Die Komplexität eines ganzen Systems scheint nach dieser

Ansicht weder von vollständiger Unordnung oder Zufälligkeit geprägt zu sein noch von vollständiger Ordnung oder Regelmäßigkeit. Bereits Weaver (1948) spricht in seinem Artikel zu Komplexität und Wissenschaft in diesem Zusammenhang von **„organized“ und „disorganized complexity“**.

Eine letzte Definition soll kurz angesprochen werden, weil sie im Gegensatz zu den bisher erwähnten Konzepten, die insbesondere in typologischen Arbeiten diskutiert werden, teilweise für psycholinguistische Ansätze zu Komplexität von Bedeutung ist. Die sogenannte **“computational complexity“** sieht Komplexität im Zusammenhang mit der Zeit und dem Aufwand, die rechenbasierte Systeme z. B. Computer für eine Berechnung benötigen (vgl. Gell-Mann (1994): 28). An einem Zitat von Edmonds (1999: 8) wird die konzeptionelle Nähe dieses Komplexitätsverständnisses zu den erwähnten psycholinguistischen Ansätzen und einer Verarbeitungsperspektive deutlich: „Computational complexity is the amount of computational resource (usually time or memory) that it takes to solve a class of problem.“ Viele der psycholinguistischen Arbeiten zur kognitiven Verarbeitung von Sprache, die in Kapitel 2.2 besprochen werden, legen ein Verständnis von Komplexität, das ebenfalls von einer Gedächtnisressourcennutzung ausgeht, zugrunde. Kurz zusammengefasst steht erhöhte Komplexität bei dieser Annahme mit einer stärkeren Beanspruchung eines beschränkten Arbeitsgedächtnisses in Verbindung, sodass „Kosten“ entstehen.

Zusammengefasst zeigt dieser Blick auf die wissenschaftsübergreifende Diskussion zur Beschreibung und Definition von Komplexität sehr deutlich, dass die eingenommene Perspektive, sowie die jeweiligen Aspekte, die für eine Definition als bedeutungsvoll angesehen werden, zu abweichenden Ansichten führen. Wichtige allgemeine Eigenschaften und Konzepte zu komplexen versus einfachen Systemen sowie deren evolutionärer Entwicklung werden in der angesprochenen Literatur voneinander abgegrenzt und sollten unterschieden bzw. für eine Untersuchung zu Komplexität zumindest beachtet werden. Wie angedeutet wurde, sind viele der Definitionsansätze und Abgrenzungen von Konzepten ebenfalls relevant für die Beschreibung und Analyse von Komplexität in sprachlichen Systemen. Als Beispiele können der relative Bezug zu einem Betrachter sowie die Bedeutung von Regelmäßigkeiten und Zufälligkeiten herausgegriffen werden. Das Merkmal der Hierarchie in Bezug auf komplexe Systeme, das bisher nicht angesprochen wurde, aber eine bedeutende Rolle im Rahmen der vorliegenden Arbeit einnimmt, soll im Folgenden vertieft betrachtet werden.

1.2. Komplexität und Hierarchie – Der Ansatz von Simon (1962)

Die oben bereits deutlich gewordene Herangehensweise, verschiedene Arten von komplexen Systemen, die in der Natur oder unserem Alltag vorkommen, gegenüberzustellen wird in der Arbeit von Simon (1962), dessen Ansatz in diesem Abschnitt behandelt werden soll, intensiv verfolgt. Der Ökonom vertritt den Standpunkt, dass das Konzept der Komplexität am besten greifbar wird, wenn über einen abstrahierten Vergleich dieser sehr unterschiedlichen komplexen Systeme gemeinsame charakterisierende Eigenschaften herausfiltert und durch eine theoretische Beschreibung auf komplexe Systeme im Allgemeinen übertragbar gemacht werden. Als Grundlage einer solchen Betrachtung steht auch bei Simon zu Beginn der Versuch einer **Definition des Komplexitätskonzepts** basierend auf seiner Auffassung zu komplexen Systemen. Ähnlich zu Edmonds (1999) (siehe oben) bezieht sie sich einerseits zwar auf den Aufbau und die Struktur komplexer Systeme, andererseits wird jedoch auch betont, dass das, was ein komplexes System als solches definiert, nicht einfach eine Eigenschaft ist, die sich aus den Einzelteilen und dem Aufbau erschließen lässt, sondern die Gesamtheit ausmacht:

> Roughly, by a complex system I mean one made up of a large number of parts that interact in a nonsimple way. In such systems, the whole is more than the sum of the parts, not in an ultimate, metaphysical sense, but in the important pragmatic sense that, given the properties of the parts and the laws of their interaction, it is not a trivial matter to infer the properties of the whole. (Simon (1962): 468)

Mit dieser Definition, das macht Simon (1962: 467f.) ebenfalls deutlich, wendet er sich explizit gegen eine rein formale Beschreibung von Komplexität und verweist diesbezüglich in einer Fußnote auf die Unterscheidung von Weaver (1948) (siehe oben). Da die Herausarbeitung der hierarchischen Struktur komplexer Systeme in Simons Ansatz im Mittelpunkt steht, lässt sich begründen, dass für ihn hauptsächlich der Bereich der „organisierten Komplexität“ von Relevanz ist. Das ist ein weiterer Hinweis darauf, dass die (alltägliche, aber auch wissenschaftsübergreifende) Verwendung des Konzepts im Zusammenhang mit natürlich vorkommenden Systemen immer auf organisierte Komplexität und „Regelmäßigkeiten“ Bezug nehmen sollte. Somit liegt in vielen der bisher beschriebenen Ansätze die desorganisierte Komplexität, wenn man dem Begriff von Weaver (1948) folgt, oder, allgemeiner formuliert, „Chaos“ außerhalb des Bereichs, der von Interesse ist.

Simon wählt einen ähnlichen Weg wie Gell-Mann (1994), indem er beispielhaft spezifische komplexe Systeme aus unterschiedlichen Bereichen auswählt und ver-

gleicht. Anhand dieser Herangehensweise kann er einige **wichtige Charakteristika von Komplexität**, die sich im Laufe der vorliegenden Arbeit als äußerst relevant herausstellen werden, beschreiben. Zum einen weist Komplexität nach Simons Analyse häufig die Eigenschaft einer **Hierarchie** bzw. eines hierarchischen Aufbaus oder einer solchen Struktur auf. Seiner Ansicht nach teilen hierarchisch organisierte Systeme grundlegend und unabhängig vom jeweiligem Inhalt oder dem Bereich, aus dem sie kommen, einige auffällige Eigenschaften. Daraus lässt sich umgekehrt ableiten, dass auch komplexe Systeme, die nach Simon (1962: 468) in nahezu allen Fällen auf hierarchische Strukturen als Basis analysierbar sind, ebenfalls diese Eigenschaften gemeinsam haben: „[...] complexity frequently takes the form of hierarchy, and [...] hierarchic systems have some common properties that are independent of their specific content. Hierarchy [...] is one of the central structural schemes that the architect of complexity uses.“ Allgemein muss an dieser Stelle ergänzt werden, dass Simon ein bestimmtes Verständnis des Begriffs der Hierarchie zugrunde legt. Komplexe Systeme sind demnach hierarchisch strukturiert, da sie über viele Ebenen hinweg in Subsysteme, die wiederum selbst diese Hierarchisierung aufweisen, dekomponiert werden können. Da nach Simon (1962: 468) eine klassische, formale Autoritätsdefinition zu Hierarchie nicht auf natürliche Systeme zutrifft – „the real flesh-and-blood organization has many inter-part relations other than the lines of formal authority“ – schlägt er ein erweitertes Konzept, nach dem es keine von oben herab bestimmte, strikte Unterordnung von aufeinanderfolgenden Ebenen gibt, vor. Stattdessen wird als eine der definierenden Eigenschaften für seinen Begriff der Hierarchie, der die angesprochenen, natürlich auftretenden Systeme aus den unterschiedlichsten Bereichen umfassen soll, die **„intensity of interaction“** (Simon (1962): 469) beschrieben. Das hebt die nicht formale und an der Natürlichkeit des Konzepts bzw. des Auftretens von Komplexität orientierte Sichtweise hervor. Die Auslegung von Simons Hierarchiebegriff wird desweiteren auf sehr flache Hierarchien mit z. B. nur zwei „Ebenen“ ausgedehnt und im Endeffekt auf eine große Bandbreite an Systemen anwendbar, was als großer Vorteil des Ansatzes anzusehen ist.

Die oben erwähnte Annäherung von Edmonds (1999) und Heylighen (1999) an die Komplexitätsthematik unter Beachtung der **Evolution komplexer Systeme**, verfolgt Simon bereits 1962 und leitet u. a. daraus die natürliche bzw. in gewissem Sinne „selbstläufige“ Eigenschaft der Hierarchie in komplexen Systemen ab. Demnach entwickeln sich hierarchische und damit komplexe Systeme aufgrund gewisser Eigenschaften möglicherweise „schneller“. Das Vorhandensein zwischengestellter

Ebenen bzw. Schritte, die im Laufe der Zeit in komplexen Systemen quasi automatisch eine hierarchische Struktur ergeben, lässt sich nach Simon (1962: 471) aus evolutionärer Sicht durch die Notwendigkeit ableiten, dass es sogenannte „intermediate stable forms“ geben muss. Die Geschwindigkeit der Entwicklung komplexer Systeme ist ein Aspekt, der hauptsächlich durch eine solche hierarchische Struktur bestimmt wird: „Among possible complex forms, hierarchies are the ones that have the time to evolve“ (Simon (1962): 473).[2] Heylighen (1999) führt eine ähnliche Argumentation bei seiner Betrachtung zur Evolution von Komplexität an. Er bezieht sich dabei allerdings auf das evolutionsbiologische Konzept der „Fitness“[3] von Systemen. Ein Anwachsen komplexer Systeme ist nach Heylighen (1999: 28) u. a. durch eine hierarchische Strukturierung mit einer Verschachtelung stabiler und damit „fitterer“, untergeordneter Ebenen erreichbar, die sich darauf aufbauend jederzeit zu weniger fitten Systemen „zusammenschließen“ können und damit die nächste Hierarchieebene erreichen: „Thus a nested hierarchy of systems is formed, where at each lower level smaller and fitter subsystems can be distinguished as components of the system at the level above.“

Aus seinen Ausführungen zu Hierarchie und komplexen Systemen leitet Simon außerdem einen weiteren, für diese Arbeit äußerst interessanten Aspekt im Zusammenhang mit der Beschreibung von Komplexität ab. Demnach wird die **Analysierbarkeit und Erkennbarkeit von Komplexität** für uns als Beobachter durch die hierarchische Strukturierung überhaupt erst ermöglicht. Simon (1962: 477) sieht folglich einen großen Vorteil in komplexen Systemen, die hierarchisch organisiert sind, weil solche Systeme erst durch diese Eigenschaft für uns zu verarbeiten sind: „If there are important systems in the world that are complex without being hierarchic, they may to a considerable extent escape our observation and our understanding.“ Dies könnte im Sinne der in der vorliegenden Arbeit verfolgten Perspektive zu Komplexität gesehen werden, dass die Frage nach der Relevanz

[2] Diese Aussage zum zeitlichen Aspekt sich formender komplexer Systeme steht interessanterweise mit einer etwas älteren Sichtweise des Typologen McWhorter (2001: 125) in Verbindung. Er hat die Evolution komplexer Sprachsysteme ursprünglich mit der Zeit, die Sprachen zur Verfügung steht, um sich zu entwickeln, in Verbindung gebracht. Einfachere Systeme, die entsprechend dieses Ansatzes z. B. in vergleichsweise jüngeren Kreolsprachen gesehen wurden, hatten demnach möglicherweise weniger Zeit Komplexität in einem Ausmaß, das dem älterer Sprachen entspricht, auszubilden.

[3] Der Begriff der „Fitness“ in Heylighen (1999: 24): „*Fitness* is an assumed property of a system that determines the probability that that system will be selected, i. e. that it will survive, reproduce or be produced.“

des Konzepts nur in Relation zur tatsächlichen Verarbeitung durch ein Individuum beantwortet werden kann. Auf den Aspekt der besseren Analysierbarkeit trotz Komplexität nimmt Edmonds (1999: 13) ebenfalls Bezug, indem er zu Heylighens (1999) Analyse anmerkt, dass die hierarchische Architektur zwar eine Zunahme der „biological fitness complexity“ begründen kann, dies jedoch zu unterscheiden ist von der „biological analytic complexity“, die im selben Zuge abnimmt. Denn letztendlich wird die Strukturierung erhöht und die Analysierbarkeit durch das Hinzukommen von wahrnehmbaren Hierarchieebenen erleichtert.

Zusätzlich zu dieser Schlussfolgerung können bezüglich Simons (1962) Arbeit weitere Punkte zusammenfassend festgehalten bzw. in Hinblick auf die folgenden Abschnitte abgeleitet werden: Insgesamt wird deutlich, dass sich mittels eines Vergleichs natürlich auftretender und sehr unterschiedlicher, komplexer Systeme, die sich evolutionär bedingt zu solchen entwickelt haben, das Konzept der Komplexität beschreiben lässt, indem eine einzige charakterisierende Eigenschaft als Grundlage festgehalten wird. In Simons Ansatz ist dies die Eigenschaft der Hierarchie, die infolgedessen auch Auswirkungen auf Komplexitätsvergleiche haben sollte. Da analysiert werden kann, dass sich Komplexität meist natürlich und von selbst bzw. aus sich heraus entwickelt aufbauend auf der Notwendigkeit stabiler Zwischenformen bei größer werdenden Systemen, steht diese in direktem Zusammenhang zum Konzept der Hierarchie. Das bedeutet letztendlich, dass mit anwachsenden Systemen ebenfalls deren Komplexität automatisch zunimmt, sodass hierarchische Organisation natürlicherweise zu einem Anstieg von Komplexität beiträgt. Dies führt jedoch gleichzeitig dazu, dass Komplexität nicht ohne weitere Annahmen oder Voraussetzungen vergleichbar ist. Die einzelnen Ebenen eines z. B. sprachlichen Systems, d. h. Phonologie, Morphologie, Syntax etc., sind bspw. nicht in Bezug darauf bewertbar, dass ihre Komplexität im direkten Vergleich „besser“ oder „schlechter“ wäre, da es zuallererst eine natürliche Eigenschaft von Systemen ist bei zunehmender hierarchischer Strukturierung und damit auf unterschiedlichen Ebenen der Hierarchie auch mehr Komplexität aufzuweisen bzw. zu entwickeln. Die Entwicklung von Komplexität ist nach Simons Analyse und bestätigt durch andere Wissenschaftler, die in diesem Abschnitt erwähnt wurden, einfach darauf zurückzuführen, dass komplexe Systeme notwendigerweise gewisse Zwischenebenen oder -schritte und eine hierarchische Struktur aufweisen müssen, um in der Evolution Bestand zu haben.

2. Komplexität in der Linguistik

Nach diesem einführenden Kapitel in eine wissenschaftsübergreifende Betrachtung von Komplexität, die zum Ziel hatte einerseits deren intuitive Natur hervorzuheben und andererseits einige spezifisch auf bestimmte Merkmale komplexer Systeme bezogene Konzepte abzugrenzen sowie unterschiedliche Definitionen vorzustellen, kann nun der Fokus auf die für diese Arbeit relevanten sprachlichen Systeme gelegt werden. Dabei wird sich zeigen, dass viele der vorgestellten Konzepte auch im Bereich der Diskussionen und Forschungsansätze zu sprachlicher Komplexität eine Rolle spielen z. B. Gell-Manns „effective complexity“, die Eigenschaft der Hierarchie nach Simon oder die Rolle des Beobachters. Allgemein sei zu den folgenden Kapiteln noch einmal auf das oben angeführte Zitat von Gil (2009) verwiesen. Es verdeutlicht die grundlegende Annahme, dass sich die Komplexität von Sprache, mit der sich die Linguistik auseinandersetzt, ebenfalls nicht aus einer außerhalb des Systems liegenden Motivation oder Notwendigkeit ergeben hat „pertaining to the development and maintenance of modern human civilization“ (Gil (2009): 20), sondern eine natürliche Entwicklung aus sich heraus bedeutet.[4]

In sprachwissenschaftlichen Studien zur Komplexitätsthematik muss zuerst einmal die starke Abhängigkeit der gewählten Definition bzw. Herangehensweise von der Perspektive, aus der Komplexität von Sprache Relevanz für den jeweiligen Forscher besitzt, Beachtung finden. Dies begründet die Notwendigkeit die entsprechenden Ansätze und unterschiedlichen oder sich sogar widersprechenden Sichtweisen mit großer Vorsicht voneinander abzugrenzen. Am Ende dieses Kapitels sollte deshalb eine Arbeitsdefinition stehen, die darauf aufbauende Untersuchungen sprachlicher Komplexität, wie sie in den empirischen Teilen der vorliegenden Arbeit verfolgt wurden, zulässt.

Viele der gerade im Bereich typologischer Forschung aufgeworfenen Konzepte und Ansätze drehen sich um die Frage, ob die Komplexität des Sprachsystems in seiner Gesamtheit tatsächlich erfassbar bzw. messbar/ quantifizierbar ist. Einige der oben präsentierten Definitionen bieten zumindest Unterstützung für die Annahme, dass Komplexität als übergeordnete Eigenschaft eines Systems anzusehen ist bzw. dessen Verhalten in seiner Gesamtheit bestimmt (vgl. Simon, 1962; Edmonds, 1999). Allerdings kann das bedeuten, dass eine übergreifende Quantifizierung aufgrund des Aufbaus des Sprachsystems überhaupt nicht möglich oder zumindest nicht voll-

[4] Ähnliche Ansichten können aus den oben behandelten Arbeiten von Simon (1962), Edmonds (1999) und Heylighen (1999) zu Komplexität, die nicht alleine sprachliche Systeme betrifft, abgeleitet werden.

ständig bzw. zufriedenstellend erfüllbar ist. Desweiteren stellt sich die Frage, ob die Komplexität eines Sprachsystems objektiv aufgrund seiner Eigenschaften oder subjektiv z. B. unter Einbeziehung der Bedeutung desjenigen, der Sprache verarbeitet, bestimmt werden sollte. Diesbezüglich könnten viele Studien aus dem Bereich der psycholinguistischen Forschung als entschieden bezeichnet werden. Die Relevanz sprachlicher Komplexität liegt aus der Perspektive dieses Forschungsgebiets, grob gesagt, darin, zu zeigen, dass Komplexitätsunterschiede zwischen Äußerungen, die an unterschiedlichen sprachlichen Aspekten festgemacht werden, tatsächlich in einem Zusammenhang mit dem Erwerb, der Produktion oder dem Verstehen bei z. B. erwachsenen Probanden, Kindern oder psychisch erkrankten Patienten stehen. Die allgemein sehr unterschiedlichen Perspektiven zum Thema Komplexität in der Linguistik ergeben sich natürlicherweise aus den in den jeweiligen Ansätzen verfolgten Hauptfragestellungen. In typologischen Arbeiten ist die meist übergeordnete Zielsetzung ein Vergleich der Komplexität von Sprachsystemen als Ganze oder von Sprachen in Bezug auf einzelne Ebenen dieser Systeme. In der Psycholinguistik bspw. geht es, wie angedeutet, eher um die Frage, ob und auf welche Art und Weise Unterschiede in der Verarbeitung tatsächlich quantifizierend abgebildet werden können als Grundlage für weitergehende Untersuchungen auch zur Relation zu anderen kognitiven Faktoren oder individuellen Merkmalen.

In der Einleitung wurde bereits betont, dass sich Komplexität unter Bezug zu den unterschiedlichen Ebenen von Sprache betrachten lässt. Dazu kann an dieser Stelle allgemein festgehalten werden, dass sich die meisten der in den folgenden Abschnitten erwähnten Ansätze auf die Bereiche der Morphologie, Syntax, Semantik und Pragmatik beziehen. Die soeben angesprochenen psycholinguistischen Studien zu Komplexität und Sprache bewegen sich hauptsächlich auf der Satz- bzw. Äußerungsebene und stützen sich häufig auf syntaktische Aspekte. Vereinzelt gibt es jedoch in diesem Bereich Ansätze, die semantische oder morphologische Maße zugrunde legen (vgl. Cheung und Kemper, 1992). Unter den in den folgenden Abschnitten zuerst behandelten typologischen Forschungsansätzen finden sich Arbeiten, die entweder nur einzelne dieser sprachlichen Ebenen in den Fokus rücken oder verschiedene Bereiche einbeziehen (vgl. McWhorter, 2001; Bisang, 2009).

2.1. Typologische Perspektiven

Bevor einige Fragestellungen aus typologischen Arbeiten zur Komplexitätsthematik kurz vorgestellt werden, beschäftigt sich der **Abschnitt 2.1.1** des aktuellen Kapitels zunächst mit der Abgrenzung wichtiger Konzepte und Begriffe. Diese wurden

teilweise bereits in den vorangegangenen Kapiteln bezüglich komplexer Systeme im Allgemeinen angesprochen. Desweiteren soll auf die unterschiedlichen Analyseebenen von Sprache in diesem Forschungsbereich Bezug genommen werden.

An dieser Stelle kann bereits angemerkt werden, dass sich das Interesse typologischer Arbeiten an der Komplexität in den Sprachen der Welt vor allem auf die Ablehnung einer ursprünglich postulierten Verbindung zwischen der „Primitivität“ einer Kultur oder Sprechergemeinschaft und einer geringen Komplexität ihrer Sprache zurückführen lässt. Die historische Sichtweise, dass entsprechend der Annahme primitiver Kulturen auch einfachere Sprachsysteme existieren sollten, wurde vielfach diskutiert und kritisiert (z. B. Crystal, 1987). Die notwendige Zurückweisung eines solchen Postulats mit einer negativen Wertung kann insbesondere seit Crystal (1987) als Konsens unter Sprachwissenschaftlern angesehen werden. Dennoch dreht sich die Diskussion im Bereich der Typologie seitdem hauptsächlich um die Frage, ob es bestimmte Sprachen gibt, die weniger Komplexität entwickelt haben, oder ob im Gegensatz dazu alle Sprachen ein ähnliches Niveau an Komplexität aufweisen (siehe Abschnitt 2.1.2). Unterschiedliche Faktoren wurden als potenzielle Ursachen für erstere Annahme diskutiert, die angesprochene Unterstellung einer Primitivität der Sprechergemeinschaft bei weniger Komplexität in der Sprache soll damit jedoch nicht mehr impliziert werden.

Der **Abschnitt 2.1.2** wird sich mit Untersuchungen, die der Frage nach Komplexitätsunterschieden zwischen bestimmten Sprachsystemen in ihrer Gesamtheit nachgehen, beschäftigen. Um eine entsprechende Hypothese zu belegen, könnte der Versuch unternommen werden, die Komplexität eines Sprachsystems in allen Aspekten zu quantifizieren. Zur Umsetzbarkeit dessen sind in der typologischen Forschung allerdings sehr gegensätzliche Meinungen zu finden. Deshalb wird sich der Abschnitt, einer Abgrenzung von Miestamo (2009) folgend, mit der Frage beschäftigen, ob eine typologische Untersuchung **globaler Komplexität** im Gegensatz zu **lokaler Komplexität** – „the former referring to the global or overall complexity of (the grammar of) a language, and the latter to a particular domain of grammar“ (Miestamo (2009): 82) – zielführend sein kann. Die exakte Bestimmung der globalen und lokalen Komplexität setzt letztendlich voraus, dass ein Maß Unterschiede quantifizierbar macht und einen Vergleich auf der jeweiligen Analyseebene ermöglicht. Einer der umfassendsten Versuche zur Bestimmung der globalen Komplexität einer Sprache, der unten vorgestellt werden soll, stammt von McWhorter (2001), der sein Maß über overte Markierungen auf verschiedenen sprachlichen Ebenen definiert. Vielfältige Probleme, die sich bei der Suche nach einem „globalen“ Komplexitäts-

maß ergeben, werden z. B. von Dahl (2009a) und Hawkins (2009) angeführt und sollen unten ebenfalls in die kritische Auseinandersetzung mit den beiden Konzepten einfließen. Hawkins (2009: 252) zieht in diesem Sinne den Schluss, dass es zwar eine Intuition über Komplexität (u. a. im Sprachvergleich) und Versuche zu deren Bestimmung gibt, aber er merkt an: „This intuition has proved hard to define."

Folglich stellt sich neben der oben angesprochenen Festlegung des Untersuchungsbereichs – global oder lokal – für Typologen die zweite wichtige Frage, wie sprachliche Komplexität grundlegend zu definieren ist und wie auf Basis dessen letztendlich Maße zur Bestimmung von Komplexitätsunterschieden abgeleitet werden können. **Abschnitt 2.1.3** behandelt deshalb eine weitere Abgrenzung zweier Konzepte, die z. B. auch in Hawkins (2009) diskutiert und nach der Klassifikation von Miestamo (2009) mit den Begriffen **absolute und relative Komplexität** unterschieden werden. Bezüglich dieser grundlegenden Definitionsfrage finden sich ebenfalls sehr gegensätzliche Ansichten, die unten gegenübergestellt werden sollen. Neben Hawkins (2009) und Miestamo (2009) beschäftigt sich z. B. Deutscher (2009) mit der Frage, ob eine absolute Auffassung von Komplexität über die an Gell-Manns Definition angelehnte Beschreibungslänge im Sinne der effektiven Komplexität oder ein relativer Ansatz verfolgt werden sollte.[5] Letzterer setzt Komplexität immer in Relation zu demjenigen, der Sprache verwendet oder verarbeitet bzw. lernt. An dieser Stelle ist zu betonen, dass die Debatte um eine absolute oder relative Definition für eine Beantwortung der in der vorliegenden Arbeit aufgeworfenen Frage nach der Relevanz des Komplexitätskonzepts für die Linguistik in besonderem Maße interessant

[5]Einige Aspekte der Abgrenzung in relative/absolute Komplexität lassen sich mit der Unterscheidung zwischen subjektiver und objektiver Komplexität nach Heylighen (1999: 23) (siehe Abschnitt 1.1) in Verbindung bringen. Die objektive Komplexitätsdefinition beinhaltet die Annahme, dass sich eine Beschreibung von Komplexität auf systemimmanente Aspekte bezieht und von einer Entscheidung des Betrachters losgelöst ist. Das Konzept der absoluten Komplexität nach Miestamo (2008: 24) (siehe Abschnitt 2.1.3) steht im Zusammenhang mit einer Beschreibung der „number of parts in a system" und lässt insofern eine „objektive" Grundlage erkennen. Eine Beurteilung, was als einfach oder komplex einzustufen ist oder eine Entscheidung, woran das festgemacht werden soll, ist dazu nicht erforderlich. Die Verwendung des Begriffs der relativen Komplexität kann hingegen unter gewissen Annahmen mit dem von Heylighen (1999: 23) beschriebenen Konzept der Subjektivität in Verbindung gebracht werden. Er beruft sich darauf, dass „subjektiv" die Definition in Relation zu einem Beobachter meint, der entscheiden kann, wie und in Bezug auf was Komplexität beschrieben werden soll. Auch die relative Definition bezieht sich auf die Annahme, dass eine Einordnung der Komplexität von Sprache nur in Relation zu jemandem, der diese verwendet, verarbeitet oder lernt und dazu, was für ihn infolgedessen als „komplex" eingestuft werden kann, möglich sein sollte. Dieser Sichtweise liegt letztendlich im Vergleich zu ersterer ganz deutlich eine Entscheidung des Forschenden zugrunde, der bspw. eine geeignete Bezugsperson bestimmen muss.

ist. Die relative Perspektive ist aufgrund ihrer Herleitung oder Motivation aus empirischen Daten zur Sprachverarbeitung deutlich an Disziplinen wie die Psycholinguistik angelehnt. Deshalb sollen typologische Studien, die dem **relativen Ansatz unter Einbeziehung einer Verarbeitungsperspektive** zuzuordnen sind, im **Abschnitt 2.1.5** als Übergang zu den folgenden Kapiteln behandelt werden. Zuletzt sei zur Frage nach einer relativen oder absoluten Komplexitätsbestimmung angemerkt, dass nach Deutscher (2009: 247) definitiv eine Entscheidung für eine der beiden Alternativen erfolgen muss, da sie sich nicht ergänzen: „[...] a scientific definition of the term could only be based on one of the measures."

Im **Abschnitt 2.1.4** wird schließlich ein Ansatz von Bisang (2009) kurz vorgestellt, der besonders deutlich macht, dass viele dieser typologischen Versuche, Komplexität zu messen, den Fokus auf „sichtbare" Merkmale von Sprache legen. Eine solche Herangehensweise ist bspw. in dem oben erwähnten Ansatz von McWhorter (2001), der sein Komplexitätsmaß auf overten Markierungen aufbaut, zu erkennen. Dieses Konzept bezeichnet Bisang (2009) entsprechend als **overte Komplexität** und kritisiert, dass dabei der Aspekt eines Ausgleichs durch pragmatische Inferenz, die **verdeckte Komplexität**, außer Acht gelassen wird. In diesem Abschnitt stellt sich folglich die Frage, ob das Phänomen der Komplexität sprachvergleichend allein auf einer overten Ebene überhaupt zu erfassen ist. Letztendlich soll aus dem Ansatz von Bisang (2009) abgeleitet werden, dass nur unter Einbeziehung dieser unterschiedlichen Ebenen der Beschreibung die Frage nach der Relevanz sprachlicher Komplexität aus typologischer Sicht sinnvoll erscheint.

Zuletzt sei einleitend zu den folgenden Abschnitten darauf verwiesen, dass auch im Rahmen der typologischen Forschung der Aspekt der Evolution sprachlicher Systeme weiterführende Erkenntnisse liefern und möglicherweise eine Annäherung an die Relevanzfrage eröffnen kann. Eine Untersuchung der Diachronie von Sprachsystemen wird z. B. von Givón (2009) oder Dahl (2009b) in Bezug auf die Entwicklung komplexer morphologischer Konstruktionen verfolgt (siehe Abschnitt 2.1.1). An dieser Stelle soll auf eine wichtige Beobachtung aus diachronen Untersuchungen aufmerksam gemacht werden, da hier noch einmal eine Verbindung zu den oben vorgestellten wissenschaftsübergreifenden Annahmen hergestellt werden kann. Interessanterweise bringt z. B. Dahl (2004: 19ff.) das **Konzept der Entropie** auch in die Diskussion um linguistische Komplexität ein, indem er eine Verbindung zu einem allgemeinen linguistischen Prinzip, das sich auf die Relation zwischen Formen und Bedeutungen bezieht, herstellt. Es beschreibt den intuitiven Eindruck, dass ein Phänomen umso einfacher erscheint, wenn es eine Entsprechung zwischen

einer bestimmten Form und einer einzigen Funktion gibt und umso schwieriger, wenn einer Form mehrere Bedeutungen zugeordnet sind (vgl. diese Unterscheidung in Bezug auf stark agglutinierende versus fusionale Sprachen).[6] Für Dahl (2004) hängt die Ordnung eines Sprachsystems mit dem Schwierigkeitsgrad dieser Zuweisung unmittelbar zusammen, liegt jedoch in allen Sprachen, global gesehen, in der Mitte der beiden Extrempole. Diese Annahmen machen deutlich, dass im Bereich der linguistischen Auseinandersetzung mit der Komplexitätsthematik das Konzept der Entropie, wenn man es im klassischen Sinne mit der Ordnung in einem System in Verbindung bringt, ebenfalls eine Rolle zu spielen scheint.[7] Doch was lässt sich aus dieser Beobachtung letztendlich für die Bestimmung sprachlicher Komplexität ableiten? Folgende Anmerkung von Dahl (2004: 20) legt nahe, dass die Untersuchung diachroner Prozesse (in Bezug auf bestimmte Phänomene) durch Beachtung der Entropieveränderung eine Alternative zur erwähnten Problematik einer nicht erreichbaren Analyse globaler Komplexität bieten könnte:

> Even if we cannot give a global measure of the degree to which a language is ordered or disordererd, in studying language change it may still be useful to consider whether the diachronic processes we are looking at increase or decrease order.

Abschließend kann festgehalten werden, dass über der gesamten folgenden Diskussion die für die vorliegende Arbeit besonders interessante Frage stehen soll: Inwiefern besitzt die Beschreibung oder Analyse sprachlicher Komplexität aus typologischer Sicht Relevanz? Ein Zitat von Gil (2008: 129) macht die andauernde Unsicherheit in dieser Frage sehr deutlich: „I remain agnostic as to whether the notion of complexity has an important role to play in the study of language, and, in particular, the field of linguistic typology.“

2.1.1. Wichtige Konzepte und Ebenen sprachlicher Komplexität

Zuerst soll auf eine wichtige Abgrenzung aus der typologischen Literatur nach Dahl (2004, 2009a) eingegangen werden. Grundsätzlich lassen sich bezüglich des Systems der Sprache, das in seiner Gesamtheit bereits komplex erscheint, zwei Teilbereiche voneinander unterscheiden. Zum einen stehen einem Sprachsystem im Allgemeinen bestimmte Ressourcen (Grundelemente, Basiskonstruktionen etc.) zur Verfügung

[6] Karlsson et al. (2008)) sprechen vom Prinzip „eine Bedeutung – eine Form“.

[7] Die Einordnung sprachlicher Systeme in die Mitte zwischen hoher und niedriger Entropie entspricht wiederum genau der in Kapitel 1.1 behandelten Einstellung von Gell-Mann (1994) und Heylighen (1999) zu komplexen Systemen im Allgemeinen.

und zum anderen Möglichkeiten aus diesen „Bausteinen“ tatsächliche Äußerungen zu formen im jeweiligen (sprachlichen) Kontext oder der aktuellen Situation. Die Komplexität einer Sprache lässt sich, Dahl (2004: 42) folgend, in Bezug auf beide Aspekte beschreiben: „Given that a language as a system can be seen as involving both resources and regulations, it follows that a language could be characterized as more or less complex with respect to both these notions.“ Insofern sollte bei einer Auseinandersetzung mit Untersuchungen zur Thematik beachtet werden, auf welchen Bereich sich die jeweiligen Annahmen des Forschenden stützen. Ein Typologe kann entweder die Vielfältigkeit an gegebenen Elementen und Basisausdrücken einer Sprache (Dahl erwähnt hierzu u. a. die Größe des Lexikons) zur Komplexitätsbeschreibung heranziehen oder er beruft sich auf das System, durch das über gewisse Regularitäten tatsächliche Ausdrucksmöglichkeiten einer Sprache definiert werden. Letztere Definition des Konzepts „complexity of the language seen as a system which maps [...] messages to expressions, or [...] meanings to forms“ (Dahl, 2004: 42) wird entsprechend mit dem Begriff der **“Systemkomplexität“** belegt und mit „grammatischer Komplexität“ gleichgesetzt (vgl. Dahl (2009a): 51). Im Gegensatz dazu beziehen nach Dahl (2004: 44) Ansätze zur **“strukturellen Komplexität“** den Aufbau der grundlegenden sprachlichen Einheiten fokussiert in ihre Überlegungen und Maße ein.[8,9]

Wenn es um die Analyse **grammatischer Komplexität** geht, berufen sich viele Typologen auf den Begriff der **effektiven Komplexität**, wie er von Gell-Mann (1994) geprägt wurde (siehe Abschnitt 1.1 und vgl. Dahl, 2004; Miestamo, 2008;

[8] Das Maß zur „overall complexity“ einer Sprache von McWhorter (2001) (siehe Abschnitt 2.1.2) könnte auf manchen Ebenen einer solchen strukturellen Perspektive zugeordnet werden und ebenso die Definition, die Givón (2009) in seiner Arbeit präsentiert.

[9] Dass sich diese Unterscheidung nicht nur auf das System Sprache beziehen lässt, wird bei einem Rückgriff auf die Definitionen in Abschnitt 1.1 deutlich. Wie oben dargelegt wurde, grenzt Heylighen (1999) ähnliche Konzepte in Bezug auf andere komplexe Systeme ab. Einerseits spricht er ebenfalls von „struktureller“, andererseits jedoch von „funktioneller“ Komplexität. Die Verwendung des strukturellen Konzepts in Heylighen für Untersuchungen zum Aufbau von Systemen, d. h. der Beschreibung einzelner Komponenten, der Relationen zwischen diesen und ihrer hierarchischen Struktur, kommt dem in der typologischen Literatur hergestellten Bezug zu den Ressourcen einer Sprache recht nahe. Heylighen sieht hingegen beim funktionellen Konzept der Komplexitätsbeschreibung die Relation eines Systems zu dessen Kontext bzw. Umgebung beachtet unter der Annahme, dass sich das Verhalten bzw. die Funktionsweise des Systems darüber bestimmt. Auch wenn bei der Systemkomplexität, von der Dahl spricht, andere Aspekte mitschwingen, wird ebenfalls auf den tatsächlichen, im jeweiligen Kontext angemessenen und vom System geregelten Umgang mit den vorhandenen Ressourcen Bezug genommen. Insofern kann zumindest eine Parallele zwischen den beiden Gegenüberstellungen gezogen werden.

Deutscher, 2009). Für sie erscheint eine Definition über die Beschreibungslänge der Regularitäten oder Muster innerhalb des Sprachsystems passend auf Basis der folgenden beiden Argumente.: Zum einen betont bspw. Miestamo (2008: 25), dass aufgrund des Schwerpunkts im Bereich der grammatischen Komplexität diese Begrenzung auf Regularitäten, die natürlicherweise Grammatiken von Sprachen strukturieren, eine angemessene Grundlage für eine Komplexitätsanalyse darstellt (vgl. Dahl (2004): 24). Zum anderen wird die Einschränkung der Beschreibungslänge auf Muster oder Regularitäten als geeignet angesehen, da der Definitionsbereich dadurch eingegrenzt werden könne (vgl. Kapitel 1.1) und somit der intuitiven Verwendung sowie typologischen Perspektive näher komme (vgl. Dahl, 2004; Miestamo, 2008).

In der Einleitung wurde betont, dass neben der eingenommen Perspektive auch die gewählte Beschreibungsebene zu beachten ist. Entsprechend existieren auch in der typologischen Literatur unterschiedliche Begriffe, die sich auf diese fokussierten Beschreibungsebenen beziehen, z. B. die Unterscheidung in **phonologische, morphologische, syntaktische, semantische oder pragmatische Komplexität**. In den folgenden Kapiteln zu Komplexität in der Linguistik lassen sich teilweise Vertiefungen zu diesen Konzepten finden. Hier sollen beispielhaft die Ebenen der morphologischen und syntaktischen Komplexität herausgegriffen und einige erste Arbeiten und diskutierte Aspekte kurz vorgestellt werden. Das Feld der morphologischen Komplexität wird speziell in einem 2015 erschienenen Buch von Baerman et al. abgedeckt. In einem einleitenden Kapitel beschäftigen sich die Herausgeber des Buches u. a. mit unterschiedlichen Möglichkeiten, die in der Literatur vorgeschlagen bzw. verwendet wurden, um die morphologische Komplexität einer Sprache zu bestimmen. Verschiedene der bereits erwähnten Konzepte finden demnach auch in diesem Bereich Anwendung. Es wird bspw. deutlich, dass das Konzept der Entropie in diesem Zusammenhang nicht nur zur Charakterisierung von Komplexität herangezogen werden kann, sondern ebenfalls eine Grundlage zu deren Messung bietet. Nach Baerman et al. (2015b: 5) nehmen sogenannte **„entropy - based measures“** auf den Umstand Bezug, dass auch aus morphologischer Sicht mit erhöhter Entropie bzw. weniger Ordnung im sprachlichen System gleichzeitig eine geringere Vorhersagbarkeit verbunden ist: „There is a greater degree of entropy in the system if new instances are difficult to predict.“ Desweiteren sehen Baerman et al. (2015b: 7) in der Erhebung der „number of morphosyntactic features and values“ und der „deviations from a one - to - one mapping between meaning and form“ Möglichkeiten, die zur **Quantifizierung von morphologischer Komplexität** grundlegend heran-

gezogen werden können (vgl. zur Vertiefung ebenso Anderson, 2015 und Donohue, 2015). Sowohl die Herangehensweise, sich auf die Anzahl der Elemente oder Möglichkeiten eines Systems zu stützen, als auch die Vorgehensweise, die Schwierigkeit der Abbildung zwischen Formen und Funktionen oder Bedeutungen heranzuziehen, wurde oben ebenfalls bereits angesprochen. In Sinnemäki (2008: 71f.) und Sinnemäki (2009: 127f.) wird letzterer Ansatz unter dem Konzept der „**Transparenz**" behandelt. Zusätzlich zu dieser übergeordneten Klassifikation des Phänomens werden von ihm weitere Konzepte eingeführt, die in der Diskussion um sprachliche Komplexität in der Typologie ebenfalls eine wichtige Rolle spielen. Sie betreffen die Umsetzung zweier prominenter linguistischer Prinzipien durch eine Sprache, nämlich **„Ökonomie"**, also das Ziel nur auszudrücken, was notwendig für das Verständis ist, bzw. keine unnötige Markierung vorzunehmen und **„Distinktivität"**, d. h., eine tatsächlich eindeutige Unterscheidung zu verfolgen. Eine Befolgung beider Prinzipien trägt zur Transparenz bei. Allerdings finden sich in vielen Sprachen und in Bezug auf verschiedene Phänomene Verletzungen eines Prinzips, weil die Einhaltung des einen zum Nachteil des anderen werden kann:

> Violations of it involve either excessive encoding of distinctions, which increases distinctiveness at the expense of economy, or insufficient encoding of distinctions (when two intended meanings are encoded by non - unique forms), which increases economy at the expense of distinctiveness. The former causes redundancy, while the latter causes homonymy and ambiguity. (Sinnemäki (2009): 129)

Wie bereits erwähnt ist auch Sinnemäki als ein Vertreter des Definitionsansatzes der effektiven Komplexität einzuordnen. Aus dieser Grundüberzeugung ergibt sich, dass bei beiden Verletzungstypen Komplexitätsveränderungen gesehen werden. Sinnemäki (2009: 128) führt dies auf die Notwendigkeit zurück, dass die Beschreibungslänge, repräsentiert durch sprachliche Regeln, und damit die Komplexität des Sprachsystems in beiden Fällen erhöht wird: „Economy violations increase description length by adding rules to the description, whereas distinctiveness violations increase despription length by requiring greater contextual specification in the rules in order to disambiguate otherwise identical forms."

Die Einbeziehung des **Aufwands** für einen Hörer, Sprecher oder Lerner einer Sprache bei der Quantifizierung von z. B. morphologischer Komplexität lässt sich zuletzt in einigen Bemerkungen von Anderson (2015) und an einem Teil des Maßes aus dem erwähnten Ansatz von McWhorter (2001) wiedererkennen. Bei letzterem wird zur Bestimmung der „overall complexity" einer Sprache u. a. der Aspekt der Flexionsmorphologie einbezogen im Sinne von „inflectional morphology renders a

grammar more complex than another one in most cases“ (McWhorter (2001): 137). McWhorter begründet diese zwar von ihm selbst eingeschränkte, aber doch recht allgemein formulierte Aussage mit dem Argument, dass Flexion in Bezug auf die Grammatik einer Sprache im Allgemeinen einige komplexifizierende Phänomene, die Auswirkungen auf die Verarbeitung von Sprache haben, mit sich bringen kann. D. h., nach seinem Ansatz ist nicht die Eigenschaft flektionaler Morphologie an sich komplexitätsunterscheidend, sondern damit zusammenhängende Eigenschaften von flektierten Wörtern. Einige dieser Besonderheiten sind ebenfalls in Anderson (2015: 17f.) zu finden unter verschiedenen Faktoren, die die **„overall system complexity“** in Bezug auf den Bereich der Morphologie mitbestimmen können, z. B. die Allomorphie oder Phänomene, die unter „complexity in the realization of individual elements“ zusammengefasst werden (damit sind z. B. Umlaute im Deutschen gemeint).[10]

Neben den präsentierten Hinweisen, wie morphologische Komplexität gemessen werden kann bzw. welche Aspekte auf dieser Ebene zu einer Bestimmung von Komplexitätsunterschieden zwischen Sprachen herangezogen werden können, sollen nun beispielhaft **zwei Arbeiten zur Diachronie bzw. Evolution sprachlicher Komplexität von Dahl (2009b) und Givón (2009)** gegenübergestellt sowie einige der dort vorgebrachten Argumente kurz angeschnitten werden. Beide Typologen wählen den Weg, sich die diachrone Entwicklung sprachlicher Konstruktionen, denen aus synchroner Sicht die Komplexitätseigenschaft zugewiesen werden kann, anzuschauen, wobei am Ende der Entwicklung in beiden Ansätzen das Aufkommen komplexer Morphologie steht. Givón (2009) analysiert zu diesem Zweck Satzvereinigungen unterschiedlicher Art, die zur Entstehung komplexer Verbalphrasen führen. Dahl (2009b) hingegen übt Kritik an der von Givón auch in älteren Werken verfolgten Analyse und schlägt einen alternativen Ansatz zur Entwicklung syntaktischer Komplexität auf der einen Seite und lexikalischer bzw. morphologischer Komplexität auf der anderen Seite vor.

Ein wichtiges Konzept ist nach Givón (2009: 81, 93) das der **Kondensation**, d. h., es wird angenommen, dass sich durch die Verdichtung des sprachlichen Materials (vgl. Dahl, 2009b) mit der Zeit Komplexität entwickelt, die in der finalen Phase

[10] Auch in Trudgills (2009) soziolinguistischem Ansatz (siehe Abschnitt 2.1.2) wird eine solche Verbindung zwischen Sprachgebrauch und morphologischer Komplexität deutlich. Er sieht im Verlust morphologischer Kategorien in einer Sprache eines der sichtbarsten Merkmale für Simplifizierungen aufgrund von ausgedehntem Sprachkontakt zwischen Sprachen, wohingegen sich im Fall der Isolation z. B. kleiner Sprachgemeinschaften eher ein Anwachsen dieser zeigt.

jedoch teilweise nicht mehr sichtbar sein kann („the telltale signs of diachrony have been largely zeroed out“ (Givón (2009): 114f.)). Um diese Annahme verstehen zu können, ist es wichtig die Definition eines komplexen Satzes nach Givón (2009: 82) einzubeziehen: „A complex clause must contain multiple lexical predicates“, wobei Sätze von ihm im Allgemeinen als unter eine Intonationskontur fallend beschrieben werden. Er leitet daraus die Annahme ab, dass, wenn syntaktische Komplexität durch Satzvereinigung entsteht, der entstandene kondensierte Satz mehrere lexikalische Prädikate beinhalten sollte. Der Ausgangspunkt der Entwicklung dieser komplexen Sätze wird in Givón (2009: 81, 93f, 114f.) immer in parataktischen Strukturen, d. h. aneinandergereihten und intonatorisch getrennten Sätzen gesehen. Sie werden zu den definierten komplexen Sätzen, die unter eine einzige Intonationskontur zusammengefasst sind, kondensiert, indem eines der beiden vorherigen Prädikate nun grammatikalisiert oder kolexikalisiert auftritt. Auf diesem Weg können nach Givóns (2009) Ansatz nun zwei Arten von Pfaden eingeschlagen werden, je nachdem, ob es sich eher um eine Einbettung der beiden vorherigen Sätze oder eine Verkettung handelt. Die beiden Wege unterscheiden sich interessanterweise dahingehend, ob der Prozess der Kondensation, der zu syntaktischer Komplexität führt, im Endprodukt semantisch und/ oder syntaktisch Vollständigkeit erreicht hat:

> In cases where clause union arises from embedding [...], if the main verb grammaticalizes or co - lexicalizes semantically, it most often also grammaticalizes or co - lexicalizes syntactically; that is, it becomes an affix on the erstwhile complement verb. In cases where a complex verb phrase arises from clause chaining [...], full syntactic clause - union is less common, even when it can be shown that the precursor two events have merged cognitively/ semantically. (Givón (2009): 83)

Beim zweiten Fall, der Verkettung, geht Givón davon aus, dass serielle Verbkonstruktionen entstehen und eben keine vollständige Einbettung des vorherigen zweiten Prädikats, nominalisiert als Verbkomplement[11], stattfindet. Für beide Pfade sieht er in Bezug auf die Entwicklung von Komplexität die Möglichkeit eines weiteren Schritts: Durch Lexikalisierung können aus beiden Formen komplexer Sätze morphologisch komplexe lexikalische Verben hervorgehen.[12]

[11] Givón (2009: 116) bezeichnet diesen Prozess auch als „syntactization“.

[12] Diese Entwicklung versucht Givón an mehreren, auch problematischen Beispielen komplexer Prädikatkonstruktionen aus unterschiedlichen Sprachen, die sich teilweise als stärker einbettende oder verkettende Sprachen einordnen lassen, zu rekonstruieren. Der Faktor der Finitheit wird dabei als in vielen Fällen bestimmend herausgearbeitet. Die Annahme dazu ist, dass eine vollständige Satzvereinigung nur dann zustande kommt, wenn ein Finitheitsgradient zwischen den beiden

Dahl (2009b: 239f.) stellt sich gegen die Analyse einer zunehmenden linearen Verdichtung und argumentiert dafür, dass Prozesse unterschiedlicher Art ablaufen und somit keine Abfolge aufeinander aufbauender Phasen erkennbar ist. Die Evolution grammatischer bzw. speziell morphologischer Komplexität wird auf verschiedene, voneinander zu trennende Pfade und bestimmte Phänomene zurückgeführt. Die Kritik an Givóns Arbeit setzt an bei der Übertragung von Schemata, die ursprünglich Grammatikalisierungsprozesse bezüglich grammatischer Marker und sprachlicher Systeme als solche betrafen, auf Konstruktionen (vgl. Dahl, 2009b: 240). Entsprechend verfolgt Dahl (2009b) eine stärker abgegrenzte, aber vergleichende Betrachtung der Evolution von grammatischen Markierungen auf der einen und Konstruktionen auf der anderen Seite unter dem Gesichtspunkt des potenziellen Zusammenhangs mit einer „Verdichtung". Als besonders interessant für die vorliegende Arbeit stellt sich die grundlegende Annahme heraus, dass mit Veränderungen beider die grammatische Komplexität auf unterschiedliche Art und Weise beeinflusst wird. Zwei Aspekte, die sowohl Konstruktionen als auch grammatische Marker betreffen und Einfluss auf die Komplexität haben, sind nach Dahl (2009b: 241f.) zu unterscheiden: **Kondensationen** und **„nicht - Linearitäten"**. Bei der Entwicklung von Komplexität durch Kondensation findet das bereits vorgestellte Hierarchiekonzept Anwendung:

> Condensation [...] involves moving a certain amount of structure from a higher hierarchical level to a lower one, which usually means that the structure in question has to be squeezed into a tighter spot [...]. This increases the complexity of the lower structural levels. (Dahl (2009b): 241)

Es entsteht dieser Analyse folgend eine verdichtete Struktur, die die Komplexität auf einer tieferen Ebene verändert, wobei sich eine solche Komplexitätsveränderung sowohl bei Konstruktionen als auch in der Verdichtung aus einer grammatischen Markierung und dem damit verbundenen Wort finden soll. Einige nicht - Linearitätsphänomene – insbesondere im Zusammenhang mit Flexionsmorphologie – wurden in diesem Kapitel bereits unter den komplexitätsverändernden Merkmalen, die zur „overall system complexity" beitragen, beschrieben. Dahl (2009b: 241) zählt dazu „everything that cannot be described in terms of the concatenation of mutually independent units" und hält fest, dass es zu einer Komplexitätsver-

Verben der vorherigen kondensierten Sätze besteht (z. B. wenn eines der Verben Finitheitsmerkmale trägt und das andere weniger finit oder sogar als Verbkomplement nominalisiert ist), was in seriellen Verbkonstruktionen deutlich seltener der Fall sein sollte (vgl. zur Vertiefung dieser Annahme Givón (2009): 86ff., 96f.).

änderung kommt, die jedoch nicht unbedingt mit einer Zunahme an Struktur in Zusammenhang steht im Vergleich zu Kondensationsphänomenen (auch wenn beide korrelieren können): „The rise of non - linearity fairly clearly involves an increase in the complexity of the grammatical system although it does not necessarily involve the addition of extra structure.“ Neben anderen Eigenschaften charakterisieren diese komplexitätsverändernden nicht - Linearitäten spezifisch Flexionssysteme, letztere stehen jedoch nach Dahl (2009b: 242) in enger Verbindung zur Syntax. Dies führt Dahl (2009b: 247f.) letztendlich zur Basisannahme seines Aufsatzes, dass es u. a. zwei voneinander zu unterscheidende Pfade in der Evolution morphologischer Komplexität gibt im Gegensatz zur linearen Verdichtungsannahme von Givón (2009): „[...] rather than having three distinct stages of grammatical evolution with a linear increase of tightness, we have to postulate different kinds of integrative processes [...].“ Flexionale Morphologie ergibt sich demnach zusammen mit syntaktischen Konstruktionen und ist auf diese Ebene beschränkt, während engere bzw. verdichtetere, kolexikalisierte Konstruktionen nicht eine Weiterentwicklung zu zunehmender grammatischer Markierung bedeuten, sondern dass von vorneherein keine flexionale Morphologie vorhanden war[13]. Insofern spricht Dahl (2009b: 246) von zwei getrennten Pfaden der Evolution morphologischer Komplexität:

> Given a construction that combines two lexical elements A and B, grammatical development can lead to results of two different kinds: either A and B coalesce into one word, or they remain separate but grammatical markers develop that eventually may fuse with either A or B.

Zusammenfassend kann zur Gegenüberstellung der unterschiedlichen Positionen von Givón (2009) und Dahl (2009b) zur Evolution grammatischer und insbesondere morphologischer Komplexität festgehalten werden, dass eine Rekonstruktion der diachronen Prozesse, die zur aktuellen Einschätzung bestimmter Phänomene als erhöht komplex führen, zumindest schwierig erscheint. Je nach einbezogenen Phänomenen, die miteinander verglichen werden, der Abgrenzung und der gewählten Analyseebene können ein allgemeiner evolutionärer Prozess oder getrennte Pfade

[13] Beispiele für den Unterschied zwischen einerseits verdichteteren Konstruktionen bzw. Inkorporation und andererseits grammatischen Markern bei einem sprachlichen Phänomen führt Dahl (2009b: 243) in Bezug auf die differenzielle Objektmarkierung z. B. im Southern Ute oder dem Türkischen an. Die Möglichkeit einer Reduktion zuvor vorhandener grammatischer Markierungen sieht er aufbauend auf diesen Daten nicht und argumentiert, dass es sie in den kondensierten Strukturen möglicherweise nie gab.

abgeleitet werden. Besonders interessant an Dahls Ansatz ist jedoch die Unterscheidung in einerseits Verdichtungsphänomene, die zu einer Erhöhung der Komplexität aufgrund der Verschiebung von Struktur auf tiefere Hierarchieebenen führen, und andererseits die behandelten Komplexitätsauswirkungen von nicht-Linearitäten, wie sie auch McWhorter (2001) und Anderson (2015) erwähnen.

Über den Vergleich der beiden Ansätze von Dahl und Givón hinaus wurden in diesem Abschnitt verschiedene Beschreibungsebenen linguistischer Komplexität im Bereich der typologischen Forschung und die effektive Komplexitätsdefinition vorgestellt sowie die Konzepte strukturelle versus grammatische Komplexität oder Systemkomplexität voneinander abgegrenzt. Aus den erwähnten typologischen Arbeiten lassen sich außerdem folgende Faktoren, die alle zur Betrachtung sprachlicher Komplexitätsunterschiede einbezogen wurden, zusammenfassen: Entropie, Merkmalsanzahl, Transparenz bzw. Schwierigkeit der Zuordnung zwischen Formen und Funktionen/Bedeutungen und damit Verletzungen der Prinzipien von Ökonomie und Distinktivität, Aufwand bzw. Sprachgebrauch, Kondensationen und nicht-Linearitäten.

2.1.2. Globale oder lokale Komplexität?

Eine Fragestellung, die sich in besonderem Maße von der Diskussion zu sprachlicher Komplexität abhebt und auch die historische Dimension der Arbeiten, die in diesem Abschnitt behandelt werden sollen, deutlich macht, wurde bereits in der Einleitung angedeutet. Crystal (1987) hat den Wunsch einiger Typologen in den Vordergrund gerückt, Komplexität nicht nur in Hinblick auf einzelne Phänomene oder innerhalb bestimmter Ebenen oder Bereiche zwischen Sprachsystemen zu vergleichen, sondern das Ziel zu erreichen, etwas über die Komplexität verschiedener Systeme als Ganze auszusagen und darüber einen Vergleich anzustellen. Das löste er mit der Formulierung einer Hypothese aus, die von einem Ausgleich der Komplexität aller Bereiche innerhalb einer jeden Sprache bzw. ihrer Grammatik ausgeht: „All languages have a complex grammar: there may be relative simplicity in one respect (e. g. no word-endings), but there seems always to be relative complexity in another (e. g. word-position)“ (Crystal (1987): 6). Diese Annahme, die nach Crystal (1987: 6) der Feststellung nahekommt, dass alle Sprachen gleichermaßen komplex sind, wurde seitdem in mehreren typologischen Arbeiten unter dem Begriff **„equal complexity“** (z. B. McWhorter, 2001; Gil, 2008; Deutscher, 2009; Miestamo, 2009), den auch Crystal verwendet, oder der **„equi-complexity“ Hypothese (ECH** (vgl. Miestamo, 2009) behandelt.

Es ist jedoch zu betonen, dass Crystal (1987) wie viele Linguisten nach ihm, die sich mit dieser Annahme auseinandersetzten, bereits auf die herausfordernde Notwendigkeit verweist, eine solche Ableitung aus seiner Aussage erst einmal belegen zu müssen. Die Erforschung einer Fragestellung wie „Weisen alle Sprachen der Welt ein ähnliches Niveau an Komplexität auf?“ eröffnet unterschiedliche Ansatzpunkte für eine Debatte.

Erstens finden sich in der typologischen Diskussion einige kritische Anmerkungen, die naturgegebene oder aus sich heraus motivierte Prozesse der Evolution von Sprachsystemen als Grundlage der „equal - complexity“ Annahme hinterfragen. Deutscher (2009: 245f.) stellt klar, dass dieser Kritikpunkt u. a. daraus abgeleitet werden kann, dass große Teile von Komplexität, abgeschwächt formuliert, einfach auf nicht notwendige[14] sprachliche Entwicklungen zurückzuführen sind, was einem Komplexitätsausgleich direkt eine natürliche Erklärungsgrundlage entzieht: „A great deal of complexity is redundant historical baggage. And there is no reason why reduction in regularity or redundancy in one subsystem should increase it in another.“ Deutscher (2009: 245f.) führt zwar an, dass eine solche natürliche, systemimmanente Erklärung potenziell aus kognitiven Beschränkungen abgeleitet werden könne. D. h. ein Maximum an Komplexität würde durch „limitations of transmission between generations (learnability), or [...] the brain's capacity to process, or both“ (Deutscher (2009): 246) vorgegeben. Auf Basis von Gegenargumenten zu einer solchen Hypothese bspw. über die Kapazitäten, die für den gleichzeitigen Erwerb mehrerer Sprachen immer noch bleiben, wendet er sich jedoch eindeutig gegen diese Argumentation.

Zweitens besteht eine Herausforderung darin, die Komplexität eines sprachlichen Systems in seiner Gesamtheit, d. h. auf allen Ebenen und in allen Bereichen, zu quantifizieren, um daraus ein Maß abzuleiten, das eine Antwort auf die Frage nach einem Ausgleich ermöglichen würde (vgl. Gil, 2008). Miestamo (2009: 83) spricht zwei Seiten dieser Problematik an, die ihn zur Einschätzung veranlassen, dass eine Quantifizierung der Komplexität des Sprachsystems in seiner Gesamtheit als Grundlage einer Untersuchung der ECH kaum möglich ist. Sowohl die Frage der Repräsentativität eines solchen Maßes, welches die Komplexität aller Bereiche und Ebenen so quantifiziert, dass ein Vergleich verschiedener Sprachsysteme verfolgt werden darf, als auch die grundsätzliche Vergleichbarkeit der sehr unterschiedlichen Ebenen bzw. Bereiche durch ein einzelnes Maß[15] werden von Miestamo (2009:

[14] Vgl. diesbezüglich auch Abschnitt 2.1.1 zur Verletzung der Transparenzprinzipien.

[15] Dieser Verweis von Miestamo (2009) auf die Problematik der Vergleichbarkeit zwischen ver-

83) als problematisch angesehen.

Aus dieser mit einigen Unklarheiten und Problematiken belasteten Situation leitet sich eine wichtige Unterscheidung zweier alternativer Herangehensweisen zur Bestimmung sprachlicher Komplexität in der typologischen Forschung ab. Entweder kann die **„globale“** (engl. auch *overall*) oder **„lokale Komplexität“** der Gegenstand einer Untersuchung sein. Die Unterscheidung und Benennung dieser Konzepte wurde hauptsächlich von Miestamo (2009: 82) geprägt und in den Mittelpunkt einiger Diskussionen um sprachliche Komplexität gerückt:

> Another important distinction is to be made between global and local complexity, the former referring to the global or overall complexity of (the grammar of) a language, and the latter to a particular domain of grammar such as (to take two random examples) verbal morphology, or the system of spatial deixis.

Die Beschränkung auf lokale Komplexität erscheint einfacher und ermöglicht einen Vergleich mehrerer Sprachen in Bezug auf einen bestimmten Bereich oder eine bestimmte Domäne. Auch McWhorter (2001: 127) merkt dazu an: „[...] something all linguists presumably agree upon: that one language can be more complex than another in terms of a particular area of grammar.“ Allerdings ist für eine Studie, die zum Ziel hat die ECH zu be- oder widerlegen, eigentlich die globale Komplexität des Sprachsystems oder der Grammatik einer Sprache insgesamt (inklusive aller Ebenen und Bereiche) von vordergründigem Interesse. Dennoch hinterfragen Miestamo (2009: 83) und Deutscher (2009: 251) generell, ob eine Suche nach einem Maß zur Bestimmung der globalen Komplexität und eine Beschäftigung mit diesem Bereich sprachlicher Komplexität überhaupt zielführend sein kann und verfolgt werden sollte. So betrachtet, erscheint der Ansatz, den einige Forscher verfolgen, die Hypothese bereits verwerfen zu können, wenn nur ein einziger Widerspruch gefunden wird, einfacher, umgeht die erwähnten Problematiken und stellt möglicherweise einen Kompromiss, der durchaus verfolgt werden kann, dar, um die Diskussion in dieser Richtung zu lösen.

Aufgrund der dargestellten Situation soll der weitere Fokus dieses Abschnitts darauf liegen, einige Ansätze, die Versuche zur Bestimmung der „globalen Komplexität“

schiedenen sprachlichen Ebenen oder Bereichen durch ein Maß lässt sich mit einer oben diskutierten Ableitung zu Simons (1962) Komplexitätsansatz (siehe Abschnitt 1.2) in Verbindung bringen. Dort wurde angemerkt, dass eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen sprachlichen Ebenen kritisch zu sehen ist aufgrund der natürlichen Eigenschaft komplexer Systeme, eine hierarchische Struktur aufzuweisen.

beinhalten oder eine **Überprüfung der ECH** zum Ziel haben, vorzustellen.

Einer der bekanntesten Ansätze, die globale Komplexität von Sprachen zu bestimmen und mittels eines solchen Maßes einen Komplexitätsvergleich vorzunehmen, stammt von **McWhorter (2001)**. Ausgangspunkte für die Annahme, dass es tatsächlich Komplexitätsunterschiede zwischen bestimmten Sprachen geben könnte, sieht er in abweichenden Entwicklungszeiten mancher Systeme oder gewissen Umgebungsbedingungen wie unterschiedlichen Sprachkontaktsituationen. Hierbei beruft er sich auf Phänomene verschiedener sprachlicher Ebenen, die nach Dahl (2009b: 242) größtenteils den „nicht - Linearitäten“ zugeordnet werden können. Zudem liegt in McWhorters Maß das oben bereits angedeutete Konzept begründet, dass etwas, was über eine **kommunikative Notwendigkeit** hinausgeht, mit erhöhter Komplexität in Verbindung steht.[16] Wichtig für den in Kapitel 2.1.4 vorgestellten Ansatz von Bisang (2009) ist außerdem, dass McWhorter (2001: 125) das in seinem Artikel erarbeitete Maß ausdrücklich auf alleine **overte Markierungen** bezieht: „This paper introduces a metric of complexity, determined by degree of overt signalling of various phonetic, morphological, syntactic, and semantic distinctions beyond communicative necessity.“ Mittels dieses Maßes werden infolgedessen einige Kreolsprachen im Vergleich zu als „älter“ bezeichneten Sprachen analysiert. Die Basisannahme dazu ist, dass aufgrund der jüngeren Geschichte der betrachteten Kreolsprachen für sie weniger Zeit zur Verfügung gestanden haben könnte, die entsprechenden Merkmale, die McWhorter (2001: 125, 132) als „beyond communicative necessity“ oder **„needless complexity“** definiert, in einem Ausmaß ähnlich dem anderer Sprachen auszubilden. Die Entwicklung von Kreolsprachen aus vormals Pidginsprachen begründet McWhorter (2001: 125f.) im Grunde über eine Unterbrechung bzw. einen Rückschritt der Komplexitätsausbildung. D. h. aufgrund der Phase als Pidginsprache mit einer Reduktion auf eine simplere Grammatik ohne die angesprochenen, da nicht notwendigen Merkmale könnte einfach die Zeit gefehlt haben, wieder das Komplexitätsniveau älterer Sprachen zu erreichen. Insofern wendet sich McWhorter (2001) mit dieser Analyse direkt gegen die ECH. In einem **Artikel**

[16] Interessanterweise kann aus McWhorter (2001: 129) abgeleitet werden, dass in seinem Ansatz die über diese „Notwendigkeit“ definierte Komplexitätseigenschaft mit dem Prinzip des Zufalls in Verbindung gebracht wird. In Abschnitt 1.1 wurde gezeigt, dass der Aspekt des Zufalls in insbesondere informationstheoretisch fundierten Arbeiten zu komplexen Systemen ebenfalls als komplexitätsbeeinflussend diskutiert wurde. Vertreter des Ansatzes der effektiven Komplexität (vgl. Dahl, 2004; Miestamo, 2008; Deutscher, 2009) ordnen ihm hingegen zumindest keinen so charakterisierenden Einfluss auf die sprachliche Komplexität zu, wenn sie sich ausschließlich auf Regularitäten und Muster stützen.

von 2008 geht McWhorter schließlich einen Schritt weiter, indem er Kreolsprachen im Nachhinein nur als „extreme cases“ (McWhorter (2008): 167) einordnet und stattdessen den Aspekt des **nicht - nativen Erwerbs** besonders herausarbeitet. Dieses Argument stützt sich stärker auf die soziohistorische Entwicklung von Sprachen bzw. auf Sprachkontaktsituationen zwischen Sprechergemeinschaften, leitet sich jedoch weiterhin auch aus dem angesprochenen Vorhandensein nicht „notwendiger“ sprachlicher Merkmale her. Auf Grundlage dessen weitet McWhorter (2008: 167) das Bild, dass es tatsächlich Unterschiede im Sinne der globalen Komplexität zwischen sprachlichen Systemen gibt, auf Sprachen wie Englisch, Mandarin Chinesisch oder Indonesisch aus, wenn auch von der Aussage her leicht abgeschwächt, da immer im Verhältnis zu ihren jeweiligen Schwestersprachen gesehen. Mittels einer vertieften Analyse von Sprachen in Indonesien, die er als schwierige und seine Hypothese herausfordernde Fälle ansieht, und unter Einbeziehung ihrer äußerst komplexen soziohistorischen Entwicklungen versucht er möglichen Gegenevidenzen für diese Annahme entgegenzuwirken. Die Hauptrolle für das Auftreten von Simplifizierungen der Grammatiken vieler unterschiedlicher Sprachen weist McWhorter (2008: 167) mit einer Eindeutigkeit einem ausgedehnten nicht - muttersprachlichen Erwerb zu, der keinen Zweifel an dessen Bedeutung als aus seiner Sicht alleiniger Faktor lässt:

> In the uninterrupted transmission of a human language, radical loss of complexity throughout the grammar is neither normal, occasional, nor rare, but impossible. The natural state of human language is one saddled with accreted complexity unnecessary to communication. Wherever this complexity is radically abbreviated overall rather than in scattered, local fashion, this is not just sometimes, but always caused by a sociohistorical situation in which non - native acquisition of the language was widespread enough that grammar was transmitted to new generations in a significantly simplified form. This is true not only in the extreme case of creoles, but also to a lesser but robust extent in many languages of the world.

An diesem Zitat wird deutlich, dass der Ausgangspunkt oder „Normalzustand“ eines Sprachsystems von McWhorter in einer Situation ohne diesen verstärkten nicht - muttersprachlichen Erwerb gesehen wird. Somit könnte in Bezug auf die ECH geschlussfolgert werden, dass die beiden vorgestellten Arbeiten von McWhorter letztendlich zeigen, dass Komplexitätsunterschiede zwischen Sprachen für ihn Ausnahmefälle, die auf besondere und außerhalb des Sprachsystems anzusiedelnde Situationen zurückzuführen sind, bedeuten. Anzumerken ist außerdem, dass er seine Bestimmung von sprachlicher Komplexität im Laufe der Zeit auf drei Aspek-

te, die auch die Hypothese des Einflusses nicht - nativen Erwerbs motiviert haben, zugespitzt hat. Nach McWhorter (2008: 167) sind das: 1. **„overspecification“** bezüglich der für die Kommunikation nicht „notwendigen“ sprachlichen Merkmale, 2. **„structural elaboration“** aufgrund der schlechteren Vorhersagbarkeit, wenn zusätzlich abzuspeichernde Regeln notwendig werden, und 3. **„irregularity“**, d. h. unterschiedliche sprachliche Ausnahmen auf allen Ebenen. Desweiteren wird über den gesamten Artikel hinweg betont, dass das Interesse von McWhorter spezifisch auf die globale Komplexität des Sprachsystems gerichtet ist und somit Argumente, die nur einzelne Ebenen oder Bereiche betreffen, zu ignorieren sind.[17]

Der Zusammenhang zwischen Komplexifizierungen als „normale“ Entwicklung vieler Sprachsysteme auf der einen Seite und durch ausgedehnten Sprachkontakt erklärbaren Simplifizierungen auf der anderen Seite wird auch in **Trudgill (2009)** hergestellt. In seinem Aufsatz vertritt Trudgill (2009: 98) basierend auf vielen vorangehenden Arbeiten die Sichtweise, dass tatsächlich Komplexitätsunterschiede zwischen Sprachen feststellbar sind insbesondere hinsichtlich des Erwerbs einer neuen Sprache durch Erwachsene, auch wenn es Argumente in der Diskussion um absolute und relative Komplexität gegen diese Annahme gibt (siehe dazu folgendes Kapitel). Er formuliert wie McWhorter (2008) drei übergeordnete komplexe Eigenschaften, die aufgrund von Auswirkungen auf den adoleszenten Zweitsprachenerwerb in bestimmten Situationen zu Simplifizierungen führen sollen. Wiederholt erfolgt der Bezug zu den Phänomenen, die oben bereits herausgearbeitet wurden und hauptsächlich mit der gesteigerten Vorhersagbarkeit und Regularität in Verbindung stehen: „Pidginization involves simplification because high **irregularity**, low **transparency**, and high levels of **redundancy** make for difficulties of learning and remembering for adolescent and adult learner - speakers“ (Trudgill (2009): 101, Hervorhebungen durch die Autorin). Diese Annahme wird an einem spezifischen Beispiel von Dialekten im Vergleich zur jeweiligen Standardsprache ausgeführt. Trudgill (2009: 103f.) versucht damit zu zeigen, dass erstere eine Komplexität fördernde Umgebung für die Sprecher bieten, während letztere eine gegensätzliche Situation darstellen. Insofern wird hier eindeutig ein globaler Ansatz zu sprachlicher Komplexität verfolgt, der wie bei McWhorter (2001) gegen die ECH spricht.

[17] Letztendlich dreht McWhorter (2008: 188) in seinem Fazit die Argumentationsrichtung aufgrund der erwähnten, seine Hypothese herausfordernden Sprachen und basierend auf seiner sehr starken Annahme in gewisser Weise sogar um. Er schlägt vor bei seltsamen Simplifizierungsfällen, deren soziohistorische Erklärung unklar ist, Rückschlüsse auf deren Entwicklung in der Vergangenheit zu ziehen: „[...] linguists might treat the strange simplicity of Keo, Rongga, and Ngadha as evidence of social disruption in the past.“

In Situationen mit hohem Sprachkontakt kann es nach Trudgill (2009: 101) zu einer Reduktion der Komplexität des Sprachsystems kommen: „While simplification and complexification may both occur in all languages, it is in the high-contact situations that there is an imbalance between the two, with simplification dominant.“ Die Größe einer Sprechergemeinschaft und deren soziale Verflechtungen diskutiert Trudgill (2009: 102) neben dem Faktor des Zweitspracherwerbs ebenfalls: „[...] small, tightly-knit communities are more able to encourage the preservation of norms, and the continued adherence to norms, from one generation to another, however complex they may be.“

Einige weitere Arbeiten von Gil (2008), Miestamo (2009) und Sinnemäki (2009) zur globalen Komplexität überprüfen die konkrete Annahme, dass in jedem Fall ein **„Trade-off“** oder eine Kompensation der Komplexität in einem sprachlichen Bereich durch Simplizität in einem anderen (z. B. zwischen Morphologie und Syntax) innerhalb einer Sprache stattfindet. Im Endeffekt bietet sich dadurch eine einfacher erscheinende Möglichkeit, die ECH, die in Folge des Ausgleichs von einem ähnlichen Komplexitätsniveau in allen natürlichen Sprachen ausgeht, zu überprüfen.

Beispielhaft sei hier der Ansatz von **Gil (2008)** herausgegriffen, da mehrere neue Aspekte eingeführt werden können: Zum einen wählt er ein eher experimentelles Vorgehen und zum anderen vergleicht er andere Sprachtypen, nämlich isolierende versus nicht-isolierende Sprachen. Außerdem beruft sich Gil (2008: 129) auf die **„compositional semantics“** einer Sprache, also einen Bereich, der nach seiner Analyse indirekt zeigen soll, ob ein Komplexitätsausgleich zwischen Morphologie und Syntax darin zugrunde liegt oder nicht. Zu diesem Zweck entwickelt er ein Maß, das auf der Annahme basiert, dass Sprachen in Bezug auf ihre kompositionale Semantik[18] variieren. Insbesondere betrifft das eine Kategorie, die Gil (2008: 112) unter dem Begriff **„associational semantics“** zusammenfasst, womit die Eigenschaft bezeichnet wird, dass die Ableitung einer komplexen, sprachlichen Bedeutung alleine auf Basis grundlegender Assoziationsregeln möglich ist. Zusätzlich notwendige Regeln, die zur Bedeutungsableitung eventuell herangezogen werden müssen, stehen nach seinem Ansatz für eine erhöhte Komplexität. Insofern würde nach Gil (2008: 112) ein Ausgleich zwischen Syntax und Morphologie innerhalb einer Sprache implizieren, dass verschiedene Sprachen im Vergleich keinen Komplexitätsunterschied in diesem spezifischen Bereich der kompositionalen Semantik aufweisen sollten. Darauf aufbauend definiert Gil (2008: 116) sein Maß, das Kom-

[18] Damit ist, vereinfacht gesprochen, die Zusammensetzung komplexer Bedeutungen aus Teilbedeutungen gemeint.

plexitätsunterschiede über den graduellen Unterschied zwischen stärker „assoziationaler“ oder „artikulierter“, auf zusätzlichen Regeln basierender kompositionaler Semantik erheben soll: „The Typology of associational semantics [...] provides a straightforward measure of the complexity of the compositional semantics of a given language. To wit, compositional semantics is simpler in compositionally associational languages and more complex in compositionally articulated languages.“ Den Vergleich zwischen isolierenden und nicht-isolierenden Sprachen greift Gil (2008) dann heraus, um Aussagen zu begegnen wie „isolating languages compensate for their simpler morphology by means of increased complexity in one particular grammatical domain, namely, syntax“ (vgl. Gil (2008): 129). Bei einer solchen „Trade-off“ Annahme sollte dementsprechend in seinem Maß kein Unterschied zwischen den unterschiedlichen Sprachtypen feststellbar sein. Um dies zu zeigen, wählt Gil (2008) im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Arbeiten aus dem Bereich der Typologie eine experimentelle Herangehensweise. D. h., bezüglich seines Vorgehens ist eine von den bisher vorgestellten Ansätzen abweichende Annäherung an das Konzept der sprachlichen Komplexität festzuhalten: Einerseits wird eine gewisse Intuition einem Maß zur Komplexitätsbestimmung im Sprachvergleich zugrunde gelegt. Andererseits ist das Maß so konzipiert, dass eine Überprüfung der Hypothese eines nicht vorhandenen Komplexitätsausgleichs schließlich darüber erfolgt, ob sich die Annahme im Verhalten von Sprechern der jeweiligen Sprachen widerspiegelt. Das von Gil durchgeführte „Association Experiment“ arbeitet mit Bildern, die den Sprechern vorgelegt werden zusätzlich zu Sätzen, die je nachdem, ob eine Sprache nach der Definition eine stärker assoziationale oder artikulierte kompositionale Semantik aufweist, passen oder nicht (zur detaillierten Konzeption und Durchführung des Experiments vgl. Gil (2008): 117ff.). Darauf aufbauend wird eine Einordnung isolierender und nicht-isolierender Sprachen möglich. Die Ergebnisse zeigen nach Gil (2008: 122), dass isolierende Sprachen weniger komplex zumindest in Bezug auf sein Maß und den gewählten Bereich sind: „[...] the level of complexity of the compositional semantics varies across language types, and [...] in general, isolating languages tend to have simpler compositional semantics than non-isolating languages.“

Grundsätzlich ist anzumerken, dass einige Aussagen Gils den Eindruck erwecken, dass er Untersuchungen zur Komplexität und insbesondere zum globalen Konzept sehr kritisch gegenübersteht. Dennoch kann sein Versuch, sprachliche Komplexität zu quantifizieren und dahingehende Unterschiede zwischen isolierenden und nicht-isolierenden Sprachen herauszuarbeiten, einer Überprüfung der globalen Komplexi-

tät zugeordnet werden, wie dieses schlussfolgernde Zitat von Gil (2008: 109) zeigt: „Thus, it is concluded that isolating languages may indeed be of greater overall simplicity that [sic!] their non-isolating counterparts“ [Hervorhebung durch die Autorin]. Dennoch deutet die oben gewählte Formulierung „zumindest in Bezug zu diesem Maß“ darauf hin, dass hier ein spezifischer Bereich von Sprache abgedeckt wird, auch wenn dieser indirekt auch andere Bereiche einbinden soll. Dieser Argumentation folgend könnte die von Gil gewählte Herangehensweise und Bestimmung von Komplexität auch in Richtung eines lokalen Ansatzes zu Komplexität interpretiert werden. Das ist ein Hauptkritikpunkt, der in McWhorter (2008: 173) zu Gils (2008) Analyse zu finden ist.

Insgesamt kann aus den oben vorgestellten Arbeiten zur übergeordneten Frage dieses Kapitels, ob ein globaler oder lokaler Ansatz zur Bestimmung sprachlicher Komplexität zu verfolgen ist, folgendes geschlossen werden: Der Versuch, eine allgemein anwendbare Quantifizierung der Komplexität des Sprachsystems in seiner Gesamtheit anzustreben, bringt einige Schwierigkeiten mit sich. Die vorgestellten Ansätze, die das Hauptziel haben, Argumente gegen die ECH vorzubringen, beruhen größtenteils auf Definitionen von Komplexität, die sehr individuelle Intuitionen des jeweiligen Typologen zu diesem Konzept beinhalten und als nicht ausreichend für eine universelle Schlussfolgerung bezeichnet werden können. Der Ansatz von McWhorter (2001) zeigt das besonders deutlich, da er einige wenige sprachliche Bereiche recht willkürlich herausgreift und dafür overt analysierbare Phänomene, die er mit einer erhöhten Komplexität in Zusammenhang bringt, definiert. U. a. Bisang (2009) (siehe Abschnitt 2.1.4) und Dahl (2009b) verweisen aus unterschiedlichen Perspektiven auf die Unvollständigkeit dieses Ansatzes. In der später veröffentlichten Arbeit von 2008 baut McWhorter sein Maß hingegen auf drei „allgemeineren“ Kategorien (Überspezifikationen, strukturelle Elaborationen und Irregularitäten), die mit den Konzepten der kommunikativen Notwendigkeit und Regularität in enger Verbindung stehen, auf. Eine ähnliche Herangehensweise findet sich auch bei Trudgill (2009), der drei komplexifizierende Eigenschaften annimmt (Irregularitäten, viele Redundanzen und wenig Transparenz). Diese lassen ebenfalls einen Bezug zum oben bereits diskutierten Konzept der Regularität erkennen und beziehen wiederholt die Schwierigkeiten, die durch eine schlechte Vorhersagbarkeit auftreten können, ein.

Eine weitere Gemeinsamkeit zwischen den zuletzt genannten Ansätzen ist, dass sie über die soziohistorische Situation der betrachteten Sprachen bzw. ihrer Sprecher argumentieren und das in die Begründung ihres Verständnisses von Komplexitäts-

unterschieden einbinden. Daran wird zusätzlich deutlich, dass viele typologische Arbeiten auf die übergeordnete Frage ausgerichtet sind, ob weniger komplexe Sprachen bzw. Sprachtypen festzustellen sind und welche das dann sind. McWhorter (2001) behandelt zuerst Kreolsprachen als „Extremfall“ einfacherer Grammatiken basierend auf der geringeren Entwicklungszeit, weitet seine Sichtweise jedoch in McWhorter (2008) auf Sprachen, die im Vergleich zu ihren Schwestersprachen ausgedehnten nicht - muttersprachlichen Erwerb aufgrund von Sprachkontakt aufweisen, aus. Zusammen mit dem Ansatz von Trudgill (2009) lässt das eine verstärkte Fokussierung auf Erklärungen für Komplexitätsunterschiede über den Sprachkontakt und andere soziohistorische Faktoren erkennen.

Neben den genannten, eindeutig auf die Untersuchung und Analyse der „overall complexity“ abzielenden Maßen wurde bezüglich der Arbeit von Gil (2008) und sein Maß der „assoziationalen kompositionalen Semantik“ eine andere Herangehensweise aufgezeigt. Studien, die hauptsächlich auf Gegenevidenz zu einem „Trade - off“ als Grundlage der ECH ausgerichtet sind, verfolgen, wie angemerkt wurde, möglicherweise eine stärker in Richtung lokaler Komplexität zu interpretierende Quantifizierung. Ein ähnlicher Ansatz, der hier jedoch nicht behandelt wurde, ist auch in Sinnemäki (2008) zu finden.

Abschließend kann festgehalten werden, dass ein in erster Linie „globales“ Maß zur sprachlichen Komplexität in der vorliegenden Arbeit aufbauend auf den dargestellten Argumenten und in Anlehnung an z. B. Anmerkungen von Dahl (2009a) und Deutscher (2009)[19] als unerreichbar eingeschätzt und infolgedessen die Relevanz einer solchen Definition stark angezweifelt wird.

2.1.3. Absolute oder relative Komplexität?

Neben der Frage, ob ein typologischer Vergleich der Komplexität unterschiedlicher Sprachsysteme in ihrer Gesamtheit angestrebt werden sollte, sind auch zu den Konzepten der absoluten und relativen Komplexität sehr unterschiedliche Ansichten zu finden. Die **Komplexitätsdefinitionen**, die den jeweiligen Ansätzen zugrunde liegen, sind hier von noch größerer Bedeutung und nehmen somit in besonderem Maße Bezug auf die Frage nach der Relevanz des Komplexitätskonzepts. Eine erste

[19] Deutscher (2009) schlägt einen Ansatz zur Bestimmung von Komplexitätsunterschieden zwischen Sprachen, den er für weiterführend hält, vor. Auch dieser könnte seiner Einschätzung nach jedoch nur ein Ergebnis liefern, das ein Ranking von Sprachen in Bezug auf deren Komplexität in sehr vielen unterschiedlichen Einzelbereichen ermöglichen würde. Sein Fazit bleibt folglich bestehen, dass ein Vergleich der „overall complexity“ auch damit nicht erreichbar ist.

Überlegung, auf die viele sprachvergleichende Arbeiten einleitend eingehen, betrifft die Grundlage, auf der Komplexitätsunterschiede letztendlich festzumachen sind. U. a. Miestamo (2008, 2009), Dahl (2009a), Kusters (2008) und Sinnemäki (2009) unterscheiden typologische Studien mit einem relativen oder absoluten Ansatz zu Komplexität. Nach Miestamo (2008: 24) lassen sich die beiden sehr gegensätzlichen Konzepte damit in Verbindung bringen, ob ihnen eine theoretisch oder empirisch motivierte Definition sprachlicher Komplexität zugrunde liegt: „[...] the *absolute (theory - oriented, objective)* approach defines complexity in terms of the number of parts in a system, whereas the *relative (user - oriented, subjective)* one defines it in terms of cost and difficulty to language users“ [Hervorhebung durch die Autorin]. Der absolute Ansatz leitet sich demnach ursprünglich aus dem informationstheoretisch orientierten Konzept zur Beschreibung komplexer Systeme (siehe oben und vgl. Dahl (2009a): 50, Miestamo (2009): 81) ab. Der relative Ansatz ist hingegen viel stärker am jeweiligen Sprachnutzer orientiert und begründet im Gegensatz zur insofern „objektiven“ absoluten Komplexität die Einschätzung als „subjektiv“ (vgl. auch Dahl (2009a): 50). Als Grundlage dessen werden im Zitat oben vage „Kosten“ und „Schwierigkeiten für den Sprachnutzer“ angedeutet. Insbesondere dieser Aspekt ruft jedoch äußerst kontroverse Ansichten hervor. Z. B. Sinnemäki (2008: 72), Sinnemäki (2009: 127), Dahl (2009a: 51) oder Miestamo (2009: 82) grenzen ihr Komplexitätsverständnis strikt von einer Konzeption, die eine Verbindung zum Sprachgebrauch oder Verarbeitungsschwierigkeiten herstellt, ab. Kusters (2008: 4), der als Vertreter eines relativen Komplexitätsverständnisses einzuordnen ist, beruft sich hingegen darauf, dass der absolute Ansatz durch seine deduktive Herangehensweise „refers only indirectly, by way of the theory, to language reality“, während der an empirischen Daten orientierte, relative Ansatz induktiv seine Motivation direkt aus der Sprachrealität zieht. Um die beiden sehr gegensätzlichen Sichtweisen besser nachvollziehen zu können, soll im Folgenden näher auf deren zugrunde liegende Definitionen und darauf aufbauende Studien einiger Vertreter eingegangen werden. Aufgrund der Einbeziehung einer Verarbeitungsperspektive werden einige Beispiele von typologischen Arbeiten, die jedoch grundlegend einem relativen Ansatz zuzuordnen sind, erst in Abschnitt 2.1.5 behandelt.

Wie bereits erwähnt, wird bei **absoluten bzw. objektiven Definitionen von Komplexität** die Anlehnung an die informationstheoretische Beschreibung des Konzepts, das in Kapitel 1.1 ausgeführt wurde, sehr deutlich. Miestamo (2008: 24) führt den absoluten Ansatz u. a. auf eine direkte Ableitung von Komplexität aus der Anzahl an Teilen, Interaktionen oder Relationen des sprachlichen Systems

im Sinne von „the more parts a system has, the more complex it is“ zurück. Miestamo (2008: 27), Miestamo (2009: 81), Sinnemäki (2009: 127) und Dahl (2009a: 50) stellen darüber hinaus den aus der Informationstheorie bekannten Bezug zur „Länge der kürzesten Beschreibung“, die im Falle eines Sprachsystems notwendig ist, um dieses bzw. dessen Grammatik zu definieren, her. Miestamo (2008: 25) verweist allerdings darauf, dass das von Gell-Mann (1994) vorgeschlagene Konzept der **„effective complexity“** der allgemeineren Definition vorzuziehen ist, da sprachliche Systeme bzw. Grammatiken mit ihren Mustern und Regelmäßigkeiten Untersuchungsgegenstand der Typologie sind. Insofern lassen sich neben den soeben erwähnten Vertretern auch die in Kapitel 2.1.2 vorgestellten Arbeiten von McWhorter (2001, 2008) dem absoluten Komplexitätsverständnis zuordnen. Hauptsächlich Miestamo (2008: 26) hebt als Vorteil der objektiven Definition hervor, dass eine Antwort auf die Frage „Complex to whom?“ damit umgangen werden kann. Die strikte Abgrenzung von einer Ableitung der Komplexität aus empirischen Daten zur Verarbeitung von Sprache macht den Ansatz nach Miestamo (2008: 26) unabhängig von zwei Aspekten: Einerseits von der Notwendigkeit, eine passende Bezugsperson für eine relative Definition zu ermitteln, und andererseits von Erkenntnissen, die von ihm als „far from sufficient for this purpose“ eingeschätzt werden aus Disziplinen wie der Psycholinguistik.

Bei einer genauen Betrachtung der Arbeit von **Miestamo (2009)** wird allerdings deutlich, dass er trotz dieser Abgrenzung des Komplexitätsbegriffs von Verarbeitungskosten und -schwierigkeiten letztendlich auf eine Erklärung zur Verbindung der beiden Aspekte hinarbeiten möchte. Grundsätzlich führt er zur Erörterung von Komplexitätsunterschieden zwischen Sprachen ein bisher nicht behandeltes Bezugssystem aus der typologischen Forschung ein, die **implikationellen Hierarchien** nach Greenberg. Einige davon stellen für Miestamo (2009: 83) Komplexitätsmaße für einen typologischen Vergleich dar: „Implicational hierarchies provide one means of examining the complexity of functional domains.“[20,21] Doch inwiefern lassen sich

[20] Eine solche Sichtweise kann in erster Linie als Ansatz zur Bestimmung von lokaler Komplexität gewertet werden.

[21] Die Grundidee solcher Hierarchien liegt darin, dass eine Zuordnung der Grammatik einer Sprache auf eine Hierarchiestufe möglich ist und alle Fälle, die auf einer tieferen Ebene liegen, in diesen Sprachen ebenfalls vorkommen. Miestamo (2009: 80) führt als Beispiel die Numerushierarchie „(SINGUALR) < PLURAL < DUAL < TRIAL“, adaptiert von Greenberg (1963: 58) (Universalie 34), an. Sie drückt aus, dass Sprachen, die Markierungen des Duals zeigen, auch Singular- und Pluralmarkierungen aufweisen, während eine Sprache, die aufgrund overter Trialunterscheidung auf der darüber liegenden Ebene einzuordnen ist, alle diese Markierungen zeigen sollte.

Hierarchien mit Komplexität in Zusammenhang bringen? Miestamo (2009) diskutiert diese Frage ausführlich, sie lässt sich aber aufgrund seines Verständnisses von absoluter Komplexität und der in seinem Ansatz gewählten Herangehensweise auf einige Annahmen reduzieren. Zwar argumentiert er, wie im vorherigen Kapitel erwähnt, gegen die Möglichkeit, globale Komplexität bestimmen zu können, verfolgt jedoch das Ziel die ECH zu überprüfen. Aufgrund der Tatsache, dass es für einige funktionale Domänen verwandte implikationelle Hierarchien gibt, bietet sich nach Miestamo (2009: 84) die Möglichkeit, Korrelationen dazwischen abzuleiten. Bei einem Trade-off im Sinne der ECH sollten sich innerhalb aller Domänen die Zuweisungen einer jeden Sprache auf tiefere und höhere Ebenen der unterschiedlichen, verwandten Hierarchien untereinander genau ausgleichen und somit negative Korrelationen zeigen (Miestamo (2009): 84). Wie gesagt, sieht Miestamo (2009: 86) eine Beschränkung dieser Herangehensweise darin, dass z. B. nur einige solcher verwandten Hierarchien bereits beschrieben worden sind. Allerdings ist seine Annahme, dass nur ein Widerspruch gefunden werden muss, um die ECH zurückzuweisen, was das Studiendesign deutlich vereinfacht. Deshalb wählt er vorerst Vergleiche der Kongruenz- in Relation zur Kasus- und der Verbalisierungs- zur Kopulahierarchie aus, um die Hypothese eines Trade-offs in diesen Fällen zu überprüfen. Speziell dafür leitet Miestamo (2009: 87, 90) folgende Analyse zur Verbindung zwischen den Hierarchien und Komplexität ab: In allen vier bedeutet die Zuweisung einer Sprache zu einer tieferen Stufe, dass weniger overte Markierungen in deren Grammatik vorgenommen werden als bei Klassifizierungen zu einer höheren Ebene. Entsprechend stehen höhere Positionen in einer Hierarchie mit mehr overter Markierung in Bezug zur jeweiligen Domäne und damit einer längeren Beschreibung in Verbindung, was schließlich aus Sicht der absoluten Definition erhöhte Komplexität bedeutet. Aus den Ergebnissen der Zuweisung einer Stichprobe von fünfzig Sprachen zu den erwähnten Hierarchien leitet Miestamo (2009: 95) folgende Erkenntnisse ab:

> [...] there is no compensation between the agreement and case hierarchies; but the complexities of copular and verbal marking of stative predicates do show a trade-off effect. This points toward the conclusion that while compensations are found in some domains of grammar, they are not an all-encompassing phenomenon.

Das Zitat lässt zum einen die lokale Analyse der Komplexität in Bezug zu einzelnen Domänen erkennen. Zum anderen wird deutlich, dass Miestamo (2009) ebenfalls einen Widerspruch zur allgemeinen Aussage sieht, dass alle Sprachen basierend auf umfassenden Trade-offs und im Sinne der ECH gleichermaßen komplex sein könnten. Wie oben angedeutet, versucht Miestamo (2009: 96) abschließend eine Er-

klärung für die in relativen Ansätzen als Ausgangspunkt genommene Verbindung zwischen sprachlicher Komplexität und deren Verarbeitung herzustellen, indem er eine sprachübergreifende Abbildung linguistischer Präferenzen in implikationellen Hierarchien zugrunde legt. Unterschiede zwischen verschiedenen Typen von Sprachnutzern spielen für eine allgemeine Zuordnung von Sprachen zu den Stufen einer Hierarchie nach Miestamo (2009: 97) jedoch keine Rolle:

> [...] in implicational hierarchies, the differences between different types of language user have been filtered away to a large extent, and the use of hierarchies as complexity measures allows us (partly) to bypass the question 'Difficult to whom?' referred to in connection with the discussion of 'relative complexity' above. This makes implicational hierarchies especially attractive in illuminating the link between complexity and cost/ difficulty.

Insgesamt werden in Miestamos (2009) Arbeit interessanterweise alle vier Ansätze zu Komplexität, die im vorherigen und aktuellen Kapitel behandelt wurden, in irgendeiner Weise eingebunden. Er leitet letztendlich eine Aussage zur globalen Komplexität und gegen die ECH über die Beobachtung von Korrelationen zwischen verwandten Hierarchien einer Domäne ab. Für seine Studie werden lokal, d. h. beschränkt auf bestimmte Ebenen des Sprachsystems und in Bezug auf zwei unterschiedliche funktionale Domänen, Hierarchien, die wahrscheinlich eine solche Verwandtschaft zeigen, herausgegriffen. Miestamo (2009: 92) spricht schließlich davon, dass die Ergebnisse die „overall complexity of each domain in terms of these hierarchies" zeigen sollen, was eine Verflechtung der beiden Konzepte erkennen lässt. Wie angemerkt, wird außerdem eine absolute Konzeption von Komplexität der Arbeit im Allgemeinen und der Definition des verwendeten Maßes zugrunde gelegt. Dennoch versucht Miestamo (2009) in der Diskussion eine Verbindung zum relativen Ansatz herzustellen, da er in seinem Maß die Möglichkeit sieht, die Suche nach einer passenden Bezugsperson zu umgehen, aber gleichzeitig durch die Abbildung von sprachlichen Präferenzen in Hierarchien die Verarbeitungsperspektive einzubeziehen.[22]

Abschließend kann in Bezug auf die vier Konzepte, die im aktuellen und vorangehenden Kapitel vorgestellt bzw. abgegrenzt wurden, Folgendes festgehalten werden: Eine eindeutige Zuordnung der unterschiedlichen Ansätze zu einem dieser Komplexitätsbegriffe scheint nicht immer eindeutig möglich. Besonders deutlich wurde

[22] Vgl. dazu den Ansatz von Hawkins (2003) in Abschnitt 2.1.5

das bei Miestamo (2009), der einen absoluten Ansatz für seine Komplexitätsdefinition wählt, im Endeffekt jedoch auch Präferenzen, die sich in Hierarchien ausdrücken, darüber erklärbar sieht. Die strikte Abgrenzung des Komplexitätskonzepts von Schwierigkeiten und Kosten wird von vielen Vertretern des absoluten Ansatzes – auch von Miestamo (2009) – jedoch vorausgesetzt.

Einleitend zu diesem Abschnitt wurde bereits angedeutet, dass die Frage der Relevanz des Komplexitätskonzepts für die Unterscheidung der absoluten und relativen Perspektive besonders bedeutsam ist. Deshalb ergibt sich für die vorliegende Arbeit folgende Fragestellung: Ist Komplexität eher als eine absolute Eigenschaft des Sprachsystems, definiert über die Beschreibungslänge der Regularitäten oder Muster einer Grammatik, anzusehen und somit aus theoretischen Überlegungen abzuleiten oder lässt sie sich hauptsächlich aus empirischen Daten zur Sprachverarbeitung motivieren? An dieser Stelle kann vorweggenommen werden, dass hier die Meinung vertreten wird, dass der absolute Ansatz durch seine Ablehnung einer direkten Motivation aus realen Sprachdaten, Präferenzen oder Erkenntnissen zur Sprachverarbeitung die Frage nach der Relevanz des Komplexitätskonzept nicht zufriedenstellend beantworten kann. Da eine objektive Definition über die Beschreibungslänge diesem Verständnis von Komplexität zugrunde liegt, kann als Konsequenz aus der Aussage von Simon (1962), dass die charakterisierende Eigenschaft komplexer Systeme die Hierarchie ist und Komplexität nur dadurch überhaupt wahrnehmbar bzw. analysierbar wird (siehe Abschnitt 1.2), zumindest kritisch hinterfragt werden, ob es für das absolute Konzept überhaupt eine Realität gibt.

Viele der kurz vorgestellten Untersuchungen stützen sich zudem auf die Überprüfung der ECH, wobei von einigen mehr oder weniger deutlich der Versuch unternommen wird, direkt globale Komplexität zu messen. Der eindeutigste Ansatz dazu stammt von McWhorter (2001, 2008)), während Hawkins (1994, 2003, 2009) hingegen als Vertreter einer klar lokal ausgerichteten Konzeption zu nennen ist (siehe Abschnitt 2.1.5).[23] Auch Miestamos (2009) Arbeit zu implikationellen Hierarchien als Komplexitätsmaß geht in diese Richtung, ist jedoch letztendlich darauf ausgerichtet, etwas über die globale Komplexität auszusagen. Insgesamt ist das Ziel, globale Komplexität direkt messen zu wollen, jedoch weiterhin aufgrund der vorgebrachten Kritik als zu aufwendig oder gar nicht erreichbar einzuschätzen.

[23] In Hawkins (2009) wird die Trade-off Annahme aus einer relativen Perspektive diskutiert. Hawkins sieht diese, allerdings nur in Bezug auf einzelne Domänen, d. h. lokal, durch seine Prinzipien begründet. Letztendlich argumentiert er jedoch gegen das Konzept der „overall complexity“ (Hawkins (2009): 267).

2.1.4. Overte oder/ und verdeckte Komplexität?

In diesem Abschnitt soll auf eine Arbeit von Bisang (2009), der Kritik an dem Ansatz äußert, Komplexitätsunterschiede insbesondere in overt analysierbaren sprachlichen Merkmalen zu suchen, vertieft eingegangen werden. Er argumentiert dafür, dass der Ansatz hoch unzureichend ist, zumindest für eine globale Beurteilung eines sprachlichen Systems, da eine zweite Art der Komplexität, die sich nicht in der Oberflächenstruktur einer Grammatik zeigt, unbeachtet bleibt. Diese wichtige Unterscheidung leitet Bisang (2009) insbesondere aus den folgenden beiden Beobachtungen bzw. Grundannahmen ab.

Erstens beschäftigt sich Bisang (2009) wie z. B. Dahl (2009b) oder Givón (2009) mit der **Evolution von Komplexität durch Grammatikalisierung**, bringt jedoch eine andere Gruppe von Sprachen, die er als „East and mainland Southeast Asian languages“ klassifiziert, in die Diskussion ein. Auf Basis dessen kann er einige problematische Annahmen vorheriger Arbeiten hinsichtlich einer universellen Komplexitätsdefinition aufdecken. In Bezug auf die oben vorgestellten Ansätze übt Bisang (2009: 35ff.) insbesondere Kritik an der Analyse von McWhorter (2001) und Dahl (2004). Mit dem Konzept der Grammatikalisierung, das dort angeführt wird, sieht er in solchen Ansätzen immer eine ganz bestimmte Entwicklung verbunden. Diese bringt Bisang (2009: 35) zufolge obligatorische morphosyntaktische Markierungen mit sich durch Prozesse, die sich auf eine „coevolution of form and meaning“ stützen und die er Dahls (2004) Analyse folgend als Reifungsphänomene (engl. *maturation*) beschreibt. Die grundlegende Voraussetzung einer Koevolution von Form und Bedeutung sieht Bisang (2009: 35) jedoch in der von ihm untersuchten Sprachgruppe als nicht gegeben an, sodass ein weiterer Faktor, den er in der Debatte um Komplexität als unterrepräsentiert ansieht, nämlich **Inferenz**, zum Tragen kommt:

> East and mainland Southeast Asian languages are characterized by a rather limited degree of coevolution of form and meaning and by almost no obligatory marking of grammatical categories. As a consequence, they are more open to economy and attribute a greater importance to inference.

Zweitens stützt Bisang (2009) seine Argumentation interessanterweise auch auf **Erkenntnisse zur Sprachverarbeitung** und zu daraus resultierenden Auswirkungen auf natürliche Sprachen. Nach Bisang (2009: 34) kann in Anlehnung an Annahmen von Levinson (2000) in Hinblick auf die Programmierung und Artikulation bei der Sprachverarbeitung abgeleitet werden, dass Sprachen dem oben bereits angesprochenen Prinzip der **Ökonomie** soweit möglich und in einem ge-

wissen Ausmaß natürlicherweise folgen sollten, um einen erhöhten Aufwand durch **Explizitheit** zu reduzieren, d. h., „linguistic structures somehow need to keep the balance between expensive articulation or explicitness and cheap inference or economy“. Die dabei anklingende Motivation aus einer Verarbeitungsperspektive heraus, lässt eine Nähe des Ansatzes von Bisang (2009) zu **relativen Perspektiven** (siehe nächster Abschnitt) erkennen und hebt diesen zumindest von strikt absoluten Komplexitätsdefinitionen ab. Desweiteren wird deutlich, dass sich die beiden allgemeinen Prinzipien Ökonomie und Explizitheit, denen Sprachen gleichermaßen folgen können und die bereits oben angeklungen sind, nach seiner Analyse direkt aus den Annahmen zum Sprachgebrauch und zur Sprachverarbeitung ableiten lassen.

Aus diesen Feststellungen leitet Bisang die besonders beachtenswerte Aussage ab, dass entsprechend der beiden erwähnten Prinzipien, denen Sprachen in einer Art Ausgleich folgen sollten, ebenfalls zwei unterschiedliche Formen sprachlicher Komplexität, eine **„overte“** und eine **„verdeckte“**, anzunehmen sind:

> Overt complexity reflects explicitness: the structure of the language simply forces the speaker to explicitly encode certain grammatical categories even if they could easily be inferred from context. Hidden complexity reflects economy: the structure of the language does not force the speaker to use a certain grammatical category if it can be inferred from context. (Bisang (2009): 35)

Das bedeutet für sprachvergleichende Studien, dass nicht nur die offensichtlich auftretenden Merkmale einer Sprache in Bezug auf ihre „overte Komplexität“ zu beurteilen sind. Es ist stattdessen zu beachten, dass oberflächlich erscheinende Simplizität nicht den Wegfall der jeweiligen Ausdrucksmöglichkeiten oder Kategorien bedeutet. Im Sinne der „verdeckten Komplexität“ könnte eventuell ein Ausgleich durch Inferenz festgestellt werden, wenn das in die Analyse einbezogen würde im Sinne von „what looks simple at the surface [may be] based on a complex background of potential inferences which adds hidden complexity to seemingly simple structures“ (Bisang (2009): 38). Die grundlegende Zuordnung von Simplizität zu direkten Entsprechungen zwischen Bedeutungen und Formen nach Dahl (2004) und die Konzentration auf die Systemkomplexität, die mit grammatischer Komplexität gleichgesetzt wird, sowie die in Dahl (2009b) behandelten „nicht - Linearitäten“ (siehe Abschnitt 2.1.1) sind als Analysen zur „overten Komplexität“ einzuordnen. Ebenso wird diese Herangehensweise z. B. bei Trudgill (2009) deutlich, der sich bspw. mit Phänomenen wie Irregularitäten beschäftigt. McWhorter (2001: 125) legt sich unmissverständlich auf eine Untersuchung overter sprachlicher Merkmale fest.

Mittels einer Untersuchung der durch Bisang (2009) in den Fokus gerückten Sprachgruppe kann er in seiner Arbeit **zwei Arten der „verdeckten Komplexität“** herausarbeiten. Für einige der Sprachen zeigt Bisang (2009: 37ff.), dass die oberflächlich einfach erscheinenden, nicht obligatorischen Markierungen verdeckt eine hohe Komplexität mit sich bringen, da erstens viele verschiedene Bedeutungen und grammatische Funktionen im Zusammenhang mit dem jeweiligen **Kontext**, in dem sie auftreten, erschlossen werden müssen und zweitens Marker in **verschiedenen Konstruktionen** Verwendung finden können, zu denen je nach Konstruktion wiederum ganz unterschiedliche Bedeutungen inferiert werden müssen.[24] Eine Bestimmung dieser „verdeckten Komplexität“ in verschiedenen sprachlichen Domänen schätzt Bisang (2009: 48f.) letztendlich jedoch als nicht durchführbar ein. Die dabei vorgebrachten Argumente lassen eine Parallele zu den von Miestamo (2009) formulierten Problemen der Repräsentativität und Vergleichbarkeit erkennen (siehe Abschnitt 2.1.2). Entsprechend schätzt Bisang (2009: 49) eine Quantifizierung der globalen Komplexität einer Sprache als unmöglich ein: „The fact that hidden complexity always involves pragmatic considerations does not merely make quantification of complexity difficult; it may even make it systematically impossible.“

Auch **Gil (2008)** merkt in der Diskussion seines Ansatzes zur Bestimmung der Komplexität einer Sprache über deren Ausmaß an assoziationaler kompositionaler Semantik (siehe Abschnitt 2.1.2) die Möglichkeit an, dass ein **Ausgleich durch die Pragmatik** angenommen werden könnte. Nach Gil (2008: 125) würde dies ebenfalls einen Trade - off der Komplexität innerhalb einer Sprache mit sich bringen unter der Annahme allerdings, dass hier einfach eine Verschiebung der Komplexität auf eine andere Ebene stattfindet: „[. . .] the burden is merely shifted from morphosyntax to the pragmatics, while the overall level of language complexity remains the same.“ Dennoch wäre der von ihm abgeleitete Komplexitätsunterschied zwischen isolierenden und nicht - isolierenden Sprachen dann nicht mehr vorhanden. Zwei Argumente sprechen für ihn jedoch gegen die Annahme eines solchen Ausgleichs.

Das erste Argument lässt deutlich die Abhängigkeit der Komplexitätsdefinition

[24] Eine weitere Parallele zum relativen Ansatz bspw. von Hawkins (2003) kann darin gesehen werden, dass sowohl er, als auch Bisang (2009: 43f.) aus unterschiedlichen Perspektiven auf die Bedeutung des Umgangs mit Ambiguitäten bei der Sprachverarbeitung eingehen. Wie erwähnt, nimmt Bisang (2009: 44) an, dass oberflächlich einfach erscheinende Strukturen nur aufgrund des Fehlens overter Markierungen nicht weniger ausdrücken, weil stattdessen die genaue Bedeutung mehrerer möglicher Interpretationen letztendlich durch Inferenz aus dem Kontext erschlossen werden muss. Das stellt eine direkte Verbindung zwischen der „verdeckten Komplexität“ und diesen Ambiguitäten her.

von der theoretischen Perspektive des jeweiligen Linguisten erkennen. Gil (2008: 125) führt aus, dass die Komplexität der Grammatik einer Sprache seiner Ansicht nach von dem System der Pragmatik abzugrenzen ist, d. h., „pragmatics does not really 'belong' to the grammar, it is not part of the language, and therefore should not be taken into consideration when measuring overall complexity". Diese Sichtweise rückt Gils (2008) Verständnis sprachlicher Komplexität im Gegensatz zu dem von Bisang (2009) vertretenen eher in die Nähe der Ansätze, die oben einer **absoluten Perspektive** zugeordnet wurden.

Als zweites Gegenargument führt Gil (2008: 125) an, dass der Annahme eines Ausgleichs durch die Pragmatik zugrunde liegen müsse, dass alle Sprachen ein **„universal meaning representational system with a fixed set of semantic features"** haben. Er führt dazu aus, dass dann eine fehlende Ausdrucksmöglichkeit in der Grammatik tatsächlich durch Pragmatik ausgeglichen werden müsse. Neben der Kritik an dem eher englisch- oder eurozentrierten Orientierungspunkt eines solchen „universellen" Systems hält Gil (2008: 127) fest:

> To put it most simply, there is no a priori reason to assume that such a universal semantics should exist; and in the absence of such reason, the most appropriate default assumption is that no such universal semantics does exist.

Abschließend nimmt Gil (2008: 128) auch Bezug darauf, dass in gewissen Fällen ein Ausgleich zwischen stärker assoziationaler und damit einfacherer Semantik durch Pragmatik zum Verständnis stattfinden muss, aber dies sollte seiner Ansicht nach nicht über Notwendigkeiten hinausgehen. An diesem Punkt wird ebenfalls ein bereits dargestelltes Verständis von Komplexität sichtbar, das einen Bezug zu „über kommunikative Notwendigkeiten hinausgehenden" sprachlichen Merkmalen zieht. Aus dieser Anmerkung schließt Gil (2008: 129) letztendlich: „Accordingly, there is little reason to believe that languages with less developed morphosyntactic structure compensate systematically for their grammatical simplicity with more complex rules of pragmatics." Das ist als Gegenentwurf zu Bisangs Ansatz zu verstehen. U. a. aufgrund der oben angesprochenen Ablehnung einer absoluten Komplexitätsdefinition, die in der vorliegenden Arbeit vertreten wird, ist die Grundlage von Gils Argumentation jedoch zu hinterfragen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass auch zu der Frage, ob neben der overt sichtbaren Komplexität ebenfalls die nach Bisang (2009) aus Inferenzen abzuleitende „verdeckte" Komplexität einbezogen werden sollte, kontroverse Sichtweisen zu finden sind. Auf Basis von Bisangs Argumentationen kann zu vielen der

bisher vorgestellten, typologisch ausgerichteten Ansätzen zu grammatischer oder struktureller Komplexität festgehalten werden, dass sie die einzig mögliche Herangehensweise für ihr Ziel wählen, die Komplexität verschiedener Sprachsysteme in ihrer Gesamtheit einzuschätzen. Dazu muss der Bereich der Pragmatik ausgeblendet werden, weil eine Quantifizierung der Komplexität hier schwierig ist. Entsprechend erfolgt eine Konzentration auf overte Komplexität, was jedoch nach der Unterscheidung von Bisang (2009) eine höchst unvollständige Analyse darstellt. Zudem ist letztere Perspektive, wie bereits eingeordnet, stärker am tatsächlichen Sprachgebrauch und Erklärungen über Prinzipien, die aus Beschränkungen bei der Sprachverarbeitung folgen, orientiert. Das ist wiederum in Bezug auf die oben immer wieder angesprochene Frage nach der Relevanz des Komplexitätskonzepts für diese Arbeit als positiv hervorzuheben. Diese Interpretation wird zudem durch folgendes Zitat von Bisang (2009: 49) zur Unmöglichkeit einer Abgrenzung des Komplexitätskonzept von natürlich wahrgenommener Komplexität auch im Sprachgebrauch gestützt: „Thus, it seems to be ultimately impossible to disentangle questions of linguistic complexity from questions of everyday complexity as humans perceive it in their environment (speech situation) and in their cultural background.“ Zuletzt wurde in diesem Abschnitt ebenfalls der Eindruck weiter verfestigt, dass eine Bestimmung von Komplexität auf globaler Ebene unmöglich ist. Dies lässt schließlich wiederholt Zweifel an den Ergebnissen von Arbeiten zu, die auf dieser Grundlage eine Widerlegung der ECH ableiten.

2.1.5. Relative Ansätze aus einer Sprachverarbeitungsperspektive

Abschließend zu diesem Kapitel soll auf einige relative Ansätze aus dem Bereich typologischer Forschung, die jedoch sehr deutlich eine Verarbeitungsperspektive einbeziehen und somit einen fließenden Übergang zu den folgenden Abschnitten bieten, eingegangen werden. Ein unmittelbarer Bezug zu Prozessen und Mechanismen der Sprachverarbeitung oder zu einer bestimmten Person, die eine Sprache spricht, wahrnimmt oder erwirbt, wird in relativen Ansätzen, wie sie u. a. in Kusters (2008) und Hawkins (2003, 2009) zu finden sind, der Komplexitätsdefinition zugrunde gelegt.[25] Die Herausforderung, die von den Vertretern eines absoluten Komplexitätsverständnisses hinsichtlich eines relativen Ansatzes äußerst kritisch gesehen wird, liegt in der Definition einer passenden „Bezugsperson“, an deren Verarbeitungs-

[25] Durch den Bezug zu Schwierigkeiten aufgrund von Komplexität für erwachsene Zweitsprachlerner kann auch der soziohistorische Ansatz nach Trudgill (2009) (siehe Kapitel 2.1.2) in diesen Bereich eingeordnet werden (vgl. Deutscher (2009): 247).

verhalten Komplexitätsunterschiede festgemacht werden sollen. Diese Problematik zeigt sich bereits an folgenden Begriffen und Konzepten, die in der Diskussion um relative Komplexität Verwendung finden: **„outsider complexity“** (Kusters (2008): 9), **„agent - related complexity“** (Dahl (2009a): 50), **„L2 acquisition difficulty“** (Szmrecsanyi und Kortmann (2009): 64). Hier wird jeweils ein Bezug zu einem bestimmten Typ von Sprecher oder Lerner, einem in Relation zu einer bestimmten Sprache Außenstehenden, einem Handelnden oder Zweitsprachlerner betont. Die Schwierigkeit, eine solche Bezugsperson zu finden, leitet sich nach Deutscher (2009: 247) zuerst einmal daraus ab, dass jeder Sprecher zwar eine Intuition zur Komplexität einiger Sprachen empfindet, diese sich jedoch stark interindividuell unterscheidet insbesondere auf Basis seiner jeweiligen Erstsprache. Kusters (2008) hingegen sieht in der relativen Komplexitätsdefinition trotz dieser Schwierigkeit den Vorteil, dass eine Abhängigkeit von der theoretischen Grundlage auf diese Weise umgangen werden kann. Insofern wird kein absoluter, theoretisch hergeleiteter Standpunkt zur Komplexität des Sprachsystems vorausgesetzt, sondern aufbauend auf Daten oder Annahmen zur Verarbeitung sprachlicher Phänomene durch einen bestimmten Typ von Hörer/ Sprecher/ Lerner nach Kusters (2008: 8) immer eine relative Perspektive eingenommen: „The relativist position always assumes a perspective or a point of view from where a certain phenomenon is evaluated as complex or simple.“

Kusters (2008) versucht explizit mehrfach vorgebrachter Kritik gegen das relative Komplexitätskonzept zu begegnen und einen passenden Typ eines Sprachnutzers bzw. -lerners zu definieren als Basis für diese subjektive Perspektive. Außerdem verwirft Kusters (2008: 10ff.) unmittelbar, aufbauend auf dem relativen Ansatz verschiedene Argumente gegen die Realität von Komplexitätsunterschieden zwischen Sprachen, die, wie oben diskutiert, zur Unterstützung der Trade - off Annahme vorgebracht wurden, und schließt, dass es sich bei der ECH um eine unzulässige, da letzten Endes nicht falsifizierbare Annahme handelt[26]:

> Although the argument of a priori equi - complexity cannot be excluded, it is not falsifiable: for every change in complexity it can be argued that there is another component, in some hitherto unknown domain of language structure, pragmatics, or culture, where the amount of complexity would be leveled out. (Kusters (2008): 12)

Die Frage, ob Komplexität eher ein theoretisches Konstrukt bleibt oder eine Bedeutung in der realen Wahrnehmung von Sprache besitzt, spielt für Kusters eine übergeordnete Rolle. Er sieht in den Entwicklungen der kognitiven Wende der 1960er

[26] Vgl. dazu eine ähnliche Sichtweise von Bisang (2009) in Abschnitt 2.1.4

Jahre die Grundlage für die These, dass theoretische Annahmen der Linguistik auch mit Aspekten wie „knowledge architecture, cognitive make-up or processing features of language users“ (Kusters (2008): 5) verknüpft werden sollten. Insofern stellen Annahmen oder Daten zur Sprachverarbeitung für ihn eine wichtige Basis in der Diskussion um die Definition von Komplexität dar. Die Bestimmung von Komplexitätsunterschieden aus der Studie von Kusters (2008) führt eine neue Herangehensweise in die bisherige Diskussion ein, einige Annahmen sind jedoch auch in anderen, bereits vorgestellten Ansätzen zu finden. Als relative Bezugsperson definiert Kusters (2008: 9) den sogenannten, eine Zweitsprache erwerbenden „**generalized outsider**, in order to prevent either facilitating or hampering influences of the first language on acquiring the second language“ [Hervorhebung durch die Autorin]. Der „generalized outsider“ hat deshalb die wichtige Eigenschaft, dass er eine Sprache, die ihm in Bezug auf auch außersprachliche Aspekte gänzlich unvertraut ist, zu kommunikativen Zwecken erwirbt. Auch wenn Kusters (2008: 9) in einer Fußnote auf die eigentlich nicht zu erreichende „Abstraktion“ dieser Definition hinweist, beschreibt er einen solchen Lerner, auf dessen Erwerbsverhalten aufgebaut werden kann, als „most extreme type, or possibility“.

Folgende drei Phänomene deuten in Relation zu einem solchen Sprachnutzer für Kusters (2008: 9f.) auf eine erhöhte Komplexität hin: *Erstens*, schwieriger zu erlernende Phänomene im Vergleich zwischen Zweit- und Erstspracherwerb, *zweitens*, schwieriger wahrzunehmende als zu produzierende Phänomene und *drittens* solche, die in erster Linie nicht bzw. wenig der Informationsübermittlung dienen. Auf Basis dieser Annahmen analysiert Kusters (2008: 13) schließlich Merkmale der verbalen Flexionsmorphologie[27] verschiedener Grammatiken, die allgemein den oben teilweise bereits erwähnten, übergeordneten Prinzipien der **Ökonomie**, **Transparenz** und **Isomorphie** zugeordnet werden. Zuerst legt er entsprechend dieser Merkmale für unterschiedliche Typen von Lernern/ Sprechern/ Hörern fest, welche Phänomene eher problematisch und welche einfacher zu verarbeiten sind. Für die Einstufung der Komplexität einer Sprache in ihrer Gesamtheit beruft sich Kusters (2008: 14) auf das Auftreten von Simplifizierungen in Grammatiken, verursacht durch „losere“ Strukturen ihrer Sprechergemeinschaften[28] aufgrund von Anpassungen an eine erhöhte Anzahl der „generalized outsider“: „As we measure complexity relative to the generalized outsider, we expect that in the end the measure of complexity of full languages [...], correlates with the amount of outsiders in the speech community

[27] Es handelt sich also grundlegend um einen lokal orientierten Ansatz.

[28] Ähnliche Ansätze sind in McWhorter (2008) oder Trudgill (2009) (siehe oben) zu finden.

history.“ Eine vergleichende Untersuchung zu drei Quechuavarietäten, denen solche soziohistorischen Unterschiede zugeordnet werden, soll letztlich Evidenz für die Hypothese bieten, dass sich auf diese Weise tatsächlich Komplexitätsunterschiede zwischen den einzelnen Sprachvarietäten herausarbeiten lassen. Insofern zielt diese Studie im Endeffekt auf eine Schlussfolgerung zur globalen Komplexität der Sprachvarietäten im Vergleich ab.[29]

Das grundlegende Interesse an einer subjektiven Perspektive zu sprachlicher Komplexität lässt sich wahrscheinlich größtenteils auf verschiedene, seit den 1990er Jahren verfasste Arbeiten von **Hawkins** zurückführen. Sein Ansatz basiert zwar auf einer Herangehensweise, die von der soeben präsentierten abweicht, denn es wird nicht der Versuch unternommen, eine passende Bezugsperson zu definieren. Es handelt sich jedoch ebenfalls eindeutig um ein zugrunde liegendes relatives Komplexitätsverständnis, da die Argumentation für diese Perspektive aus empirischen Daten abgeleitet wird. In folgendem Zitat aus einer früheren Arbeit wird deutlich, dass Hawkins (1994: 13) die Motivation seines relativen Ansatzes in „Performance“-Daten verschiedener Disziplinen und Nachbardisziplinen der Linguistik, die sich mit der Verarbeitung von Sprache im Besonderen beschäftigen, sieht:

> There are lots of performance data supporting different degrees of difficulty and complexity associated with structural variants of certain types, data from psycholinguistic experiments, from discourse frequencies, and from acceptability intuitions, and we can harness this evidence and try to develop precise, quantifiable metrics for these degrees.

Wie in der psycholinguistischen Forschung wird die Grundlage für die Annahme realer Komplexitätsunterschiede zwischen verschiedenen Strukturen in der Tatsache gesehen, dass es unterschiedliche Präferenzen in der Verwendung und Verarbeitung von Sprache gibt, die sich z. B. in der Leistung bei Experimenten oder der Frequenz in Korpora zu natürlicher Sprache zeigen. Darüber hinaus wird z. B. in Hawkins (2003: 122) die **„Performance - Grammar Correspondence Hypothesis (PGCH)“**, die einen direkten Zusammenhang zwischen in Grammatiken

[29] Bezüglich einer Einordnung in globale versus lokale Komplexitätsansätze kann zu Kusters (2008) Folgendes festgehalten werden: Zwar wird der Fokus dieser Arbeit auf den Bereich der verbalen Flexionsmorphologie beschränkt und die Untersuchung von Komplexität somit auf einer lokalen Ebene verfolgt. Dennoch versucht Kusters (2008) eine Schlussfolgerung zum Vergleich der Komplexität von Sprachen, die sich hinsichtlich des Einflusses der „generalized outsider“ unterscheiden, auf einer eher globalen Ebene zu ziehen.

konventionalisierten syntaktischen Strukturen und diesen Präferenzen sieht, aufgestellt: „Grammars have conventionalized syntactic structures in proportion to their degree of preference in performance, as evidenced by frequency of use and ease of processing.“ Die Herausforderung liegt ähnlich wie in psycholinguistischen Ansätzen darin, zu erklären, worin die Ursache für bestimmte Präferenzen zu sehen ist. Die Beantwortung dieser Frage führt Hawkins zu einem Ansatz zur Quantifizierung oder Bestimmung von Komplexität, der mit dem Konzept der **Effizienz** in Verbindung steht, sodass „metrics of complexity are embedded in a larger theory of efficiency“ (Hawkins (2009): 253).

Um das zu verdeutlichen, soll an dieser Stelle kurz auf einen Artikel von **Hawkins (2003)** eingegangen werden. Dort hält er drei Prinzipien fest, die als Grundlage solcher Präferenzen und Erklärungen für Komplexitätsunterschiede von ihm herangezogen werden.[30] Die Prinzipien werden auf unterschiedliche Phänomene wie Wortstellungsvariationen zwischen Sprachen, Adjazenzeffekte etc., aber auch Hierarchien[31], die Präferenzrankings widerspiegeln können, übertragen und schließlich auf ihre Relevanz für Verhaltensbeobachtungen und ihre Umsetzung durch Konventionen in den Grammatiken verschiedener Sprachen hin überprüft. Das erste Prinzip überschreibt Hawkins (2003: 123) mit dem Ziel **„Minimize Domains“**, das für die Effizienz syntaktischer Domänen, in denen bestimmte grammatische Relationen (Kombinationen und Dependenzrelationen) verarbeitet werden, steht, wenn diese minimiert sind. Nach Hawkins (2003: 125) bedeutet das, verkürzt, dass der Erkennungsbereich, der zur Verarbeitung einer solchen Domäne unbedingt notwendige Informationen enthält und deren Strukturaufbau auslöst, so klein wie möglich sein sollte. Eine Anordnung von Elementen, die insofern minimiert ist (z. B. durch eine bestimmte Abfolge kurzer und langer eingeschobener Phrasen), wird gegenüber einer anderen Anordnung in Abhängigkeit vom jeweiligen Sprachsystem[32] bevorzugt. In Bezug auf die Komplexität in einer Sprache kann daraus abgeleitet werden, dass minimierte Domänen stärkere Präferenzen hervorrufen und dementsprechend

[30] Weitere Ähnlichkeiten dieses Ansatzes zu den in Kapitel 2.2 vorgestellten Arbeiten aus dem Bereich der Psycholinguistik können darin gesehen werden, dass einerseits eine lokale Perspektive zur Bestimmung von Komplexitätsunterschieden eingenommen wird durch eine Konzentration auf den Bereich der Morphosyntax und andererseits an vielen Stellen eine Argumentation über kognitive Konsequenzen zu erkennen ist (vgl. Hawkins (2003: 125, 130f., 134) zum Zusammenhang zwischen nicht präferierten Strukturen und Arbeitsgedächtnisanforderungen bei erhöhter simultaner Verarbeitung).

[31] Miestamo (2009: 96) beruft sich, wie erwähnt, zu Ende seiner Arbeit auf Hawkins' Ableitungen bezüglich implikationeller Hierarchien.

[32] Vgl. Hawkins (2003: 128) zur Unterscheidung Kopf-initialer und Kopf-finaler Sprachen.

weniger Komplexität aufweisen sollten. Das zweite Prinzip **„Minimize Forms“** bezieht sich nach Hawkins (2003: 135) auf zwei unterschiedliche Aspekte sprachlicher Formen: „The human processor prefers to minimize the formal complexity of each linguistic form F (its phoneme, morpheme, word or phrasal units) and the number of forms with unique conventionalized property assignments.“ Verschiedene Faktoren spielen bei diesem Prinzip für Hawkins (2003: 136ff.) eine große Rolle: Erstens werden Formreduktionen bevorzugt, wenn sie weniger Aufwand bedeuten und sind somit Ausdruck von **Ökonomie**. Zweitens steht eine Minimierung der Form im Zusammenhang damit, ob im Gegenzug einfach Eigenschaften durch **Anreicherung**, **Inferenz** usw. ausgeglichen werden können. Drittens liegen diesem zweiten Prinzip **Frequenzannahmen** zugrunde: Frequenter auftretende Eigenschaften sollten durch einfachere und damit minimierte Formen ausgedrückt werden, sowie eher eine eigene, konventionalisierte Form besitzen.[33] Das dritte und letzte Effizienz- und Komplexitätsprinzip von Hawkins (2003: 144), **„Maximize On-line Processing“**, stellt einen direkten Bezug zur Sprachverstehens- und Sprachproduktionsforschung her. Demnach wird einfachere und effizientere Verarbeitung damit in Verbindung gebracht, dass möglichst viele Eigenschaften unmittelbar, d. h., sobald sie zur Verfügung stehen und nicht verzögert, verarbeitet werden.[34] Letztendlich kann es auch zu Überschneidungen dieser drei Prinzipien kommen, wenn sie entweder übereinstimmend eine bestimmte Präferenz in einer Sprache hervorrufen oder aber zu mehreren Präferenzen führen bei Widersprüchen zwischen ihnen. Nach Hawkins (2003: 146) entsteht auf diese Weise die interessante Variationsbreite innerhalb von Sprachsystemen. Alle Ableitungen aus den drei Effizienzprinzipien, die Hawkins (2003: 147) in folgendem Zitat abschließend zusammenfasst, lassen die relative Perspektive zu Komplexität deutlich erkennen: „Structural types that are preferred in performance are also preferred in grammars [...], preference rankings in performance are matched by hierarchies of grammatical conventions [...], and partial competition between preferences results in grammatical variation [...].“

Wie gezeigt werden konnte, äußert sich die relative Perspektive im Bereich typologischer Forschung in sehr unterschiedlichen Herangehensweisen an die Thematik

[33] Die Verbindung des Prinzips „Minimize Forms“ zu Greenbergs (1966) Merkmals- und Markiertheitshierarchien wie der oben erwähnten Numerushierarchie sieht Hawkins (2003: 135) in dem Faktor der Frequenz, denn die Hierarchien spiegeln für ihn „Performance Frequency Rankings“ wider.

[34] Vgl. zu diesem Punkt Anmerkungen zur Verarbeitung von Ambiguitäten im Bereich psycholinguistischer Forschung in Abschnitt 2.2.

der sprachlichen Komplexität. Der Ansatz von Hawkins, der diese Sichtweise in die Debatte eingebracht hat, lässt deutlich den Einfluss und die Motivation über Verarbeitungsdaten aus der psycholinguistischen Forschung erkennen. Die Arbeiten von Kusters (2008) und auch Trudgill (2009) leiten sich hingegen stärker aus typologisch - soziohistorischen Argumentationen her, weshalb sie Komplexitätsunterschiede im Verhältnis zu einer passenden Art von Sprachnutzer definieren bzw. messen. Bei Kusters (2008) wird für das Konzept des „generalized outsiders“ argumentiert, während Trudgill (2009) sich allgemein auf den Erwerb durch erwachsene Zweitsprachlerner beruft. Die vorgebrachte Kritik an der Definition dieser Bezugspersonen kann als durchaus berechtigt angesehen werden, da u. a. deutlich wurde, dass letztendlich einige intuitiv begründete Vorannahmen zugrunde gelegt werden müssen. Im Gegensatz dazu kann der relative Ansatz von Hawkins als unabhängig von solchen Voraussetzungen und hergeleitet aus natürlichen Sprachdaten bezeichnet werden. Die Relevanz des Komplexitätskonzepts, das er vertritt, kann nachvollziehbar darauf begründet werden.

2.2. Psycholinguistische Perspektiven

Die Auseinandersetzung mit sprachlicher Komplexität im Bereich der psycholinguistischen Forschung lässt einige Parallelen zum relativen Konzept in der Typologie, das oben vorgestellt wurde, erkennen und grenzt sich ebenso deutlich von einer absoluten Komplexitätsdefinition ab. Grundsätzlich sind das relative typologische Komplexitätsverständnis und die psycholinguistische Sichtweise zur Verarbeitung sprachlicher Komplexität in Anlehnung an die Unterscheidung von Miestamo (2008: 24) als in gewissem Sinne „subjektiv“ zu bezeichnen, da sich deren Motivation auf der kognitiven Verarbeitung von Komplexität durch einen Sprachnutzer oder -lerner gründet. Desweiteren wurden basierend auf umfassenden, psycholinguistischen Theorien zu Mechanismen und Prozessen der Sprachverarbeitung Komplexitätsmaße entwickelt (z. B. Ansätze von Gibson, 1998, 2000; Kintsch und Keenan, 1973). Auch in Hawkins’ (1994, 2003, 2009) Arbeiten zu Effizienz und sprachlicher Komplexität, die oben kurz vorgestellt wurden, ist eine solche Herangehensweise erkennbar. Das verdeutlicht noch einmal, dass bei ihm eine Verbindung zwischen typologischen und psycholinguistischen Perspektiven zur Thematik hergestellt wird. Eine offensichtliche Abgrenzung ist jedoch darin zu sehen, dass die Beschäftigung mit der Komplexitätsthematik in vielen Bereichen psycholinguistischer Forschung eine andere, grundlegende Motivation hat und entsprechend abweichende Ziele formuliert werden. D. h., es geht in erster Linie nicht um einen Vergleich bzw. eine

Bewertung unterschiedlicher Sprachsysteme gegeneinander. Stattdessen liegt den meisten Ansätzen die Annahme zugrunde, dass verschiedene Arten von z. B. Experimenten, Verhaltensbeobachtungen oder Spontansprachanalysen (mündliche und schriftliche Sprache betreffend sowie Kinder oder Erwachsene einbeziehend) Unterschiede in Bezug auf Aspekte sprachlicher Komplexität zeigen konnten.

Somit lässt sich die in der vorliegenden Arbeit herausgestellte Frage nach der Relevanz von Komplexität für den Bereich der Psycholinguistik unmittelbar damit beantworten, dass **Komplexitätsunterschiede zwischen Äußerungen** im Sprachgebrauch und in der Verarbeitung eine gewisse **natürliche Realität** besitzen. Komplexitätseinordnungen gründen sich auf empirisch erhobenen Daten, die darauf hindeuten, dass bestimmte, „komplexere“ Strukturen im Vergleich zu anderen, „einfacheren“ Strukturen in Studien immer wieder Auswirkungen auf die jeweils verwendeten Maße haben (z. B. Verzögerungen beim Lesen in Eye - Tracking (ET) sowie Self - Paced Reading (SPR) Studien oder Frequenzunterschiede in der Sprachproduktion). Dazu werden unterschiedliche Typen von Sprachnutzern oder -lernern und verschiedene Sprachmodalitäten herangezogen. Insofern kann die in Bezug auf typologische Studien beschriebene Notwendigkeit, eine Komplexitätsdefinition vorauszusetzen, hier umgangen werden, denn Komplexität wird immer direkt aus den erwähnten Daten zur Sprachverarbeitung abgeleitet. Trotz dieser teilweise sehr unterschiedlichen Motivationen der beiden Perspektiven ist anzumerken, dass auch in der psycholinguistischen Forschung immer wieder ein Rückbezug zu intuitiven Meinungen hinsichtlich der Komplexität verschiedener Strukturen und Phänomene erkennbar ist (z. B. Frazier und Rayner, 1982). Aus diesen Erkenntnissen ergibt sich für psycholinguistische Ansätze zur Thematik die Frage, woran diese scheinbar relevanten Unterschiede zwischen Äußerungen festgemacht, d. h., wie sie quantifiziert werden können. Auf Grundlage einer solchen Quantifizierung kann dann für Experimente oder Untersuchungen wiederum sprachliches Material in Bezug auf dessen Komplexität genau definiert werden (vgl. Cheung und Kemper (1992): 53). Letztendlich basieren viele psycholinguistische Komplexitätsmaße auf Überlegungen, die auch außersprachliche Faktoren (siehe Abschnitt 2.3) und Erkenntnisse zur Sprachverarbeitung aus der Kognitions- oder Neurowissenschaft integrieren (siehe Abschnitt 2.4).

In den beiden Abschnitten dieses Kapitels werden schwerpunktmäßig folgende Aspekte unter einer psycholinguistischen Perspektive zu Komplexität beleuchtet: Zunächst sollen in **Abschnitt 2.2.1** Untersuchungen und Modelle bezüglich der **Verarbeitung von Sprache** vorgestellt werden mit einem Fokus auf Erkenntnis-

sen, die Relevanz für die Komplexitätsthematik dieser Arbeit besitzen. Zu beachten ist, dass Studien zum Verstehen und zur Produktion von Sprache unter diesem Abschnitt zwar größtenteils getrennt behandelt werden sollen, eine klare Abgrenzung der beiden Bereiche jedoch nicht immer gegeben ist. Erkenntnisse bezüglich der einen Modalität werden bspw. auf die andere übertragen oder erweitert (z. B. Gibson, 2000).[35] Zudem sehen aktuelle Modelle zur Sprachverarbeitung eine stärkere Interaktion und Verknüpfung zwischen Sprachverstehen und -produktion (vgl. Pickering und Garrod, 2013). Außerdem sind auch Erkenntnisse zur Sprachverarbeitung aus einem weiteren großen Bereich der psycholinguistischen Forschung, dem Spracherwerb, aufschlussreich. Bspw. führt die Beobachtung, dass bestimmte Strukturen und Konstruktionen in der kindlichen Sprachentwicklung später erworben werden als andere, zu der Annahme, dass das auf Komplexitätsunterschiede hindeutet. In **Abschnitt 2.2.2** können auf Grundlage dieser Erkenntnisse spezifische **Maße** betrachtet werden, die dem Bereich der psycholinguistischen Ansätze und Studien zuzuordnen sind. Dazu sollen neben der übergeordneten Frage, wie sprachliche Komplexität dort quantifiziert wird, sowohl potenzielle Vor- als auch Nachteile der jeweiligen Ansätze behandelt werden. Einen Überblick zu verschiedenen Maßen und einen direkten Vergleich der Anwendbarkeit dieser Instrumente bieten z. B. Cheung und Kemper (1992), deren Erkenntnisse fundamental für die vorliegende Arbeit sind.

2.2.1. Komplexität und Sprachverarbeitung

Wie oben erwähnt, bezieht die Psycholinguistik ihre Motivation für die Relevanz des Komplexitätskonzepts aus der Verarbeitung und dem Gebrauch von Sprache. Insofern stellen sich jedoch die in diesem Abschnitt zu beantwortenden, übergeordneten Fragen, welche Aspekte der Sprachverarbeitung in Zusammenhang mit dem Faktor Komplexität gestellt werden können bzw. was das Konzept „Komplexität“ für unterschiedliche Bereiche psycholinguistischer Forschung eigentlich beinhaltet. An dieser Stelle ist direkt zu betonen, dass sich viele Arbeiten zur Verarbeitung sprachlicher

[35] Die Unterscheidung der Sprachverarbeitung hinsichtlich Sprachproduktion und -verstehen fließt auch beim relativen Ansatz von Kusters (2008) ein und wird zur Bestimmung von Komplexitätsunterschieden zwischen Sprachen herangezogen. Grundsätzlich werden Aspekte der neu zu erwerbenden Sprache, bei denen Schwierigkeiten für den „generalized outsider“ zwar im Sprachverstehen auftreten, die aber im Vergleich dazu relativ leicht zu produzieren sind, als weniger komplex eingestuft. Aus dieser Abwägung der beiden Modalitäten leiten Kusters (2008: 9) für einen Sprachvergleich folgende Annahme ab: „A language in which perceptual processing is relatively easy in comparison with production is therefore less complex.“

Komplexität auf die Ebene eines Satzes bzw. einer Äußerung beziehen (z. B. Frazier, 1985; Gibson, 1998, 2000; Kintsch und Keenan, 1973). Dennoch sind einzelne Arbeiten zu finden, die bspw. Ansätze zur lexikalischen Verarbeitung integrieren (z. B. MacDonald et al., 1994) oder morphologische Komplexität erheben (z. B. Miller und Chapman, 1981; Kynette und Kemper, 1986). Auch die phonologische oder artikulatorische Komplexität spielt eine Rolle in psycholinguistischen Studien, wobei die Annahme von Komplexitätsunterschieden in diesem Bereich eher grundlegend auf Schwierigkeiten bei der Artikulation durch die Anzahl und Art der phonologischen Segmente zurückgeführt wird (z. B. Ralph et al., 2005). Unabhängig von der jeweiligen Untersuchungsebene lassen jedoch die meisten psycholinguistischen Studien zur Thematik eine ähnliche Herangehensweise erkennen: Eine Gegenüberstellung des Komplexitätsniveaus verschiedener Äußerungen mit bestimmten Charakteristika wird zugrunde gelegt, wodurch Ableitungen von Korrelationen mit anderen Faktoren und Annahmen zur Sprachverarbeitung unterschiedlicher Probanden- oder Patientengruppen letztendlich möglich werden.

Um Komplexitätsunterschiede messen zu können, stehen im Bereich psycholinguistischer Forschung unterschiedliche Instrumente und sowohl online als auch offline **Methoden** zur Verfügung, die in den folgenden Abschnitten behandelt werden sollen. Allgemein lassen sich die unterschiedlichen Arbeiten unterteilen in Untersuchungen unter experimentellen Bedingungen (z. B. Kemper et al., 2003, 2004) und Studien, die den alltäglichen Sprachgebrauch oder Sprachaufzeichnungen unter mehr oder weniger eingeschränkten Bedingungen analysieren (z. B. Cheung und Kemper, 1992). Letztere basieren häufig auf autobiografischem Material oder kurzen Erzählungen der Probanden. Zu beachten ist bezüglich der **Einstufung von Komplexitätsunterschieden zwischen Konstruktionen und Strukturen**, dass das Verständnis davon, welches Komplexitätslevel ein bestimmtes Phänomen aufweist und wie dieses einzuschätzen ist, durchaus Veränderungen über verschiedene Forschungsarbeiten hinweg erfahren haben kann.

Diese Beobachtung zeigt sich u. a. bei der Klassifikation der Komplexität von **Passivstrukturen**. Bspw. ordnet ein von Botel und Granowsky (1972) vorgeschlagenes Maß, die „Directional Complexity“ (DC), Passivstrukturen im Allgemeinen auf einer Vorstufe zur maximal erreichbaren Komplexität ein. Als Grundlage für die Zuweisung von Komplexitätsleveln im Rahmen dieses Maßes werden Aspekte wie z. B. die Frequenz bestimmter Strukturen im Spracherwerb angegeben. Verschiedene Studien diskutieren jedoch Faktoren wie die Reversibilität bzw. Animatheit der Argumente oder den Verbtyp, die auf unterschiedliche Art und Weise Einfluss auf die

Interpretation und Produktion von Passivstrukturen nehmen können (z. B. Slobin, 1966; Ferreira, 1994, 2003). Eine verschiedene Strukturen umfassende Zuteilung des Passivs zu einem Komplexitätsniveau erscheint vor diesem Hintergrund schwierig.

Noch deutlicher wird die Notwendigkeit einer Spezifizierung bzw. Anpassung von Komplexitätseinstufungen am Beispiel der Verarbeitung von **Relativsatzstrukturen**, die häufig Gegenstand psycholinguistischer Untersuchungen auch im Zusammenhang mit sprachlicher Komplexität waren. U. a. geht Gibson (1998, 2000) auf Basis vorangegangener Studienergebnisse davon aus, dass es im Englischen einen Verarbeitungsunterschied zwischen Relativsätzen, aus denen das Subjekt oder Objekt extrahiert wurde, gibt. Folgende Beispiele (7) mit einem Subjekts- (a) im Vergleich zu einem Objektsrelativsatz (b) werden von Gibson (2000: 109) gegenübergestellt:

(7) (a) The reporter who sent the photographer to the editor hoped for a good story.

(b) The reporter who the photographer sent to the editor hoped for a good story.

Mittels eines distanzbasierten Maßes zur Bestimmung von Verarbeitungskosten bei der Satzverarbeitung versucht Gibson diesen empirisch nachgewiesenen Unterschied zu modellieren (siehe Abschnitt 2.2.1.2). Traxler et al. (2002, 2005) üben jedoch Kritik an dem Ansatz von Gibson (1998). Sie zeigen, dass die grundsätzliche Annahme eines allgemeinen Komplexitätsunterschieds zwischen diesen Strukturen einer Relativierung bedarf, da z. B. unterschiedliche semantische Faktoren wie Animatheit Auswirkungen auf Verarbeitungsschwierigkeiten in solchen Konstruktionen haben können. Beide Beispiele deuten folglich auf die Notwendigkeit hin, Komplexitätsannahmen zu hinterfragen und in manchen Kontexten zu spezifizieren, damit sie als Grundlage für Untersuchungen herangezogen werden können.

Die **Gliederung** des Kapitels orientiert sich an der oben erwähnten Tatsache, dass sich Charakteristika sprachlichen Materials, deren Auswirkung auf die Verarbeitung empirisch gezeigt werden soll und die bereits in Verbindung mit Komplexitätsunterschieden gesetzt wurden, sowohl bei Untersuchungen zur Sprachproduktion als auch zum Sprachverstehen zeigen. Deshalb gilt es, in **Abschnitt 2.2.1.1** zuerst einmal herauszuarbeiten, welche Faktoren mit der **Produktion** sprachlicher Komplexität in Verbindung gebracht wurden. Aufgrund verschiedener Herausforderungen bei der experimentellen Untersuchung der Sprachproduktion (vgl. Bock, 1996) gestaltete sich die Erarbeitung von Modellen zu diesem Bereich der Verarbeitung lange Zeit als schwierig. Folglich soll der Schwerpunkt in dieser Arbeit auf einer Betrachtung möglicher Sprachproduktionsmethoden liegen, mittels derer Erkenntnisse zur Verarbeitung von Komplexität abgeleitet wurden. Auch in Bezug

auf den in **Abschnitt 2.2.1.2** behandelten Bereich des **Sprachverstehens** ist es möglich, Eigenschaften, die Verarbeitungsschwierigkeiten bei der Interpretation eines Satzes oder einer Äußerung herbeiführen können, herauszuarbeiten und mit Komplexität in Verbindung zu setzen. Die Erörterung der Prozesse und zeitlichen Charakteristika, die zur Ableitung der Bedeutung eines Satzes angenommen werden können, bietet darüber hinaus wichtige Anknüpfungspunkte zur Herleitung des Einflusses von Komplexität auf das Sprachverstehen. Dabei sind sowohl die auditorische als auch die visuelle Verarbeitung von Interesse. Da einige Maße, wie bereits angedeutet, entweder vollständig oder zum Teil auf Erkenntnissen aus der **Spracherwerbsforschung** beruhen, soll dieses weitere Untersuchungsgebiet der Psycholinguistik in **Abschnitt 2.2.1.3** einfließen. Verschiedene Faktoren (z. B. die Erwerbsreihenfolge oder Veränderungen im Entwicklungsverlauf) sind in Bezug auf die Entwicklung und den Gebrauch von Sprache bei Kindern interessant und können mit potenziellen Komplexitätsunterschieden in Verbindung gebracht werden.

Vor der Konzentration auf diese einzelnen Bereiche soll ein kurzer, einführender Überblick über einige Aspekte gegeben werden, die besonders interessant für die Untersuchung der Auswirkungen von Komplexitätsunterschieden auf die Sprachverarbeitung erscheinen. Ein erster Faktor, der im Allgemeinen eine große Rolle in Studien vor allem zum Sprachverstehen spielt, ist die **sprachliche Ambiguität**. Es stellt sich bspw. die Frage, ob die Komplexität eines Satzes davon abhängt, wie viele alternative Interpretationen eine ambige Struktur ermöglicht. Dass Ambiguitäten nicht der einzige potenzielle Faktor für Verarbeitungs- und damit zusammenhängend Komplexitätsunterschiede sein müssen, zeigt z. B. Ferreira (2003). Bei der Verarbeitung von Passivsätzen spielt demnach sowohl die **Plausibilität** bzw. die auf Weltwissen aufbauende **Erwartung** zur wahrscheinlichsten Bedeutung eines Satzes eine große Rolle als auch die **syntaktische Komplexität** einer Struktur. Letzterer Faktor äußert sich im Aufwand, der der Verarbeitung stark oder wenig komplexer **syntaktischer Kategorien** (z. B. der Verwendung von Adjektiven und Präpositionen im Vergleich zu Determinierern oder Pronomen) zugeschrieben wird (vgl. Cheung und Kemper, 1992). Darüber hinaus können z. B. nach einer Analyse von Cheung und Kemper (1992) drei Eigenschaften die syntaktische Komplexität mitbestimmen: Die **Satzlänge** und sowohl die Art, als auch das Ausmaß der **Einbettungen**, wobei letztere beiden durchaus zusammenhängen können. An folgendem Beispiel (8) wird bereits rein intuitiv deutlich, dass die Verarbeitung des ersten Satzes (a) mit einer mehrfach eingebetteten Struktur im Vergleich zum zweiten Satz (b) größere Schwierigkeiten beim Lesen verursachen kann:

(8) (a) Der Vater, der dem Kind, das den Clown, der eine dicke rote Knollnase hatte, sah, winkte, war besorgt.

(b) Der Vater war besorgt und winkte dem Kind, das den Clown mit der dicken roten Knollnase sah.

Ansätze zur Quantifizierung oder Modellierung eines Komplexitätsunterschieds zwischen solchen Strukturen finden sich z. B. in Frazier (1985), Yngve (1960) und Gibson (1998, 2000). Letztendlich zeigt eine aktuellere Untersuchung von Caplan et al. (2011) ein deutlich differenzierteres Bild zu möglichen Faktoren, die einen Einfluss auf die Komplexität der Sprachverarbeitung haben oder damit zusammenwirken. Bspw. arbeiten die Autoren dieser Studie heraus, dass in Experimenten u. a. die jeweilige **Modalität** oder die **Aufgabe** als potenzielle Faktoren beachtet und bei der Interpretation vorangegangener Studienergebnisse einbezogen werden sollten. Aufgrund einer kritischen Evaluierung und Spezifizierung bis dahin etablierter Erkenntnisse und Theorien zur Komplexitätsverarbeitung sollen u. a. Untersuchungen von Traxler et al. (2002) und Caplan et al. (2011) im Folgenden besondere Beachtung finden.[36]

2.2.1.1. Komplexität in der Sprachproduktion Insbesondere Bock (1996) verweist in einem Review - Artikel zu Sprachproduktionsmethoden auf die Problematik, dass experimentelle Untersuchungen zur Sprachproduktion lange Zeit eingeschränkt waren und Analysen von einzelnen Aufzeichnungen und groß angelegten Korpora im Fokus standen. Hauptsächlich die Kontrolle über verschiedene Teile eines experimentellen Studiendesigns zu Sprachproduktionsprozessen und -mechanismen nennt Bock (1996: 395) als Herausforderung. Ein weiterer Faktor kann darin gesehen werden, dass auch aktuelle neurokognitive und zeitlich sowie räumlich sensitive Methoden wie die Elektroenzephalografie (EEG) und funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT) sowohl diesen Designproblematiken, gewissen Ungenauigkeiten als auch grundlegend dem Umgang mit bspw. Bewegungsartefakten bei der Artikulation unterliegen. Somit besteht die Schwierigkeit, exakte Erkenntnisse über insbesondere die temporalen Aspekte der Sprachproduktion abzuleiten, die über Prozesse der Artikulation von Wörtern hinausgehen. Diese Grundsituation hat mehrere Auswirkungen auf die Betrachtung der Sprachproduktionsforschung zu

[36] Es ist anzumerken, dass neben diesen Aspekten, die spezifisch die Sprachverarbeitung, deren Mechanismen und Prozesse betreffen, Faktoren betrachtet und in Studien einbezogen werden, die individuelle bzw. personenbezogene Unterschiede in den Vordergrund rücken lassen (z. B. Kemper et al., 1989; Kemper und Sumner, 2001). Diese Faktoren sollen im Kapitel 2.3 stärkere Beachtung finden.

Komplexität: Der Fokus muss insbesondere auf zur Verfügung stehende Techniken, deren Anwendbarkeit und Möglichkeiten eines Untersuchungsdesigns, das zumindest mit einigen der Problematiken umgehen kann, gerichtet werden.[37]

Welche **Methoden bzw. Untersuchungstechniken** lassen sich also in psycholinguistischen Studien zur Produktion von komplexen sprachlichen Äußerungen finden? Viele Beiträge in diesem Bereich stammen von Kemper et alia und nähern sich der Untersuchung komplexer Strukturen hauptsächlich durch Analysen spontansprachlicher Äußerungen von Probanden. Dazu werden bspw. bereits vorhandene und archivierte, schriftliche Tagebucheinträge bzw. autobiografische Texte oder Transkripte kurzer Erzählungen zu einem Alltagsthema analysiert (vgl. Kemper, 1987, 1990; Kemper et al., 1989, 1990; Kemper und Sumner, 2001; Cheung und Kemper, 1992).[38] Ältere Studien, bei denen noch keine Komplexitätsmaße definiert und etabliert waren, begannen mit der Analyse von Frequenzunterschieden, Fehlern oder der Antwortakkuratheit bei der Konfrontation mit bestimmten Strukturen und einer vagen Ableitung von „Komplexitätsunterschieden“. Bereits zu Beginn spielte die Anzahl an Wörtern einer Äußerung eine Rolle, bis schließlich auf den gewonnenen Erkenntnissen basierende weitere Komplexitätsmaße (siehe Abschnitt 2.2.2) formuliert und in die Analyse einbezogen werden konnten. Eine eher experimentelle Herangehensweise, allerdings auf einer sehr grundlegenden Ebene, verfolgte bereits Kemper (1986). Sie konstruierte grammatische sowie ungrammatische Sätze mit unterschiedlichen Arten von Einbettungen und stellte den Probanden neben einer Imitations- eine Korrekturaufgabe, falls ihnen eine Ungrammatikalität aufgefallen war. Schwierigkeiten mit bestimmten Strukturen wurden deren erhöhter Komplexität zugeschrieben. Deutliche experimentelle Herangehensweisen unter kontrollierten Laborbedingungen finden sich in Kemper et al. (2003, 2004). Kemper et al. (2003) elizitierten Äußerungen mittels einer Satzgenerierungsaufgabe unter Vorgabe einer variierenden Anzahl an Wörtern und unterschiedlicher Verbtypen. Beide potenziellen Einflussfaktoren, Länge und Verbtyp, konnten dann in den Sprachproben u. a. anhand von bis dahin bereits etablierten Komplexitätsmaßen analysiert werden. Da diese Herangehensweise nach Kemper et al. (2004: P220) allerdings

[37] Ältere psycholinguistische Modelle oder Ansätze, die sich mit der Sprachproduktion beschäftigen, bieten hauptsächlich detaillierte Überlegungen zur Wort- bzw. lexikalischen Ebene und zu Prozessen der Artikulation (z. B. Levelt, 1989; Dell und O'Seaghdha, 1991; Levelt et al., 1999). Eine Auseinandersetzung mit solchen Modellen wird deshalb für die vorliegende Arbeit u. a. als nicht weiterführend angesehen.

[38] Häufig erfolgt eine zusätzliche Erhebung der kognitiven Leistungsfähigkeit oder z. B. des Wortschatzumfangs, um Korrelationen zu anderen Faktoren zu untersuchen (siehe folgende Abschnitte).

kein den Spontansprachanalysen entsprechendes Ausmaß an „complex, multiclause constructions“ auslöste, führten sie ein noch stärker kontrolliertes Satzvervollständigungsexperiment durch. Teilsätze, die entweder einen Hauptsatz oder eingebetteten Satz bildeten, sollten zu einem grammatischen Satz ergänzt werden. Auf diese Weise wurde die Produktion als „rechtsverzweigend“ und „linksverzweigend“ (siehe dazu unten) bezeichneter Strukturen durch die Studienteilnehmer erreicht und ein direkter Komplexitätsvergleich zwischen diesen möglich.

Die Betrachtung solcher „auffälliger“ Strukturen leitet über zur zweiten Frage des Abschnitts: Welche **spezifischen Aspekte** wurden mittels der erwähnten Methoden in den angesprochenen Studien untersucht und in einen Zusammenhang mit der Produktion von sprachlicher Komplexität gestellt? Wie oben bereits angedeutet und an einigen Beispielen gezeigt, sind **Einbettungen** von besonderem Interesse. Zum einen werden unterschiedliche **Arten** von Einbettungen wie Relativsätze, Nebensätze mit subordinierenden Konjunktionen, Infinitiveinbettungen oder Komplementsätze in Bezug auf deren Komplexität gegenübergestellt (vgl. Kemper, 1987; Cheung und Kemper, 1992). Zum anderen spielt das **Ausmaß** der Einbettung (i. S. v. Tiefe der Eingliederung eines (Teil-) Satzes in einen übergeordneten Satz) eine Rolle sowie ob Mehrfacheinbettungen bzw. Verschachtelungen eingebaut sind (vgl. Cheung und Kemper, 1992; Gibson, 2000 und siehe Bsp. (8)). **Links- und Rechtsverzweigungen** weisen auf einen weiteren, oft diskutierten Faktor in Bezug auf die Position der Einbettungen hin. Bereits Kemper (1986) leiten einen Unterschied für ältere Probanden bei der Imitation initial und final eingebetteter Sätze ab mit einer erhöhten Schwierigkeit für erstgenannte Strukturen. Auch Kemper (1987: 323) vergleicht u. a. „subject - embedded left - branching“ und „predicate - embedded right - branching constructions“ in Tagebucheinträgen Erwachsener. Folgende Beispiele (9) zeigen links- oder rechtsverzweigende Strukturen im Deutschen mit initial (a) oder final (b) eingebetteten Relativsätzen:

(9) (a) Der Vater, der dem kleinen Kind mit den roten Zöpfen und den Sommersprossen winkte, war besorgt.

(b) Der Vater winkte dem Kind, das den Clown mit der bunten Maske und den riesigen Schuhen sah.

In weiteren Arbeiten (z. B. Kemper et al., 1989; Cheung und Kemper, 1992) wurde der Vergleich zwischen diesen Strukturen ebenfalls einbezogen. Die erhöhte Komplexität linksverzweigender oder mehrfach eingebetteter Strukturen wird über eine stärkere Beanspruchung eines teilweise recht vage definierten „Arbeitsgedächtnis-

ses“[39] begründet (vgl. Kemper et al., 1989; Gibson, 1998; Kemper et al., 2003, 2004). Nach dieser Hypothese besteht bspw. in linksverzweigenden Strukturen eine stärkere Notwendigkeit sprachlichen Input, der noch nicht zu einem grammatischen Satz vervollständigt ist, abzuspeichern, bis zumindest obligatorische Vorhersagen erfüllt sind.

Zu beachten ist, dass sich die bisher erwähnten Arbeiten dahingehend unterscheiden, ob sie **mündliche oder schriftliche Sprachproduktion** als Grundlage heranziehen. Kemper (1987), die Tagebucheinträge analysiert, geht auf diese Abgrenzung ein und vergleicht die Ergebnisse ihrer Studie mit den Erkenntnissen zweier Untersuchungen zur mündlichen Sprachproduktion von Kemper (1986) und Kynette und Kemper (1986). Im Gegensatz zu diesen Studien findet sich nach Kemper (1987: 327) kein Verarbeitungsvorteil in Relation zum Alter für Objekteinbettungen im Vergleich zu Subjekteinbettungen in der schriftlichen Sprachproduktion: „These results suggest that writing may be less affected by the different processing demands of subject- and predicate - embeddings than oral speech production.“ Diese ersten Hinweise führt sie auf multiple Möglichkeiten und Strategien (z. B. nochmaliges Lesen des bereits Geschriebenen) zurück, die Verarbeitungsschwierigkeiten ausgeglichen haben könnten. Kemper et al. (1989: 51) stellen bezüglich dieser Überlegung drei Diskursgenres gegenüber, die sich hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Planungszeit für den Probanden unterscheiden sollen (Frage - Antwort mit der geringsten Planungszeit versus mündliche Erklärung dazwischen versus schriftliche Erklärung am entgegengesetzten Ende). Differenzen in Bezug auf verschiedene Komplexitätseigenschaften (Länge, Einbettungen, Art der Einbettungen) dieser Genres lassen sich nach Kemper et al. (1989: 63) für eine Gruppe von jüngeren Erwachsenen (18 - 28 Jahre) folgendermaßen beschreiben:

> „Oral question - answering produced the least complex syntax, whereas written expository statements produced the most complex syntax as indexed by an increase in the mean number of words or clauses per utterance, an increase in the use of right- or left - branching embedded or subordinate constructions, and a decrease in the incidence of sentence fragments.“

Im Gegensatz zu Kemper (1987) haben Unterschiede in der Planungszeit jedoch keine Auswirkungen auf Verarbeitungsschwierigkeiten bei den älteren Erwachsenen ihrer Stichprobe (60 - 90 Jahre). Aus den Erkenntnissen dieser Studien kann vor-

[39] Die Arbeitsgedächtniskapazität wird in den angesprochenen Studien häufig über Zahlen- oder verbale Spannentests bestimmt und darüber definiert. Zum Verständnis des Arbeitsgedächtniskonzepts in diesen Studien siehe Abschnitt 2.3.3.

erst geschlossen werden, dass es bestimmte Strukturen und Konstruktionen (z. B. linksverzweigende Einbettungen) gibt, deren Komplexitätseinstufung sich in unterschiedlichen psycholinguistischen Studien verfestigen ließ. Allerdings ist zu beachten, dass auch speziell in Bezug auf den Bereich der Sprachproduktion differenzierte Annahmen abzuleiten sind, welche Strukturen unter welchen Umständen tatsächlich Einfluss auf die Komplexität der Sprachverarbeitung haben. In dem eben behandelten Fall bedeutet das, dass möglicherweise die Komplexität in der Produktion links- und rechtsverzweigender Konstruktionen je nach Modalität und Diskursgenre unterschieden werden sollte sowie Alterseffekte abweichend ausfallen können.

Wie bereits betont, ist die Datengrundlage zur Erarbeitung von Modellen, die Sprachproduktionsmechanismen auch über die phonetische/ artikulatorische Ebene hinaus aufdecken können, nur unzureichend aufgrund der anfangs beschriebenen Schwierigkeiten experimenteller Untersuchungen.[40] Ein Verarbeitungsaspekt, der in vielen Studien auch zur Sprachproduktion diskutiert wird, betrifft die Frage, wie schnell und weit bzw. in welchem Ausmaß die Vorausplanung von Sprache abläuft. Bspw. sind verschiedene Annahmen und Ansätze zur **Inkrementalität** bei der Sprachproduktion, d. h. der unmittelbaren Einbindung zur Verfügung stehender bzw. aktivierter lexikalischer Items in die bereits gebildete Satzstruktur, zu finden (vgl. Levelt, 1989; Griffin und Bock, 2000; Lee et al., 2013). Eine detaillierte Betrachtung dieser Ansätze führt hier zu weit, es sei jedoch auf eine Anmerkung von Lee et al. (2013: 552) zu den Ergebnissen ihrer Studie verwiesen, dass die Sprachplanung der Artikulation in erheblicher Weise vorauszugehen scheint, „suggesting that speakers had decided on a structure prior to speaking“. Es ist folglich bei der Untersuchung der Produktion komplexer Strukturen zu beachten, dass eine Erhöhung von Kosten durch bereits geplantes und noch nicht artikuliertes Sprachmaterial Auswirkungen auf eine Messung zu einem bestimmten Zeitpunkt haben kann.

In Bezug auf die Produktion einer **syntaktischen Struktur** sind nur wenig detaillierte Erkenntnisse aus früheren Modellen abzuleiten und Unsicherheiten, die entsprechende Abläufe und deren zeitliche Charakteristika betreffen, werden benannt. Interessant für die Thematik der vorliegenden Arbeit ist jedoch, was Levelt (1989) in seinem Modell aus den achtziger Jahren, das grundlegend von einer Konzeptualisierungs- und darauffolgenden Formulierungsphase ausgeht, zu sprachlicher

[40] Klassische Sprachproduktionsmodelle aus den achtziger Jahren von z. B. Dell (1986) oder Levelt (1989) basieren größtenteils auf der Erforschung von Versprechern oder der Analyse bestimmter sprachlicher Merkmale in der Spontansprache (vgl. Bock, 1996). Sie bleiben recht vage, was genaue Abläufe der einzelnen Prozesse vor der phonetischen/ artikulatorischen Ebene betrifft.

Komplexität in Relation zur ersten Phase bespricht. Zum einen ist nach Levelt (1989: 82) ausgehend von der Natur der Konzepte an sich grundsätzlich keine Komplexitätseingrenzung der Struktur von sprachlichen Messages[41] anzunehmen: „[...] nothing in the nature of concepts prohibits arbitrarily complex structures“ (Levelt (1989): 82). Der einzige Einflussfaktor mit Auswirkungen auf die konzeptuelle Komplexität wird in kognitiven Aufmerksamkeitsbeschränkungen gesehen. Zum anderen ermöglicht wiederum der hierarchische Aufbau von Messages nach Levelt (1989: 105) die Bildung komplexer Strukturen: „Messages involve function/argument relations of various degrees of complexity. They can be built up hierarchically to express complex conceptualizations.“ Diese Feststellung hebt wiederholt die Bedeutung der Hierarchie für den Ausbau von Komplexität hervor.

Bereits in Levelt (1989) deutet sich an, dass in den neunziger Jahren zunehmend Erkenntnisse aus experimentellen Studien (hauptsächlich Bild-Wort-Interferenz- und Priming-Untersuchungen), die sich auf Zeitaspekte der Produktion meist von Wörtern fokussieren, verstärkt in die Modellbildung einbezogen werden (vgl. Bock, 1996).[42] Das sogenannte **syntaktische oder strukturelle Priming**[43] wurde im Laufe der Zeit zunehmend zur Untersuchung der Sprachproduktion auf Satzebene verwendet bzw. dessen Potenzial für weiterführende Erkenntnisse ausführlich diskutiert (vgl. Ferreira und Bock, 2006; Branigan, 2007). Zusammenfassend zu diesen Arbeiten kann festgehalten werden, dass das strukturelle Priming zwar als interessantes Phänomen erscheint mit Potenzial, einige Erkenntnisse über den Aufbau von Repräsentationen auf syntaktischer Ebene liefern zu können. Von Interesse für die Thematik der vorliegenden Arbeit ist außerdem, dass sich bisherige Erklärungsversuche zum Auftreten dieser Art des Primings und zu damit verbundenen Effekten mit wichtigen allgemeinen Prinzipien der kognitiven Verarbeitung, die auch im Rahmen der Diskussion um sprachliche Komplexität immer wieder aufkommen, wie Effizienz, Ökonomie und Koordination zwischen Gesprächsteilnehmern in Verbin-

[41] Nach Levelt et al. (1999: 3) bezeichnet der Begriff einer (verbalen) Message eine Phase im Sprachproduktionsprozess, die zwischen der rein gedanklichen Repräsentation und dem Formulierungsprozess steht sowie die konzeptuelle Struktur festlegt: „[...] message is the technical term for the conceptual structure that is ultimately going to be formulated.“

[42] Bspw. Branigan et al. (1995: 490) argumentieren, dass die Anwendung von Priming-Paradigmen eine Überprüfung kognitiver Repräsentationen auf verschiedenen Ebenen von Sprache ermöglicht.

[43] Nach Branigan et al. (1995: 489): „Syntactic priming is the phenomenon whereby exposure to a sentence with a particular syntactic construction can affect the subsequent processing of an otherwise unrelated sentence with the same (or, perhaps, related) structure, for reasons of that structure.“

dung bringen lassen (vgl. Ferreira und Bock, 2006; Branigan, 2007). Als Grundlage für vertiefte Einblicke in zeitliche Abläufe und Repräsentationsebenen des Sprachproduktionsmechanismus/-systems müssen sie jedoch bislang als unzureichend bezeichnet werden.

Zuletzt soll ein einflussreicher Ansatz betrachtet werden, der eine strikte Trennung von Systemen oder Mechanismen für die beiden Modalitäten der Sprachverarbeitung, **Produktion und Verstehen**, in Frage stellt und somit einen fließenden Übergang zum nächsten Kapitel herstellt. Pickering und Garrod (2013: 329) positionieren sich sehr deutlich, was die klassische Annahme zu unterscheidender Mechanismen angeht: „[...] producing and understanding are interwoven, and [...] this interweaving is what enables people to predict themselves and each other.“ Die Annahme von „structured representations“ (Pickering und Garrod (2013): 337) auf mindestens den Ebenen Phonologie, Semantik und Syntax liegt auch diesem Ansatz zugrunde. Es wird jedoch eine integrierte Theorie zu den Modalitäten Produktion und Verstehen über sogenannte **„Vorwärtsmodelle“**, die sich aus Erkenntnissen zur allgemeinen Handlungsausführung und -wahrnehmung herleiten, entwickelt. Eine wichtige, angenommene Eigenschaft von Vorwärtsmodellen ist die schnelle Erstellung nicht perfekter Abbildungen von Handlungsbefehlen, sogenannter „Efferenzkopien“, die systemintern, d. h. vor der overten Ausführung einer Handlung, weitergegeben werden können. Das hätte den Vorteil, dass ein Abgleich möglich würde zwischen Handlungen, die im Planungsprozess sind, und der Wahrnehmung von Handlungen außerhalb des „Systems“ (vgl. Pickering und Garrod (2013): 329), sodass eine effizientere Verarbeitung erfolgen könnte. Zur Produktion und zum Verstehen von Sprache sind nach Pickering und Garrod (2013: 337) vergleichbare Annahmen wie bei Handlungsausführungen und deren Wahrnehmung abzuleiten. Bei der Sprachproduktion könnte dadurch ein Sprecher auf der einen Seite eigene, geplante, aber noch nicht artikulierte Äußerungen kopieren und die Wahrnehmung einer solchen Äußerung über Vorwärtsmodelle vorhersagen. Das würde wiederum einen Abgleich mit dem aktuell wahrgenommenen Sprachinput ermöglichen und Anpassungen bei der Sprachplanung zulassen, falls nötig. Ein anderer Prozess, den Pickering und Garrod (2013) mit „covert imitation“ bezeichnen, würde auf der anderen Seite dem Hörer bspw. beim Verstehen der Sprache eines Sprechers erlauben dessen mögliche Äußerungsstrukturen auf den verschiedenen angesprochenen Ebenen vorherzusagen. Durch diese koverte Imitation, also eine Art stille Produktion des Gehörten beim Sprachverstehen, könnten systemintern Vorwärtsmodelle im Sprachsystem des Hörers erstellt und wiederum mit dem tatsächlichen Input abge-

glichen werden. Insofern hängen in dem Modell Produktion und Verstehen sehr eng miteinander zusammen und erlauben letztendlich Vorhersagen durch einen Hörer oder Sprecher über wahrscheinliche Strukturen, die im Folgenden geäußert werden könnten, was außerdem sowohl eigene, als auch fremde Äußerungen betrifft (vgl. Pickering und Garrod (2013): 332). Eine reibungslosere und schnellere Kommunikation z. B. im Austausch zwischen Gesprächspartnern wäre ein Vorteil dieser Annahmen (vgl. Pickering und Garrod (2013): 337, 341ff., 346). Darauf aufbauend argumentieren Pickering und Garrod gegen die Sichtweise, dass Mechanismen für die Modalitäten Sprachproduktion und -verstehen strikt zu trennen sind.[44]

In Bezug auf die Thematik der vorliegenden Arbeit sind in ihrem Modell schließlich zwei interessante Anknüpfungspunkte an prominente (psycho-)linguistische Ansätze mit einem Fokus auf die **Verarbeitung von sprachlicher Komplexität** zu finden. Zum einen diskutieren Pickering und Garrod (2013: 339) Erkenntnisse von Hawkins (1994) (siehe Abschnitt 2.1.5) zu Komplexitätsentscheidungen, die dazu führen, dass die Produktion von kurzen vor langen Konstituenten präferiert wird. In ihrem Modell wird durch die Verwendung der Vorwärtsmodellierung gewährleistet, dass keine Verarbeitungsschwierigkeiten durch die gleichzeitige Planung und Produktion der beiden Konstituenten entstehen. Stattdessen können **Vorhersagen** der Strukturen erstellt werden. Dann wird entschieden, dass die weniger komplexe Konstituente zuerst produziert werden soll. Für die längere Struktur muss folglich kein Plan parallel erstellt werden, um die längere Produktionszeit auszugleichen, sondern dieser wird aufbauend auf der Modellierung unmittelbar nach Produktion der weniger komplexen Konstituente konstruiert. Das ermöglicht nach Pickering und Garrod (2013: 341), dass u. a. die Informationsdichte an keinem Punkt des Verarbeitungsprozesses erhöht ist: „In this way, [the speaker] keeps information density fairly constant, prevents blending errors, and reduces memory load.“ Zum anderen spielt der Aspekt der Vorhersage bzw. Prädiktion in einem Ansatz zur Verarbeitung sprachlicher Komplexität von Gibson (1998), der „syntactic prediction locality theory“, eine wichtige Rolle (siehe 2.2.1.2), weshalb Pickering und Garrod (2013: 341) ebenfalls eine Parallele zu diesem Modell ziehen. Insofern lässt sich hauptsächlich die Eigenschaft der Prädiktion als relevant zur Verarbeitung sprachlicher Komplexität aus diesem Modell herausarbeiten.

[44] Insbesondere die Dynamik und Interaktivität eines Dialogs lässt nach Pickering und Garrod (2013: 330f.) keine serielle Abfolge von Produktion und Verstehen zu. Sowohl in modularen als auch interaktiven Modellen sehen die Autoren trotz unterschiedlicher Annahmen der grundlegenden Mechanismen auf einer übergeordneten Ebene eine Trennung der beiden Modalitäten, was ihrer Auffassung nach nicht vertretbar ist.

2.2.1.2. Komplexität im Sprachverstehen Da grundsätzlich die Möglichkeiten zur Untersuchung des Sprachverstehens weiter entwickelt sind und vielfältige Designs zur Verfügung stehen (vgl. Bock, 1996), sind auch zur Komplexitätsthematik häufiger **experimentelle Studien** zu finden. Einerseits können die genauen zeitlichen Abläufe der Prozesse durch unterschiedliche online - Methoden (z. B. EEG, ET) exakt gemessen werden. Andererseits ist es leichter, sprachliches Material auf die entsprechenden Unterschiede hin zu konstruieren und die Auswirkungen potenzieller Komplexitätsunterschiede direkt zu überprüfen, sowohl die auditorische als auch die visuelle Modalität betreffend. Im Zusammenhang mit dem Sprachverstehen beim Lesen wurden zur Überprüfung von inhaltsbezogenen Komplexitätsfaktoren Recall - Aufgaben gestellt zusätzlich zu Lesezeiterhebungen (z. B. Kintsch und Keenan, 1973; Miller und Kintsch, 1980; Cheung und Kemper, 1992). Sehr häufig finden sich Studien, die Blickbewegungsmessungen oder self - paced Reading verwenden (oft zusammen mit Verständnisfragen), um in unterschiedlichen Maßen und zu verschiedenen Zeitpunkten Verarbeitungsschwierigkeiten nachzugehen (z. B. Gordon et al., 2001; Traxler et al., 2002, 2005; Caplan et al., 2011; DeDe, 2014). Cheung und Kemper (1992) verbanden in ihrer Studie die beiden Modalitäten, indem Sie Erkenntnisse aus dem Hauptexperiment zur Messung komplexer Strukturen in der Sprachproduktion letztendlich durch ein Sprachverstehensexperiment überprüften. Sätze wurden konstruiert und anhand der aus dem Produktionsexperiment abgeleiteten Kriterien hinsichtlich ihrer Komplexität variiert, mit Hintergrundrauschen unterlegt und fünf Ratern zur Beurteilung der Verständlichkeit auf einer Skala von 1 bis 10 (leicht bis schwer zu verstehen) auditorisch präsentiert. Aus den Ergebnissen beider Experimente schlossen die Autoren, dass ihre Erkenntnisse zu Komplexitätsmaßen und Ausprägungen von sprachlicher Komplexität auf die Sprachproduktion und das Sprachverstehen gleichermaßen übertragbar sind. Bei einer Betrachtung weiterer Arbeiten wird dieser Annahme entsprechend deutlich, dass eine Unterscheidung der Verarbeitung von Komplexität zwischen den beiden Modalitäten in vielen Ansätzen nicht vorausgesetzt wird. Einen abweichenden, aber interessanten Ansatz wählt Ferreira (2003). Sie kritisiert, dass Untersuchungen unter Laborbedingungen häufig missachten, dass in vielen natürlichen Kommunikationssituationen ein „gut - genug - Prinzip“, dem der Hörer bei der Satzinterpretation folgt, angenommen werden kann. D. h., „rich and complete representations for the utterances“ müssen nach Ferreira (2003: 195) beim Sprachverstehen nicht immer abgeleitet werden, um erfolgreiche Kommunikation zu gewährleisten. In ihrer Studie bekamen die Probanden auditiv Sätze präsentiert mit der Aufgabe, relevante thematische Rollen darin

zu identifizieren. Akkuratheit und Lesezeit waren nicht von primärem Interesse, sondern die tatsächliche Interpretation, die die Probanden beim Hören der Sätze ableiteten. Ferreira (2003: 166) schreibt, dass ihre Studie den Versuch unternimmt „to measure the actual content of people's interpretations rather than just the time that was required to construct them".

An dieser Stelle soll eine kurze Vorstellung einiger **Erkenntnisse zur Komplexität häufig untersuchter Strukturen** erfolgen.[45] Ein erster Diskussionspunkt betrifft den bereits erwähnten **Komplexitätsunterschied zwischen Subjekts- und Objektsrelativsätzen** (vgl. Bsp. (7) oben). Insbesondere Gibson (1998, 2000) geht aufbauend auf Daten verschiedener psycholinguistischer Untersuchungen von einem erhöhten Verarbeitungsaufwand für letztgenannte Strukturen im direkten Vergleich aus und versucht diesen Unterschied zu modellieren. Traxler et al. (2002) interpretieren aus Blickbewegungsanalysen der Relativsatz- und Matrixverbregion zu ähnlichen, schriftlich präsentierten Sätzen grundsätzlich stärkere „Schwierigkeiten" mit Objektextraktionen. In weiteren Experimenten wurden jedoch einerseits die allgemeine Plausibilität des Relativsatzverbs manipuliert und andererseits das Matrixverb in Bezug darauf, dass es nur bestimmte thematische Rollen zuließ, während die Animatheit der Argumente klar definiert war. Auf diese Weise konnte einbezogen werden, ob **semantische Faktoren** (unterschiedlicher Art) möglicherweise den Komplexitätsunterschied abschwächen oder sogar eliminieren, wozu Gibsons Ansatz keine Annahmen macht. Die Manipulation der Plausibilität des eingebetteten Verbs, führte nach Traxler et al. (2002: 77f.) zu einer leichten Reduktion des ursprünglich beobachteten Unterschieds für die beiden Relativsatzstrukturen, da bspw. der Effekt weniger lange anhielt. Noch deutlicher zeigte sich jedoch der Einfluss der Animatheitsmanipulation mit insbesondere Auswirkungen auf die Verarbeitungsschwierigkeiten in Objektsrelativsätzen: „[...] placing an inanimate entity in sentential subject position and an animate entity in the object-relative clause greatly reduces the difficulty normally associated with object-relative clauses" (Traxler et al. (2002): 82). Der Komplexitätsunterschied zwischen den beiden in Gibson verwendeten Strukturen scheint folglich zwar von einer Interpretationspräferenz des Hauptsatzsubjekts als Subjekt des Relativsatzes auf syntaktischer Ebene abzuhängen (vgl. Traxler et al. (2002): 82, 85), zeigt jedoch ebenfalls einen Einfluss durch semantische Faktoren. Insofern erweist sich Gibsons Annahme als

[45] Es ist wiederholt darauf hinzuweisen, dass außersprachliche Faktoren, deren Korrelation mit dem Verstehen von komplexen Sätzen in vielen Studien zusätzlich erhoben wurde, auch in diesem Abschnitt vorerst ausgeklammert werden.

zumindest undifferenziert. Traxler et al. (2005) spezifizierten daraufhin ebenfalls auf Basis von Blickbewegungsmessungen zu diesen Strukturen, dass sich die erhöhte Komplexität von Objektsrelativsätzen insbesondere zeigt, wenn die Funktionen der Argumente im Haupt- und Relativsatz für den Parser einfach gegeneinander austauschbar sind. Die Animatheit des Hauptsatzsubjekts konnte in dieser Studie jedoch in ähnlicher Weise bspw. first - pass Lesezeiten[46] auf der Hauptverbregion beeinflussen. Bezüglich der Auswirkungen semantischer Faktoren auf den etablierten Komplexitätsunterschied sehen Traxler et al. (2005: 216) in ihren Ergebnissen „substantial evidence for semantic category effects modulating syntactic complexity effects in subject and object - relative clauses".

Im Gegensatz zu diesen häufig untersuchten Strukturen, die eine Ambiguität am Satzanfang enthalten, fokussiert sich die Studie von Ferreira (2003) auf nicht ambige, aber dennoch syntaktisch komplexe Strukturen wie **Passiv- versus Aktiv-** (Bsp. (10)) und **Cleft - Objekt versus Cleft - Subjekt Sätze** (Bsp. (11)).[47]

(10) (a) The man bit the dog.

(b) The dog was bitten by the man. (Ferreira (2003): 180)

(11) (a) It was the man who bit the dog.

(b) It was the dog that the man bit. (Ferreira (2003): 171)

Fehlerhafte Interpretationen, die von besonderem Interesse für Ferreira sind, werden in Relation zu diesen Strukturen gestellt. Interessanterweise treten solche „misinterpretations" im Sinne inkorrekter Zuordnungen von Agens und Patiens nach Ferreira (2003: 179) für Passivstrukturen signifikant häufiger auf als für Aktivstrukturen unabhängig zudem von Faktoren wie der Plausibilität (überprüft durch eine Variation der Austauschbarkeit der Argumente). Dennoch relativiert Ferreira, dass meist eine korrekte Interpretation auch bei Sätzen im Passiv zu beobachten ist, vor allem, wenn mehr Zeit zur Verarbeitung aufgewendet wird. Aus einer Gegenüberstellung von Passivsätzen mit Cleft - Subjekt Sätzen, die infrequenter als normale Aktivsätze sind, schließt Ferreira (2003: 190), dass die abweichende Frequenz von Passiv-

[46] Nach der Blickbewegungsaufzeichnung mittels ET können unterschiedliche Maße aus den Daten abgeleitet werden. Z. B. quantifizieren first - pass Lesezeiten die Zeit auf einem Wort oder einer Region bis sich die Augen zum ersten Mal davon wegbewegen. Für einen Überblick siehe Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2009: 29ff.).

[47] Dazu ist zu betonen, dass die Annahme eines allgemeinen Komplexitätsunterschieds zwischen bspw. Passiv - und Aktivstrukturen nicht einfach zu vertreten und kritisch zu sehen ist (z. B. Slobin, 1966; siehe dazu auch Anmerkungen unter Abschnitt 2.2.1 und 2.2.1.3)

versus Aktivstrukturen nicht als Faktor zu sehen ist, der den zuvor beobachteten Komplexitätsunterschied erklären könnte:

> „[...] the base frequency of a global syntactic form is not what influences how accurately people process a sentence in a task like the one used in these experiments. What is critical is whether thematic roles are assigned in the most familiar way.“

Im Gegensatz dazu führen Cleft - Objekt Sätze wiederum ähnliche „Schwierigkeiten“ in dieser Studie herbei wie Passivsätze.

Neben diesen Untersuchungen zu struktureller Komplexität auf Satzebene, finden sich Lesezeit - und Recall - Studien insbesondere von Walter Kintsch et alia, die sich mit dem **Verstehen von geschriebenen Sätzen bzw. Texten** und deren Abspeicherung im Gedächtnis beschäftigen. Zur Frage, in welchen Einheiten Inhalt repräsentiert ist, wird das Konzept der **Proposition oder „Idee“** herangezogen (siehe dazu auch Kapitel 2.2.1.3). Unter Beibehaltung der Anzahl an Wörtern eines Satzes (gleiche Länge) leiten Kintsch und Keenan (1973) in einer älteren Untersuchung ab, dass jede zusätzliche Proposition eine Auswirkung auf die Lesezeit von 1,5 Sekunden verursache. Die Lesezeitveränderung zeigt nach Kintsch und Keenan (1973: 257), dass Propositionen eine „effective psychological variable“ sind. Auch Miller und Kintsch (1980) bestätigen, dass diese „Einheit“ der Texterinnerung ein Faktor ist, der Auswirkungen auf die Verarbeitung beim Lesen hat. Insofern lässt sich dessen Relevanz für die Sprachverarbeitung grundsätzlich herleiten und die Anzahl bzw. Dichte an Ideen in einem Satz bzw. Text (vgl. Turner und Greene, 1977; Chand et al., 2012b) als ein Faktor sprachlicher Komplexität begründen. Die folgenden konstruierten Beispielsätze wurden aus zehn Wörtern jeweils gebildet, beinhalten jedoch eine aufsteigend zunehmende Anzahl an Propositionen:

(12) (a) Der Clown erschreckte das Kind und der Vater war besorgt.

(b) Das rothaarige Kind wurde erschreckt, während der besorgte Vater winkte.

(c) Kleine Kinder erschraken vor großen Clowns, während besorgte Väter winkten.

In (a) werden zwei einfache Prädikationen mit „und“ verbunden, was zu einer sehr niedrigen Dichte von 2 Ideen pro 10 Wörtern führt. Etwas komplexer ist Beispiel (b), da hier neben den prädikativen Propositionen *Das Kind wurde erschreckt* und *Der Vater winkte* zwei Adjektive die Nomen modifizieren und eine Konjunktion beide Sätze zeitlich verbindet. Dies führt zu einer Ideendichte von 5 Ideen pro 10 Wörter. Zuletzt liegt die Anzahl an Propositionen in (c) unter Beibehaltung der Anzahl an Wörtern bei 7 (zusätzlich ein Adjektiv und eine adverbiale Ergänzung) und erreicht

damit eine noch höhere Komplexitätsstufe. Durch eine Bestimmung der Ideendichte auf diese Weise lässt sich folglich ein inhaltsbezogenes Komplexitätsmaß definieren. Auch hier zeigen sich allerdings neben dieser „allgemeinen“ Einordnung weitere beeinflussende Faktoren, die Kintsch und Keenan (1973) ebenfalls ansprechen: Bspw. kann zwar ein Lesezeiteinfluss für die Verarbeitung von zusätzlichen Propositionen abgeleitet werden. Bei den Ergebnissen zum Recall zeigt sich darüber hinaus jedoch der Effekt einer **Hierarchie der Ideeneinheiten**. Propositionen, die in andere eingebettet sind, werden nach Kintsch und Keenan (1973: 257) z. B. weniger häufig erinnert als in diesem Sinne übergeordnete: „[...] all propositions were not equally difficult to remember: superordinate propositions were recalled better than propositions which were structurally subordinate.“ Dementsprechend ist parallel zur oben beschriebenen strukturellen Komplexität bezüglich der hier angesprochenen inhaltsrelatierten Komplexität eine Differenzierung vorzunehmen.

An dieser Stelle kann nun ein Bezug zur Studie von **Cheung und Kemper (1992)** hergestellt werden, da auch dort, wie zu Beginn des Kapitels erwähnt, Auswirkungen von Komplexität auf die Satzverständlichkeit und den Recall erhoben wurden. Verschiedene Maße, die auf unterschiedliche Aspekte sprachlicher Komplexität fokussieren sowie die drei Kategorien **Länge, syntaktische Komplexität und inhaltliche Anreicherung** abdecken, wurden verglichen. Cheung und Kemper (1992: 69) halten zu den Ergebnissen ihres Experiments fest: „[...] longer sentences [...] and more complex sentences [...] were more difficult to understand and recall than less complex sentences.“ Im Gegensatz dazu und zu den Ergebnissen von Kintsch und Keenan (1973) zeigen sich bei der Ideendichte (Propositional Density/ PDensity) in den Daten allerdings keine vergleichbaren Auswirkungen zu denen der syntaktischen Komplexität. Diese scheinbar widersprüchlichen Ergebnisse sollten unter Berücksichtigung zweier Aspekte interpretiert werden: Zum einen unterscheiden sich die Experimentdesigns hinsichtlich der Aufgabenstellungen und verwendeten Maße zur Bestimmung des Einflusses auf die Verarbeitung. Bei Cheung und Kemper (1992) ging es um die Verständlichkeit und die Erinnerung des Materials, bei Kintsch und Keenan (1973) wurden vor allem die Lesezeiten erhoben. Darüber hinaus ist, wie bereits Kintsch und Keenan (1973: 273) betonen, zu beachten, dass bei Beibehaltung der Wortanzahl in einer Äußerung, aber Veränderung der Ideenanzahl in ihrem Experiment die syntaktische Komplexität ebenfalls zunehmen kann (vgl. dazu Bsp. (12)). Dieser Faktor wurde in Cheung und Kemper (1992) einbezogen, bei Kintsch und Keenan (1973) jedoch nicht.

Es kann als Zwischenfazit zu den oben präsentierten Studien festgehalten werden,

dass psycholinguistische Ansätze aus dem Bereich der Sprachverstehensforschung insbesondere drei Kategorien – Länge, Struktur und Inhalt – herausarbeiten konnten, die in unterschiedlichen Maßen und auf differenzierte Art und Weise einen potenziellen Komplexitäteinfluss zeigen. Daraus lässt sich auch in Hinblick auf die beiden Empirieteile der vorliegenden Arbeit begründen, dass eine Einbeziehung aller drei Kategorien und eine Aufklärung des Verhältnisses zwischen diesen, unbedingt zu verfolgen ist.

Neben der Erarbeitung von Komplexitätsmaßen beschäftigen sich einige Ansätze, die im Folgenden kurz vorgestellt werden sollen, mit möglichen Antworten auf die Frage, inwiefern z. B. experimentell abgeleitete sprachliche Komplexitätsunterschiede **Auswirkungen auf das Sprachverstehen** haben.[48] Zwei in der Forschung hauptsächlich zu syntaktischen Ambiguitäten, garden - path Sätzen und dem Parsing häufig diskutierte und untersuchte Fragen betreffen den **zeitlichen Verlauf der Sprachverarbeitung** und welche zur Verfügung stehenden Informationen zu welchen Zeitpunkten tatsächlich einbezogen werden. Hauptsächlich stehen sich jeweils zwei Positionen gegenüber[49]:

- *Parallele versus serielle Verarbeitung*: Mehrere Analysen/ Hypothesen werden gleichzeitig aufgestellt und bearbeitet oder eine Analyse wird alleinig präferiert und verfolgt.
- *Modularität versus Interaktivität*: Informationen aus verschiedenen Modulen fließen nacheinander und unabhängig voneinander ein versus Informationen verschiedener sprachlicher Ebenen können unmittelbar Einfluss auf die Verarbeitung nehmen.

Entsprechend sind aus unterschiedlichen Ansätzen und Modellen zum Sprachverstehen auch abweichende Annahmen abzuleiten, was „Schwierigkeiten“ bei der Verarbeitung von Komplexität verursacht und welche Informationen wann genau zu einer Abstufung dieser führen können.

Ein streng **seriell - modularer Ansatz** von Frazier (1987) geht bspw. davon aus, dass beim Parsing aufbauend auf syntaktischen Informationen eine einzelne Satz-

[48] Dass umgekehrt die Untersuchung der Verarbeitung von sprachlicher Komplexität Erkenntnisse zu Prozessen des Sprachverstehens liefert, betont z. B. Gordon et al. (2001): „The difficulties involved in understanding complex sentences provide an opportunity to gain an understanding of the mental processes underlying language comprehension.“

[49] Die einzelnen Konzepte dürfen nicht als zwei entgegengesetzte Pole angesehen werden. Zum einen sind in einigen Modellen Mischformen bzw. „Kompromisse“ der unterschiedlichen Annahmen zu finden. Zum anderen werden häufig abgeschwächte Positionen eingenommen, da bspw. strikt parallele Verarbeitung unökonomisch wäre. Für einen Überblick zu den einzelnen Modellformen in der Psycholinguistik siehe Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2009).

analyse verfolgt wird. Das wird als **„Syntax - first“ Verarbeitung** bezeichnet, da andere Ebenen von Sprache als irrelevant für die frühe Ableitung einer syntaktischen Struktur angesehen werden.[50] Drei Prinzipien oder Strategien[51] bestimmen nach Frazier (1987) die Ableitung dieser ersten Analyse. Das hat die Konsequenz, dass bei einer inkorrekten Annahme aufgrund eines unumgehbaren Verstoßes gegen diese Prinzipien bei der Satzinterpretation reanalysiert werden muss. Unpräzise formuliert, können dadurch potenziell „Verarbeitungsschwierigkeiten“ angesetzt werden (z. B. Frazier und Rayner, 1982). Dass sich in Abhängigkeit von der Komplexität verschiedener Strukturen unterschiedlich starke Auswirkungen auf SPR - Zeiten zeigen können, versuchen z. B. Sturt et al. (1999) für Objekt - Komplementsatz versus Objekt - Nullkomplement Ambiguitäten aus dem Reanalysekonzept abzuleiten. Die Ambiguitätslösung, der frühe und übergeordnete Einfluss syntaktischer Informationen sowie Reanalysen stehen bei seriell - modularen bzw. Syntax - first Modellen folglich im Vordergrund bei der Herleitung von Komplexitätsunterschieden in der Verarbeitung.

Sogenannte **„constraint - based“ Ansätze** wie z. B. das Modell von McRae et al. (1998) zur Ambiguitätslösung gehen hingegen davon aus, dass multiple Informationen aller sprachlicher Ebenen zum jeweiligen Zeitpunkt, an dem sie zur Verfügung stehen, in interaktiver Weise Einfluss auf die Aktivierungslevel unterschiedlicher Satzinterpretationen nehmen können. Aufgrund von Gewichtungen gibt es meist ein Ranking zwischen den Alternativen. Entsprechend werden in der Psycholinguistik in der Regel **„ranked - parallele“ Modelle** diskutiert (vgl. Frisch et al., 2002; Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky, 2009). Die Möglichkeit, dass unterschiedliche Faktoren in Bezug auf Syntax, Semantik, Kontext oder Frequenz Einfluss auf die Verarbeitung von sprachlicher Komplexität nehmen könnten, lässt sich aus solchen interaktiven, ranked - parallelen Ansätzen unmittelbar herleiten (vgl. Traxler et al., 2002: 72). Darüber hinaus ergibt sich aus dem Konzept der parallelen Verarbeitung die zusätzliche Annahme, dass an bestimmten Punkten eines Satzes in unterschiedlichem Ausmaß vom Parser mehrere Strukturen in Erwägung gezogen werden können. Frisch et al. (2002) konnten diesbezüglich in einer Studie zeigen, dass ein EKP - Effekt im Zeitfenster der P600, der zuvor insbesondere für

[50] Die Bezeichnung „Syntax - first“ geht bei einer genauen Betrachtung etwas zu weit, da im Grunde ausschließlich Wortkategorie - Informationen und nicht die Syntax insgesamt initial einbezogen werden, weil es primär um den Strukturaufbau geht. Insofern sollte der Ansatz von Frazier (1987) passender als „Wortkategorie - first“ Modell bezeichnet werden.

[51] Zu diesen zählen die „minimal attachment“ und „late closure“ Prinzipien (Frazier (1987): 562) sowie die „active filler“ Strategie (Frazier (1987): 577f.).

Reanalysen beobachtet wurde, auch für Ambiguitäten an sich Signifikanz zeigt, sodass sie schließen „this component is obviously sensitive to the complexity of structural predictions possible at an element which is syntactically ambiguous.“ Demzufolge erweist sich die Eigenschaft der Prädiktion **alternativer syntaktischer Strukturen** im Kontext von Ambiguitäten als Faktor, der Auswirkungen auf die Verarbeitung zeigt und im Zusammenhang mit Komplexität zu stehen scheint.

Gibson (1998, 2000), der eine spezifische Modellierung zu Komplexitätsunterschieden und nicht in erster Linie zur Ambiguitätslösung verfolgt (vgl. Gibson (1998): 57), beruft sich ebenfalls auf einen interaktiven ranked - parallelen Parser. Darüber hinaus ist eine seiner zentralen Annahmen, dass bei der Satzverarbeitung ein bestimmtes Ausmaß an „computational resources“ (Gibson (1998): 2, 8) zur Verfügung steht. Da eine Beschränkung der Kapazität dieses Arbeitsgedächtnisses angenommen wird, sollen darin in bestimmten Fällen **Kosten** entstehen können. Zwei Komponenten sind nach Gibson (1998: 8, 68) und Gibson (2000: 95) beim Parsing ausschlaggebend für eine messbare Erhöhung der Kosten und entsprechend für eine Zunahme der Komplexität.[52] Zum einen ist es demnach notwendig, bereits verarbeitete Elemente eines Satzes abzuspeichern, bis ein grammatischer Satz erreicht ist. Der Ansatz von 1998, die **„syntactic prediction locality theory (SPLT)“**, macht deutlich, dass hier das Konzept der Prädiktion ebenfalls eine Rolle spielt. Vereinfacht gesagt, müssen Items, die obligatorisch gefordert werden (z. B. die von einem Matrixverb subkategorisierten Argumente[53]), so lange abgespeichert werden, bis die Vorhersage erfüllt ist. Eine erhöhte Komplexität lässt sich auf in diesem Sinne definierte **Speicherungskosten** zurückführen. Die zweite Komponente betrifft die Notwendigkeit, dass Elemente strukturell miteinander integriert werden müssen, wenn sie in einer Dependenzrelation zueinander stehen, sodass **Integrationkosten** anfallen. Die Distanz der Vorhersage und zwischen den zu integrierenden Items wird aufgrund mit der Zeit variierender Aktivierungswerte als ausschlaggebend für

[52] Ein Beispiel zur Bestimmung der beiden von Gibson (1998, 2000) entwickelten Maße folgt in Abschnitt 2.3.3.

[53] Die Grenzen dieser Annahmen und damit des Ansatzes von Gibson (1998, 2000) zeigen sich bereits bei der Betrachtung von Komplexitätsunterschieden, die sich im Mittelfeld eines deutschen Satzes rein aus einer Umstellung der Argumente ergeben. Ein Beispiel dafür sind die Sätze *Heute hat der Junge den Clown gesehen.* (kanonische Wortstellung mit Subjekt vor Objekt) versus *Heute hat den Clown der Junge gesehen.* mit einer Umstellung des Subjekts und Objekts im Mittelfeld, was z. B. in Schlesewsky et al. (2003) als „Scrambling“ bezeichnet wird. Experimentell lassen EKP - Effekte für solche Scramblingmanipulationen in Rösler et al. (1998) und Schlesewsky et al. (2003) auf einen Komplexitätsunterschied schließen. Solche Komplexitätsphänomene sind jedoch nicht aus der Theorie von Gibson ableitbar.

die Kosten angesehen und somit in einen direkten Zusammenhang zur Komplexität gestellt. Nach Gibson (1998: 65) sind z. B. Speicherungskosten allerdings als vollkommen unabhängig von anderen Faktoren zu sehen: „Thus syntactic memory cost complexity as measured by the SPLT appears to be an independent factor involved in ambiguity resolution which is not reducible to frequency and plausibility.“ Für verschiedene Strukturen wie u. a. die angesprochenen Subjekt/Objekt-Extraktionen wird die Anwendbarkeit des Modells gezeigt, da z. B. aufgrund der erhöhten Distanz oder „processing overload“ Effekten (Gibson (1998): 8) die Kosten steigen. Auch eine aktuellere Studie von Caplan et al. (2011) richtet sich an Gibsons Ansatz aus. Die Autoren bestätigen den auf diese Weise festgemachten Komplexitätsunterschied, zumindest auf dem Relativsatzverb gemessen, für verschiedene Strukturen in SPR-Zeiten: „The results also replicate previous findings in the literature of longer self-paced reading times for the relative clause verbs in cleft-object, subject-object, and doubly embedded relative clause [sic!] compared to cleft-subject, subject-subject, and sentential complement sentences“ (Caplan et al. (2011): 445).[54]

Traxler et al. (2005) betonen jedoch im Gegensatz zu Gibson und Caplan et alia auf Grundlage ihrer oben angeführten Studie, dass sich aus dem deutlichen Einfluss semantischer Faktoren zur Verarbeitung ursprünglich als komplex eingeschätzter Satzstrukturen relevante Annahmen zum Parsing ableiten lassen. Diese betreffen das **Verhältnis zwischen Semantik und Syntax** beim Sprachverstehen: „[...] syntactic cues available during processing of the relative clause are not strong enough to immediately overturn the bias toward treating an animate sentential subject as the subject of the relative clause“ (Traxler et al. (2005): 217). Bereits Traxler et al. (2002: 84) sprechen sich gegen einen Syntax-first Ansatz aus, da sich abschwächende Effekte der Plausibilitätsmanipulation auf dem Relativsatzverb und vor allem der Animatheit der Nominalphrasen nicht so deutlich auswirken sollten, weil semantischen Faktoren in diesen Modellen ein nebengeordneter oder zeitlich verzögerter Einfluss zuzuschreiben ist. Eine Erklärung von Komplexitätsunterschieden auf Basis von Speicherungs- oder Integrationskosten, wie sie z. B. von Gibson verfolgt wird, lehnen Traxler et al. (2002: 78, 82, 85) ebenfalls ab, da semantische Faktoren grundsätzlich keine Beachtung bei der Modellierung finden. Entsprechend wird ein Erklärungsansatz bevorzugt, der sich im Bereich interaktiver Ansätze bewegt und bei dem „syntactic preferences and configurational information jointly

[54] Weitere Ergebnisse von Caplan et al. (2011) betreffen das Verhältnis zwischen online-Verarbeitungszeit und dem Verstehen komplexer Sätze (siehe Abschnitt 2.3.1).

determine how much difficulty readers will experience processing a given sentence“ (Traxler et al. (2002): 82). Die erhöhte Komplexität von Objektsrelativsätzen insbesondere dann, wenn sie ein animates Subjekt im Hauptsatz relativieren, ergibt sich nach Traxler et al. (2002: 84f.) letztendlich daraus, dass eine inkorrekte, da einfachere syntaktische Struktur bevorzugt wird, sogar im Falle einer Ungrammatikalität dieser Annahme. Darüber hinaus argumentieren sie für den sogenannten **„similarity - based interference“ Ansatz** zur Verarbeitung von syntaktischer Komplexität nach Gordon et al. (2001). Letztere konzentrieren sich auf den Typ der beiden Argumente im Haupt- und untergeordneten Satz – indexikalisches Pronomen, Eigenname oder beschreibendes Nomen – in u. a. Subjekts- oder Objektsrelativsätzen und variieren, ob diese vom gleichen Typ sind oder nicht. Der Verarbeitungsunterschied der Strukturen kann auch in diesem Experiment wieder durch die Manipulation beeinflusst werden. Wenn beide Nominalphrasen unterschiedlich waren, zeigten sich in Akkuratheits- und Lesezeitdaten teilweise Vereinfachungen für Objektsextraktionen. Die Komplexitätsreduktion in solchen Sätzen erklären Gordon et al. (2001: 1417) über fehlende Interferenz. Wenn beide Nominalphrasen als potenzielle Objekte im Gedächtnis abgespeichert werden müssen, bis ihre Funktion festgelegt ist, fällt ein störender Einfluss durch deren Unterschiedlichkeit weg. Im direkten Vergleich betrifft der Interferenzeffekt nach Gordon et al. (2001: 1420) die beiden Strukturen also nicht gleichermaßen, was die Reduktion im Verarbeitungs- bzw. Komplexitätsunterschied erklären könnte: „Object - extracted constructions impose greater demands of this sort than do subject - extracted constructions because they require that two NPs be stored and subsequently accessed while subject - extracted constructions do not.“ Zu beachten ist, dass sich der Interferenzeffekt in dieser Studie zwar auf unterschiedliche Strukturen (Objekts - versus Subjektsrelativsätze und Subjekt - versus Objekt - Cleft Sätze in abgeschwächter Form) übertragen ließ, jedoch teilweise nur in einigen Maßen und an bestimmten Stellen des Satzes tatsächlich signifikante Ergebnisse erreichte. Die Autoren schlussfolgern letztendlich in Bezug auf eine Erklärung von Komplexitätsunterschieden zwischen den angesprochenen Strukturen: „The dependence of the object - subject difference on the match of the NPs provides evidence that sentence complexity effects are influenced by similarity - based interference“ (Gordon et al. (2001): 1420). Diesen Ansatz sehen auch Traxler et al. (2002: 78) in ihren Daten bestätigt: „[. . .] difficulty can be reduced if two otherwise confusable nouns have their roles clearly specified by the subordinate verb.“

Zuletzt sei die oben erwähnte Studie von **Ferreira (2003)**, die auf **Fehlinter-**

pretationen bei der Verarbeitung komplexer Sätze fokussiert ist, angeführt, da sie einen anderen Faktor diskutiert. Sie merkt an, dass der Umgang mit komplexen Strukturen unter Umständen dazu führen kann, dass Hörer einfache Verarbeitungsstrategien verfolgen, um möglichst schnell zu einer Satzinterpretation zu gelangen. Diese Strategien bezeichnet Ferreira (2003: 164) als **„simple processing heuristics“**. Für die Verarbeitung von Passivsätzen würde das bspw. bedeuten, dass in einigen Fällen das Befolgen von Annahmen einer solchen Strategie (z. B. eine thematische Rollenzuweisung wie in einem einfachen Aktivsatz oder eine ganz grundsätzliche, grobe Plausibilitätseinordnung basierend auf dem Weltwissen) zu einer inkorrekten Interpretation führen kann, die dann jedoch gegenüber der korrekten syntaktischen Analyse zurückgewiesen werden muss. Die syntaktische Komplexität einer Struktur soll letztendlich das Ausmaß der Fehlinterpretationen bestimmen: „A sentence's syntactic complexity seems to influence the extent to which misinterpretations occur“ (Ferreira (2003): 167). Modelle, die über die alleinige Einbeziehung von Syntax oder Semantik bei der Satzinterpretation argumentieren, werden von Ferreira (2003: 191f.) ebenso kritisiert wie constraint - based Ansätze, da den angesprochenen heuristischen Strategien eine stärkere Rolle zur Hypothesenbildung bei der Satzinterpretation zugesprochen wird.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich in vielen der hier erwähnten Studien die vielfach beschriebenen Komplexitätsunterschiede zwischen bspw. Subjekts- und Objektsrelativsätzen zeigten. Diese konnten allerdings in einigen Untersuchungen durch z. B. Manipulationen semantischer Faktoren reduziert bzw. abgeschwächt werden. Ansätze zur Verarbeitung sprachlicher Komplexität sollten diese Einflussfaktoren deshalb beachten oder zusätzlich einbeziehen und eine Erklärung solcher Effekte ermöglichen, um ein vollständigeres Bild des Konzepts abzubilden. Darüber hinaus erscheint die Hypothese interessant, dass Hörer bei erhöhter sprachlicher Komplexität möglicherweise vorerst einfachere Strukturen interpretieren oder einfachere Strategien präferieren und dadurch Schwierigkeiten erfahren, wenn diese Annahmen in den jeweiligen Fällen ungrammatisch sind.

2.2.1.3. Komplexität und Spracherwerb Da der Spracherwerb zwar ein großes Feld für Forschungsarbeiten in der Psycholinguistik bietet, jedoch in der vorliegenden Arbeit hauptsächlich Relevanz für die Herleitung von psycholinguistischen Komplexitätsmaßen besitzt, sollen nur einige Aspekte herausgegriffen werden. Besonders interessant erscheinen in diesem Zusammenhang Arbeiten von **Tomasello und Diessel**, die sich spezifisch auf die Entwicklung von Strukturen wie Komple-

mentsätzen, Relativsätzen oder Passivkonstruktionen bei Kindern konzentrieren. Da ihre Studien bei der Formulierung bzw. Definition von Komplexitätsmaßen, die auf den Spracherwerb Bezug nehmen (siehe Abschnitt 2.2.2.2), eine wichtige Rolle einnehmen, sollen sie hier im Fokus stehen. Aufgrund verschiedener Eigenschaften werden die drei hervorgehobenen Strukturen als Herausforderung für den Spracherwerb angesehen. Bspw. zeigt sich im Erstspracherwerb von Kindern, dass sogenannte „bi - clausal“ Konstruktionen (vgl. Diessel und Tomasello, 1999; Diessel und Tomasello, 2001; Diessel, 2009) gewisse Abweichungen aufweisen. Bei einer näheren Betrachtung von früh produzierten Relativsätzen fällt z. B. nach Diessel und Tomasello (2000: 137) auf, dass sich manche kindlichen Äußerungen zwar oberflächlich solchen Strukturen zuordnen lassen, jedoch Eigenschaften zeigen, die sich von der standard- oder erwachsenensprachlichen Verwendung unterscheiden (vgl. Tomasello, 2000a). Das begründet wiederum die Herangehensweise in der Psycholinguistik (z. B. beim „Developmental Level“ Maß von Rosenberg und Abbeduto, 1987), den kindlichen Spracherwerb zur Einordnung von Komplexitätsunterschieden heranzuziehen. Die angesprochenen „Unterschiede“ lassen sich u. a. am Beispiel von Komplement- oder Relativsätzen aufzeigen.

Diessel und Tomasello (2000: 133) halten aufbauend auf einer Analyse der **Relativsatzstrukturen** von englischsprachigen Kindern im Alter von 1;9 bis 5;2 Jahren aus dem CHILDES - Korpus fest, dass frühe Konstruktionen zwar als solche erscheinen, im Gegensatz zu komplexeren oder fortgeschritteneren Äußerungen jedoch tatsächlich weniger **propositionalen Gehalt** aufweisen: „[. . .] the earliest relative clauses used by English - speaking children are propositionally (i.e., semantically) simple.“ Diessel (2009) hebt diesen Aspekt wiederholt als ein wesentliches Merkmal der ersten Relativsatzstrukturen, die Kinder äußern, hervor.[55] Darüber hinaus zeigt er durch einerseits ein Satzwiederholungsexperiment, also Sprachverstehen und -produktion betreffend, und andererseits eine auf verschiedene Faktoren ausgerichtete Korpusanalyse, die den Bereich der Spontansprache abdeckt, dass ein zusätzlicher Aspekt zu beachten ist. Subjektsrelativsätze stellen sich im Deutschen und Englischen als am unproblematischsten heraus und treten in deutlich diverseren Konstruktionen auf. Schwierigere Strukturen, bei denen ein anderes Argument relativiert wird[56], weisen in vielen Fällen vorerst eine Art **„Prototypikalität“**

[55] Das verdeutlicht noch einmal die Bedeutung der Einheit „Proposition“ für die Herleitung des psycholinguistischen Komplexitätskonzepts.

[56] Hier ist anzumerken, dass sich die Schwierigkeit dieser hinzukommenden Relativsatzstrukturen in der Analyse von Diessel (2009) je nach Sprache unterscheidet.

auf, sind also weniger flexibel in Bezug auf syntaktische sowie semantische Faktoren (z. B. Animatheit oder syntaktische Funktion des Kopfnomens des Hauptsatzes oder der Argumente des Relativsatzes):

> [...] subject relatives comprise a variety of constructions that vary in terms of their semantic and pragmatic features, whereas non-subject relatives are commonly expressed by prototypical transitive clauses involving an animate agentive subject, a dynamic verb, and an inanimate object. (Diessel (2009): 263)

Eine weitere Auffälligkeit wird in Diessel und Tomasello (2000: 137) berichtet: Viele früh auftretende Relativsatzkonstruktionen kommen ohne das in der Standardsprache übliche Relativpronomen aus.

Ein ähnliches Muster zeigt sich beim Erwerb der zweiten, häufig untersuchten Art als komplex eingestufter Strukturen, **Komplementsätze**, die ebenfalls die Eigenschaft aufweisen, dass sie in der Erwachsenensprache aus zwei Teilsätzen bestehen. In Diessel und Tomasello (1999, 2001) wird zu einer Stichprobe von Kindern zwischen ca. einem und fünf Jahren bei frühen spontansprachlichen Äußerungen, die diesen Strukturen zugeordnet werden könnten, sowohl das frequente **Auslassen des „that“-Komplementierers** als auch die Tatsache beschrieben, dass sich eine abweichende, **einwertig propositionale Struktur** zeigt. Nach Diessel und Tomasello (2001: 97) finden sich größtenteils Hauptsätze, die keine eigene Proposition bilden, sondern andere Funktionen ausfüllen: „[...] the main clause does not express a full proposition; rather, it functions as an epistemic marker, attention getter, or marker of illocutionary force.“ Darüber hinaus erweist sich der erste Teilsatz, der dem Komplementsatz vorangeht, in den genannten Studien als wiederum wenig variabel bzw. **„formelhaft“**. Auch in diesem Bereich scheint die Komplexität der Strukturen anfangs umgangen zu werden, sodass scheinbare Komplementsatzkonstruktionen bei einer detaillierten Analyse Auffälligkeiten zeigen. Solche Unterschiede zur standardsprachlichen Verwendung sprechen nach Diessel und Tomasello (1999: 87, 97) dafür, dass es sich hierbei anfangs um einfache Strukturen handelt, die nicht wirklich als „einbettend“ bezeichnet werden sollten, sondern unabhängig voneinander stehen. Diessel und Tomasello (2001) weisen ebenfalls eine anfängliche konzeptuelle oder formale Einbettung der beiden Sätze zurück und gehen von einem früheren Erwerb nicht prototypischer Strukturen aus, wenn die Komplexität derer erhöht scheint.

Die besondere Stellung eines vermeintlichen Komplexitätsunterschieds zwischen **Passiv und Aktiv** in der psycholinguistischen Diskussion wurde in den Abschnit-

ten 2.2.1 und 2.2.1.3 bereits dargestellt. Auch im Forschungsfeld zum kindlichen Spracherwerb spielt die Entwicklung dieser Strukturen eine Rolle. Zum Bereich der **Produktion** kann ein Experiment von Brooks und Tomasello (1999) angeführt werden, die für drei verschiedene Altersgruppen von Kindern zwischen zweieinhalb und sieben Jahren experimentell die Fähigkeit der Verwendung von u. a. Passivstrukturen für neu eingeführte Verben, deren Transitivitätsklasse in einer Gewöhnungsphase modelliert wird, überprüfen.[57] Die Leistung der Kinder wird untersucht, wenn bspw. die Anforderung besteht, ein zuvor neu eingeführtes Verb in eine Konstruktion einzubetten, in der ein Patiens als Subjekt stehen sollte. Ganz grundsätzlich zeigte sich nach Brooks und Tomasello (1999: 731) in einer individuellen Analyse eine deutlich seltenere Verwendung von Passivkonstruktionen bei der jüngeren Probandengruppe. Dieses Ergebnis könnte als Motivation für Komplexitätsmaße, die Passivstrukturen im Allgemeinen auf einer höheren Komplexitätsstufe einordnen, herangezogen werden (z. B. Botel und Granowsky, 1972). Allerdings ist die Annahme eines grundsätzlichen Komplexitätsunterschieds zwischen Passiv und Aktiv für den Bereich des Spracherwerbs nicht haltbar, wie bereits Slobin (1966) angemerkt hat. Wurde den Kindern in Brooks und Tomasello (1999) zusätzlich für ein bestimmtes Verb die Strategie präsentiert, über z. B. eine Passivkonstruktion die Zielstruktur zu erreichen, konnten einige der Zweijährigen bereits solche Äußerungen produzieren und diese Fähigkeit nahm mit dem Alter zu. Dieses zweite Ergebnis verdeutlicht noch einmal die Bedeutung von Verarbeitungsstrategien, die einen Umgang mit scheinbar komplexen Strukturen für bestimmte Sprechergruppen unter gewissen Umständen ermöglichen oder erleichtern können. Bezüglich der Fähigkeiten von einigen jüngeren Kindern schließen Brooks und Tomasello (1999: 734) allerdings: „It is plausible to assume that the two - year - olds in the current study may not have recognized that a verb in a passive construction shares the same transitivity status as a verb in a simple transitive construction [. . .].“

Zum Bereich des **Sprachverstehens** zeigt z. B. Suzuki (2002) für das japanische Passiv mittels eines acting - out Experiments, dass insbesondere der Wechsel in die Perspektive eines nicht - Subjekts, der in manchen Passivkonstruktionen notwendig wird, stärkere Schwierigkeiten bei Vorschulkindern hervorruft, als wenn die Subjektsperspektive eingenommen werden kann oder eine normale Aktivkonstruktion zu verarbeiten ist. Die Problematik begrenzt sich hier also wiederum

[57] Das Experiment von Brooks und Tomasello (1999) zielt ganz allgemein auf Fehler in der Argumentstruktur von Äußerungen ab, wenn die Transitivitätsklasse von Wörtern fixiert oder nicht festgelegt ist.

auf eine bestimmte Art von Passivkonstruktionen mit einer gewissen Konstellation der Argumente und lässt sich nicht als allgemeiner Komplexitätsunterschied für die Strukturen formulieren. Nach Suzuki (2002: 131) geht es hauptsächlich darum, dass bis zum sechsten Lebensjahr die Interpretation des Passivs durch die in der Entwicklung begriffenen Fähigkeiten zum Perspektiv - Wechsel beeinflusst wird, sodass „perspective - taking difficulties mask children's true competence on passives". Die Einordnung eines grundsätzlichen Komplexitätsunterschieds zwischen Passiv und Aktiv erscheint vor diesem Hintergrund auch für den Bereich des Spracherwerbs nicht haltbar (vgl. bereits Slobin, 1966).

Betrachtet man nun die Erkenntnisse zur fortschreitenden Entwicklung der drei Strukturen in den oben genannten Produktionsstudien stellt sich heraus, dass in allen Untersuchungen ein **gradueller Erwerbsverlauf** beschrieben wird. Der Gebrauch komplexerer bzw. einfacherer Strukturen korreliert übereinstimmend mit einzelnen Verben oder Konstruktionen und wird erst im Laufe der Entwicklung auf weitere ausgedehnt. Das deckt sich mit der von Tomasello (2000a, 2000b, 2005) vertretenen, konstruktionsgrammatisch motivierten „usage - based" Theorie, dass komplexe Strukturen vorerst Item - spezifisch, d. h. bezogen auf einige wenige und bestimmte Items (z. B. einzelne Verben), verwendet werden, bevor ihre Produktion ausgedehnt werden kann. Die Ausrichtung des Ansatzes auf den tatsächlichen Sprachgebrauch führt zur Annahme, dass diese Beobachtungen auf Faktoren im Zusammenhang mit deren **Frequenz** und **Verarbeitung** zurückgeführt werden können (vgl. Tomasello, 2000b; Diessel und Tomasello, 2000; Diessel, 2009). Aufbauend auf dem Ansammeln von Erfahrung mit einer bestimmten Konstruktion und deren Variabilität bildet sich nach Tomasello (2000b: 76f.) eine komplexe Fähigkeit der **Abstraktion** heraus: „Fluency with a construction is a function of its token frequency in the child's experience (entrenchment); creativity with a construction emanates from the child's experience of type variation in one or more of its constituents (abstraction)." Wie in vielen der in den vorherigen Kapiteln bereits präsentierten Erklärungsansätze für Schwierigkeiten mit komplexen Strukturen (siehe auch Kapitel 2.3.3), findet sich hier ebenfalls die Hypothese, dass z. B. subordinierte Sätze eine Art Verarbeitungsaufwand, der die anfänglichen „Verarbeitungskapazitäten" eines Kindes übersteigt, mit sich bringen: „[. . .] children's early use of complex sentence constructions might in general include just a single proposition because utterances that are propositionally more complex would exceed their processing capacity" (Diessel und Tomasello (2001): 136). Dieser Umstand könnte demnach die Erwerbsverzögerung bedingen und ausschlaggebend für einen

Komplexitätsunterschied sein. Die Annahme der Entwicklung komplexer Konstruktionen über anfangs auf einzelne Verben beschränkte Strukturen wird durch das **„Verb Island“ Konzept** (Brooks und Tomasello, 1999; Tomasello, 2000a) ausgedrückt. Erst später sei z. B. nach Tomasello (2000a, 2000b) von der Entwicklung sogenannter „Schemata“ (im konstruktionsgrammatischen Sinne) bzw. abstrakter Strukturen, die den vollen Erwerb der Komplexität von Relativ-, Komplementsätzen oder Passivstrukturen ermöglichen, auszugehen.[58] Dass die Strukturen anfangs Schwierigkeiten bereiten, bedeutet jedoch nicht, wie deutlich geworden sein sollte, dass diese nicht in der Spontansprache von Kindern zu finden sind. Um in die Komplexität der Strukturen einzusteigen, können nach Diessel (2009) einfache oder prototypische Strukturen sowohl in Bezug auf Syntax als auch Semantik helfen, mit denen das Kind bereits Erfahrung hat. Dies wird in Diessel (2009: 252, 263) mit dem Konzept des **„Bootstrappings“** in Verbindung gebracht.

Einer der bekanntesten Ansätze zum kindlichen Spracherwerb findet sich in **Browns (1973) Buch „A first language“**, das eines der einflussreichsten Maße zur Bestimmung der kindlichen Sprachentwicklung etablierte (siehe Kapitel 2.2.2.2). Für verschiedene Phasen wird dort die Entwicklung von Komplexität in der Sprache von Kindern betrachtet. Daraus lässt sich entnehmen, dass neben den oben angesprochenen Strukturen auch Äußerungen, die **Satzsubjekte** enthalten oder **Mehrfacheinbettungen** aufweisen, erst später in der kindlichen Spontansprache auftreten und entsprechend in der Spracherwerbsliteratur als komplexer eingestuft werden. Trotz der scheinbar einfacheren Aneinanderreihung von Sätzen bei **Koordinationen** im Vergleich zur unterordnenden Rolle von Einbettungen hält Brown (1973: 29) auch bezüglich der Komplexität dieser Strukturen fest: „[...] coordination goes beyond simple sentences in the size of the linguistic unit to be planned and in the necessity to recognize identical and nonidentical but structurally matched stretches.“ Letzteres Argument bezieht sich auf den Umstand, dass in koordinierten Äußerungen häufig Tilgungen vorkommen können (z. B. bei elliptischen Konstruktionen), was das Erkennen von übereinstimmendem Material, das gelöscht werden kann, ohne eine Ungrammatikalität herbeizuführen, voraussetzt. Letztendlich liegen der

[58] Die Annahme eines vollständigen Erwerbs der Komplexität verschiedener Strukturen im Laufe der Entwicklungsgeschichte eines Kindes, von der dieser usage-based Ansatz nach Tomasello (2000a, 2000b) ausgeht, wirft letztendlich die Frage auf, wie experimentell gezeigte sprachliche Komplexitätsunterschiede im Erwachsenenalter überhaupt noch erklärbar sind. Der Mechanismus, den er zur Herleitung des Erwerbsverlaufs für die kindliche Sprachentwicklung ansetzt, sollte über diese Zeit hinaus nicht mehr gelten. Dann müsste ein anderer Mechanismus, z. B. über die Vorkommenshäufigkeit (Frequenz) begründet, angesetzt werden. Das bleibt jedoch unklar.

Komplexität der erwähnten Strukturen nach Brown (1973: 186) jedoch zwei Aspekte zugrunde, die als gemeinsame Determinanten der Erwerbsreihenfolge anzusehen sind: „[...] complexity increases are **both semantic and grammatical**, and we cannot separate the two."

Dieser Kommentar fasst treffend die oben dargestellten Erkenntnisse zu spezifischen, als komplex eingestuften Strukturen im kindlichen Spracherwerb und zu dessen Verlauf zusammen. In den angesprochenen Studien wurde sowohl eine formal - syntaktische Entwicklung als auch die Herausbildung semantisch und in erster Linie propositional angereicherter Strukturen und Konstruktionen im Zeitverlauf herausgestellt. Der Verlauf kann darüber hinaus als graduell beschrieben werden. Vorsicht ist allerdings vor allem geboten bei einer allgemeinen Einordnung von Komplexitätsunterschieden, wie in diesem Abschnitt für verschiedene Strukturen diskutiert wurde.

2.2.2. Sprachliche Komplexitätsmaße

Die Vielzahl der insbesondere im Bereich psycholinguistischer Satzverarbeitungsforschung entwickelten Komplexitätsmaße (vgl. für einen Überblick Cheung und Kemper, 1992) lässt sich in Bezug auf zwei Aspekte klassifizieren.[59] Erstens kann für eine solche Klassifikation die zugrundeliegende Motivation zur Festlegung von Komplexitätsunterschieden oder -stufen durch ein Maß herangezogen werden, auch wenn teilweise verschiedene Aspekte einfließen. Ein einfaches Längenmaß, das davon ausgeht, dass mit einem Anstieg der Komplexität einer Äußerung gleichermaßen die Anzahl der Elemente (z. B. Morpheme) zunimmt, findet sich bei Browns (1973) **Mean Length of Utterance (MLU)** (siehe Abschnitt 2.2.2.2). Ebenfalls mit der Länge zusammenhängend, aber stärker syntaktisch orientiert und auf eine andere Einheit konzentriert, erhebt das **Mean Clauses per Utterance (MCU) - Maß** (Kemper et al., 1989) die Anzahl an Teilsätzen (z. B. Hauptsätze, subordinierte Sätze, Relativsätze) gemittelt über einen Text und wurde bereits vielfach zur Untersuchung der sprachlichen Komplexität in Relation zum Faktor Alter eingesetzt (siehe Abschnitt 2.3.1). Zwei Maße von **Yngve (1960)** und **Frazier (1985)** lassen sich aufgrund ihrer Herleitung von Komplexitätswerten über Phrasenstrukturen und Strukturbäume bspw. klar als syntaktisch - strukturelle Messinstrumente bezeichnen (siehe Abschnitt 2.2.2.1). Sowohl die Frequenz in der Erwachsenensprache

[59] Eine vertiefte Betrachtung der unterschiedlichen Maße ist vor allem in Hinblick auf die Methodik der empirischen Teile der vorliegenden Arbeit von großer Relevanz.

als auch die Frequenz und Reihenfolge des Erwerbs von Konstruktionen oder Strukturen in der Sprache von Kindern ist Motivation für Maße wie die **Directional Complexity (DC)** von Botel und Granowsky (1972) oder das **Developmental Level (DL)** nach Rosenberg und Abbeduto (1987) (siehe Abschnitt 2.2.2.2), das einen eindeutigen Ursprung im Spracherwerb hat.

Die DC kann darüber hinaus als Beispiel eines Maßes angeführt werden, das auf unterschiedlichen Grundlagen für die Komplexitätseinstufung basiert, wobei diese Basisannahmen nur sehr unspezifisch von Botel und Granowsky (1972: 514) angegeben werden. Neben der Orientierung am Spracherwerb spielen für sie sowohl experimentelle Erkenntnisse als auch rein intuitive Annahmen zur Komplexität von Strukturen eine Rolle. Außerdem wird hier eine klare Ausrichtung an der Theorie der Transformationsgrammatik, die in älteren Ansätzen häufig verfolgt wurde, deutlich gemacht.[60] Aufgrund dieser vielseitigen Motivation, soll die **Anwendung der DC zur Komplexitätsbestimmung** bereits hier beispielhaft vorgestellt werden.[61] Botel und Granowsky (1972) legen auf Basis der angegebenen Argumente ein Klassifikationssystem von 0 - 3 Punkten für die Bewertung bestimmter Strukturen in einer Äußerung fest. Bspw. erhalten nach Botel und Granowsky (1972: 515f.) einfache Subjekt - Verb - Objekt - Strukturen keinen Punktwert, während u. a. das Auftreten von Nomen modifizierenden Adjektiven oder Präpositionalphrasen sowie anderen modifizierenden Strukturen wie Adverbialen eine Komplexitätsstufe höher liegt und bei jedem Vorkommen einen Punkt zur Gesamtwertung beiträgt. Wie oben erwähnt, stuft die DC u. a. Passivstrukturen und subordinierte Teilsätze ganz allgemein auf der zweithöchsten Komplexitätsebene ein. Sätze, die an der Subjektsposition eines Satzes vorkommen, erhalten z. B. den höchsten Wert der Skala (3 Punkte). Für jeden Satz bzw. jede Äußerung kann auf diese Weise die Summe der Komplexitätswerte bestimmt werden. Zwar wurde die Klassifikation des DC - Maßes für das Englische entwickelt und weist an einigen Stellen nicht ganz eindeutige Definitionen auf, dennoch kann dessen Anwendung für die drei Beispiele in (12) oben (S. 85) gezeigt werden: Alle drei Sätze haben die gleiche Länge von 10 Wörtern. Die zwei in (a) mit „und“ koordinierten einfachen Sätze würden nach

[60] Z. B. Mehler und Miller (1964: 295) vertreten die Annahme, dass nicht - obligatorische syntaktische Regeln, sogenannte „optional transformations“, einfache affirmative, deklarative Kernsätze im Aktiv in passivierte, negativierte und/oder interrogative Alternativen überführen können. Die Annahme solcher Transformationsschritte und einer damit einhergehenden Erhöhung der Komplexität einer Äußerung ist jedoch sehr umstritten und wird mittlerweile übereinstimmend abgelehnt (vgl. Brown, 1973; Branigan et al., 1995).

[61] Siehe zur Verwendung des Maßes in den Empirieteilen der vorliegenden Arbeit Abschnitt 4.3.2.

der Einteilung von Botel und Granowsky (1972) keine Punkte erhalten, was einen DC - Wert von 0 für diesen Satz ergibt. Durch die Anreicherung mit zwei Nomen modifizierenden Adjektiven, die den Wert 1 zugewiesen bekommen, ebenso wie die (nicht durch „und“) koordinierte Konstruktion sowie eine Passivstruktur, die mit zwei Punkten bewertet wird, ergibt sich ein höherer DC - Wert für Satz (b) von 5. Im Gegensatz dazu erreicht Satz (c) einen etwas niedrigeren Wert von 4 durch drei mit einem Punkt zu wertende Adjektive und eine koordinierte Struktur. Folglich lässt sich trotz gleicher Länge insbesondere zwischen dem Satz (a) und den beiden Sätzen (b) und (c) ein Komplexitätsunterschied in diesem Maß festhalten.

Die Möglichkeit der Ableitung von Komplexitätseinordnungen aus umfassenden und eigens für diesen Bereich entwickelten Theorien zur Sprachverarbeitung findet sich besonders ausgeprägt bei **Hawkins' (1994)** „Performance“ - Theorie und in **Gibson (1998, 2000)**, der eine Modellierung von Komplexitätsunterschieden über Arbeitsgedächtniskosten in Abhängigkeit von Entfernungen zwischen Elementen und Dependenzverhältnissen verfolgt (siehe Abschnitt 2.3.3). Im starken Gegensatz zu allen erwähnten Messinstrumenten, die sich als syntaktische Komplexitätsmaße bezeichnen lassen, steht die sogenannte **propositionale Dichte (PD)** oder auch **Ideendichte (ID)**, die auf Erkenntnissen von Kintsch und Keenan (1973) basiert und deren Anwendungsrichtlinien zuerst von Turner und Greene (1977) definiert wurden (siehe Abschnitt 2.2.2.3). Hierbei handelt es sich, wie oben erwähnt, um ein inhaltsbezogenes Vokabularmaß. Die Relevanz der Einheit Proposition für die vorliegende Arbeit wurde oben bereits betont, ebenso wie die Unterteilung der Maße in die Bereiche syntaktische und semantische Komplexität.

Als zweite Möglichkeit zur Einordnung von Komplexitätsmaßen kann der Fokus darauf gelegt werden, welchen Aspekt sprachlicher Komplexität genau die entsprechenden Instrumente erheben. Eine gute Orientierung bietet hierbei die Arbeit von Cheung und Kemper (1992), die elf psycholinguistische Komplexitätsmaße mit einer klaren Definition der Vorgehensweise aus der Literatur herausgefiltert und in Bezug auf die Möglichkeiten zur Abbildung von Altersgruppenunterschieden verglichen haben. Letztendlich bringen die Autoren auf Basis ihrer Ergebnisse unterschiedliche Faktoren oder Komplexitätsaspekte mit den jeweiligen Maßen in Verbindung. Nach Cheung und Kemper (1992: 72) bietet die MLU ganz grundsätzlich die Möglichkeit zur Bestimmung der **Länge** einer Äußerung, wobei diese Eigenschaft Einfluss auf die anderen Maße ausüben könne, die MCU soll das **Ausmaß an Einbettung und Subordination** messen, während die beiden Maße DL und DC eher als sensitiv für **unterschiedliche Arten der Einbettung bzw. Subordination** bezeichnet

werden. Die beiden Maße von Yngve (1960) und Frazier (1985) nehmen für Cheung und Kemper (1992: 73) eine besondere Stellung ein, da sie ihrer Auffassung nach die Komplexität eines Satzes **direkt und umfassend** quantifizierbar machen: „Linguistic complexity can be measured directly by computing either Yngve Depth metric or either Frazier count. These measures are sensitive to variation in length, amount of embedding, and type of embedding."

Vor der Vorstellung weiterer Maße ist abschließend noch einmal zu betonen, was das allgemeine Ziel der Komplexitätsmaße ist bzw. welche Funktion sie in der psycholinguistischen Forschung erfüllen. Wie oben bereits angemerkt, können unterschiedliche Instrumente verwendet werden, um konstruiertes experimentelles Material bezüglich verschiedener Komplexitätsniveaus einzuordnen. Z. B. wurden in der Studie von Kintsch und Keenan (1973) zur psychologischen Realität der semantischen Einheit Proposition u. a. Sätze gebildet, die unter Beibehaltung der Wortanzahl ein variierendes Ausmaß an Propositionen und damit eine abweichende propositionale Dichte aufwiesen. Insbesondere besteht jedoch die Möglichkeit von Probanden produzierte Sprachbeispiele in Bezug auf deren Komplexität zu bewerten. Viele der von Kemper et alia durchgeführten Studien (siehe Abschnitt 2.3) weisen eine solche Herangehensweise auf.

In den folgenden Abschnitten sollen nun unterschiedliche psycholinguistische Ansätze zur Begründung von Komplexitätsunterschieden und Herleitung verschiedener Maße vorgestellt werden. Der erste Abschnitt wird sich auf strukturelle Ansätze konzentrieren, der zweite beschäftigt sich mit aus Erkenntnissen zum Spracherwerb abgeleiteten Analyseinstrumenten und der dritte fokussiert sich auf das inhaltsbezogene Maß der ID.

2.2.2.1. Strukturelle Ansätze Aufgrund der Tatsache, dass die „Yngve Depth" nach Yngve (1960) und der „Frazier Node Count" von Frazier (1985) direkte Ableitungen von Komplexitätswerten aus Phrasenstrukturanalysen verfolgen, sollen die beiden Maße kurz vorgestellt und kritisch betrachtet werden. Die **Yngve Depth (YD)** als früheres der beiden Maße entwickelte Yngve (1960) auf Basis seines eigenen, im selben Artikel vorgestellten Sprachproduktionsmodells. Aus dem Komplexitätsmaß leitet er schließlich ab, welche Strukturen in Sprachen vorkommen sollten bzw. welche eher weniger und überprüft die Umsetzung der Annahmen des Modells. Yngves (1960: 444) Ausgangsbeobachtung bezieht sich darauf, dass Sprachen insbesondere auf Satzebene eine auffällige Art von Komplexität aufwei-

sen „with little or no apparent function“.[62] Zwei ausschlaggebende Annahmen, die er zu seinem Sprachproduktionsmechanismus macht, sind, dass die Planung von Wörtern inkrementell stattfinden und deren Produktion zeitlich aufeinanderfolgend bzw. entsprechend dem geschriebenen Englisch „in left - to - right order“ ablaufen soll (Yngve (1960): 445). Die Basis bildet als zweiter Bestandteil des Modells eine Grammatik, auf die zugegriffen wird und die Konstituentenstrukturregeln für eine bestimmte Sprache bereitstellt.[63] Die Herleitung des Komplexitätsmaßes ergibt sich auch hier aus der Annahme, dass es eine Arbeitsgedächtnisbeschränkung (siehe Abschnitt 2.3.3) gibt. Durch die Berechnung der „Tiefe“ (engl. *depth*), mit der lexikalische Items in einen Phrasenstrukturbaum eingebettet sind, lässt sich nach Yngve (1960: 450) der maximal anfallende Speicherungsaufwand eines Satzes über den höchsten Wert ($\mathrm{D} = d_{max}$) bestimmen: „We call D the depth of the sentence. It is the amount of temporary memory needed to produce that sentence.“

Um zu veranschaulichen, wie variierende Tiefenwerte letztendlich aus der Baumstruktur abgeleitet werden, eignen sich die Beispielsätze in (12) nicht so gut, da es kaum Unterschiede in der YD gibt (siehe deren Analyse im Anhang A.1).[64] Das liegt sicherlich und unter anderem daran, dass Yngve (1960) mit seinem Maß auf die Herleitung bestimmter Komplexitätsunterschiede hingearbeitet hat. Dazu zählen links- versus rechtsverzweigende Satzstrukturen, was durch eine Analyse der beiden Beispiele in (9) (S. 76) deutlich wird (siehe Abbildungen unten; beide Sätze wurden zur Veranschaulichung auf die gleiche Wortanzahl gebracht).[65] Für die Ableitung der YD eines Satzes muss zuerst ein Phrasenstrukturbaum aufgebaut werden. Dabei erweist sich die Entscheidung für eine bestimmte theoretische Grundlage als problematisch, da die YD stark davon abhängig ist. Vorhandene Abzweigungen eines jeden Knotens werden dann von rechts nach links mit einem Wert von 0 aufsteigend versehen. Hauptsächlich die Frage, ob nur binäre Verzweigungen möglich sind, hat Auswirkungen auf die endgültigen Tiefenwerte, denn eine Mehrfachverzweigung

[62] In Kapitel 2.1 wurde gezeigt, dass auch im Bereich der typologischen Diskussion des Komplexitätskonzepts auf die Frage der Funktionalität oder Notwendigkeit eingegangen wird.

[63] Nur durch eine Ergänzung des originalen Mechanismus, die den Umgang mit diskontinuierlichen Konstituenten einbezieht, ist das Modell für Yngve (1960: 448f.) passend.

[64] Interessanterweise steht das im Gegensatz zu den beiden bisher für beispielhafte Komplexitätsanalysen herangezogenen Maßen ID und DC, in denen Unterschiede offensichtlich werden.

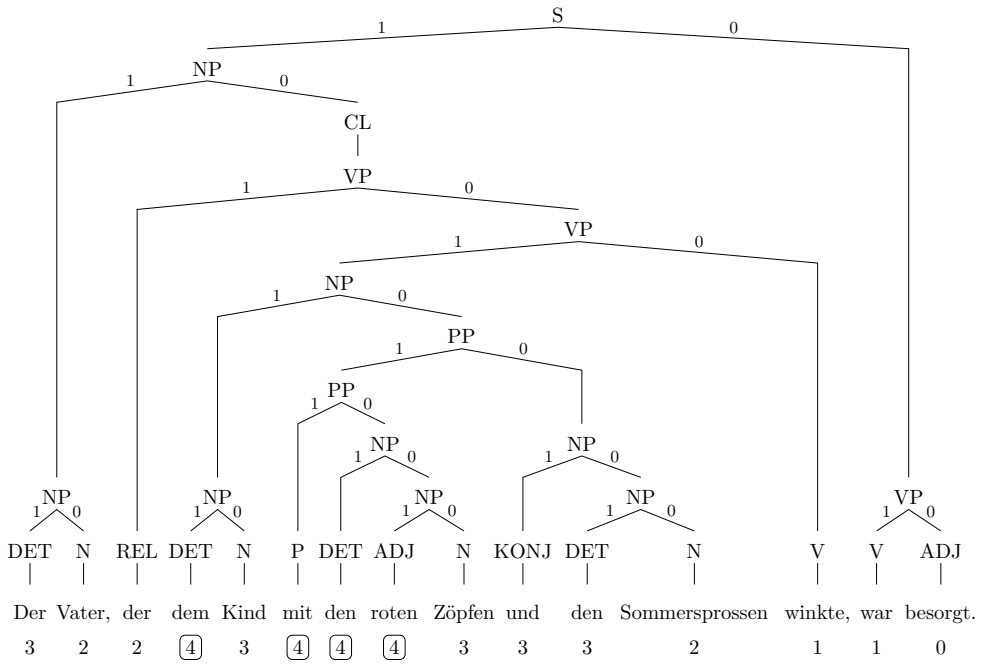
[65] Die Analyse für das ebenfalls syntaktische Komplexitätsmaß MCU nach Kemper et al. (1989) würde für die Sätze in (9) und (12) denselben Wert von zwei Teilsätzen pro Äußerung ergeben. Es muss allerdings beachtet werden, dass die MCU ähnlich wie verschiedene andere Maße als gemittelter Wert über einen ganzen Text definiert ist. Für Vergleiche von einzelnen Sätzen ist die MCU basierend auf ihrer Ausrichtung auf eine größere sprachliche Einheit deshalb nicht sensitiv.

erhöht diese nach links hin automatisch. Z. B. Frazier (1985) und Cheung und Kemper (1992) lehnen eine solche Einschränkung auf binäre Verzweigungen ab. Bspw. würde der Satz *Der Clown schenkte dem Kind einen Lolli.* bei einer nicht - binären Struktur direkt zu Beginn des Satzes eine erhöhte Tiefe aufweisen, weil die erste Verzweigung den Wert 2 erhalten müsste. Da Yngve (1960: 454) für eine Präferenz von „binary rules“ in Sprachen argumentiert, wird die folgende (mögliche) Analyse mit binären Verzweigungen durchgeführt. Die Werte über einem terminalen Knoten werden schließlich summiert, was für jedes lexikalische Item den Tiefenwert „d“ ergibt. Nun kann sowohl der Maximalwert „D“ ausgewählt, als auch ein Gesamtwert des Satzes durch Summierung aller Tiefenwerte errechnet werden.

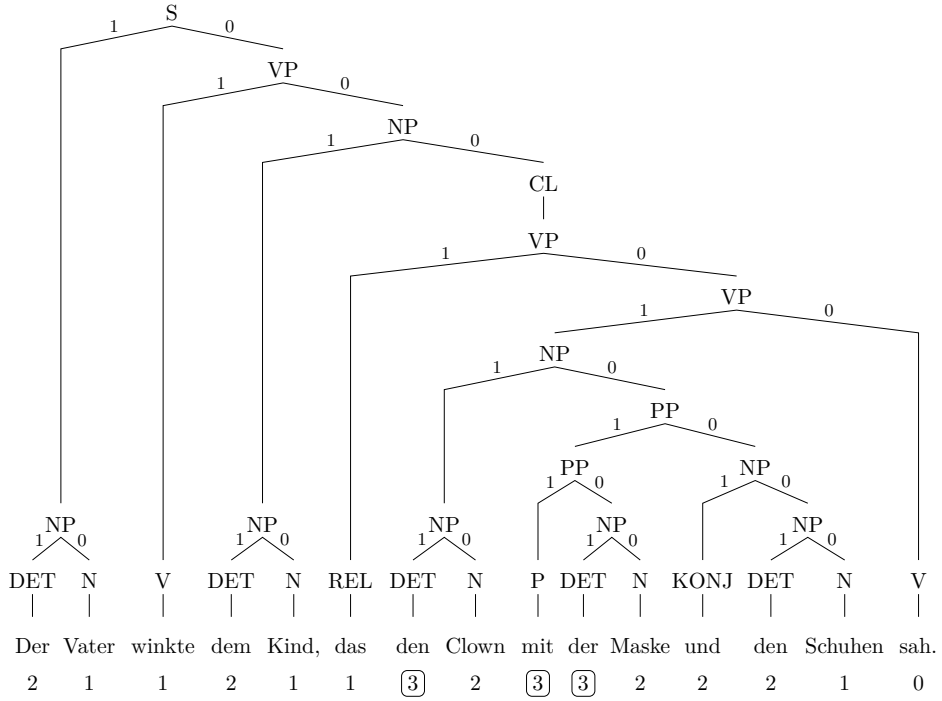
Die Struktur des Beispielsatzes (a) führt aufgrund der höheren Werte für Verzweigungen nach links zu erhöhten Tiefenwerten im Relativsatz, der direkt zu Beginn des Satzes zum Subjekt des Hauptsatzes eingebettet ist. An verschiedenen Punkten werden Maximalwerte von 4 verzeichnet. Im Gegensatz dazu führt die in Teilen rechtsverzweigende Struktur bei Satz (b) in der hier gewählten Analyse dazu, dass sich für drei terminale Elemente im Relativsatz, der erst final an das Objekt des Hauptsatzes angehängt wird, punktuell nur der maximale Wert von 3 aufsummiert.

Die Bedeutung des Maximalwerts definiert Yngve (1960) schließlich über die Annahme, dass die Überschreitung einer bestimmten, beschränkten Arbeitsgedächtniskapazität, die er aus vorherigen Untersuchungen ableitet, durch die Tiefenwerte in der Sprachproduktion nicht vorkommen sollte: „[. . .] the sentences actually used in the spoken language have a depth that does not exceed a certain number [. . .] equal or nearly equal to the span of immediate memory (presently assumed to be 7 + 2).“ Die Summe aller Tiefenwerte kann einen Unterschied zwischen den beiden Strukturen ebenfalls verdeutlichen: Satz (a) weist einen Gesamtwert von 39 auf im Gegensatz zur Summe für Satz (b) von nur 26. Dieser Komplexitätsunterschied in der YD zwischen Links- und Rechtsverzweigungen hat nach Yngve (1960: 456) umgekehrt Konsequenzen für mögliche Strukturen in einer Sprache: „Whereas there is a limit to the number of regressive steps in a sentence [. . .], there is no grammatical limit to the number of progressive steps that can be taken by means of coordination.“ Eine Erhöhung der YD und damit der Tiefe wird dementsprechend bei früh bzw. zentral eingebetteten Strukturen (wie im Beispiel bei solchen, die das Subjekt des Hauptsatzes relativieren) angenommen. Das bedeutet, dass Konstituenten mit einer potenziell höheren Tiefe am besten später (zum Ende des Satzes hin) eingebettet sein sollten.

(9) (a) YD - Analyse für den linksverzweigenden Satz: D = 4, Summe YD = 39



(b) YD - Analyse für den rechtsverzweigenden Satz: D = 3, Summe YD = 26



Beim **Frazier Node Count (FNC)** wird eine andere Ausgangsmotivation vorausgesetzt. Die Entwicklung eines Komplexitätsmaßes, das sich im Gegensatz zu Yngves Ansatz hauptsächlich auf Erkenntnisse zum Sprachverstehen und nicht auf einen Übersetzungsmechanismus stützt, steht für Frazier (1985: 129) im Vordergrund.[66] Dennoch nimmt Frazier (1985: 129) wie Yngve (1960) an, dass Sprachen Konsequenzen aus dem Zusammenspiel zwischen Komplexität und Verarbeitung ziehen: „[...] grammars tend to avoid generating sentences that are extremely difficult to process." Diese Beobachtung basiert zudem wiederholt auf der Annahme einer Überschreitung der „normal limits on human memory and processing capacity" (Frazier, 1985: 133). Für unambige Sätze wird schließlich aus der Kritik an insbesondere Yngves Ansatz, aber unter Beibehaltung einiger grundlegender Ideen der FNC definiert.[67] Dazu zählt zum einen die Ablehnung der Präferenz für binäre Verzweigungen und die angesprochene starke Beeinflussung des Maßes dadurch. Nach Frazier (1985: 153) ist eine solche Annahme nicht haltbar, da eine Präferenz hin zu multiplen Verzweigungen für sie in der Literatur überwiegt.[68] Darüber hinaus wird die Konzentration der Komplexitätsdefinition auf den Unterschied zwischen links- und rechtsverzweigenden Strukturen abgeschwächt. Z. B. führt Frazier (1985: 154) dazu an, dass trotz der Möglichkeit von Rechtsverzweigungen viele Sprachen zu einem Großteil Linksverzweigungen aufweisen: „If it is true that left - branching per se leads to considerable perceptual complexity, this fact becomes difficult to explain [...]." Zudem ergebe sich aus der Bestimmung der maximalen Tiefe eines einzelnen lexikalischen Items über im Satz darauffolgende Strukturen die Problematik, dass an einem solchen Punkt mehrere strukturelle Optionen zur Verfügung stehen und keinesfalls festgelegt sein müssen: „The number of branches is at most locally determinate or unambiguous even in the case of sentence production" (Frazier, 1985:

[66] Das überrascht nicht, da das Maß ähnliche Annahmen zugrunde legt, wie sie später im von Frazier (1987) entwickelten und in Absatz 2.2.1.2 angeführten Ansatz zum Sprachverstehen vertieft werden.

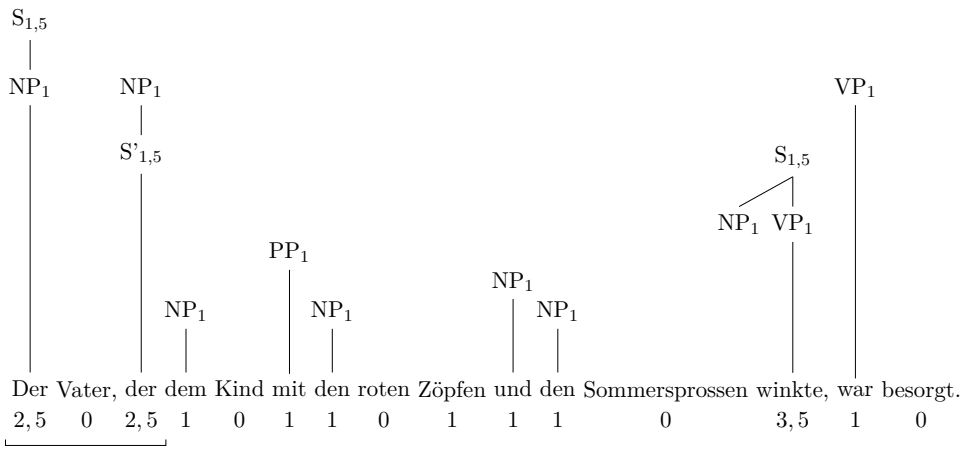
[67] Wie in Abschnitt 2.2.1.2 bereits dargestellt, beinhaltet die Theorie von Frazier zum Sprachverstehen ein Komplexitätsmaß, das sich auf die Verarbeitung ambiger Strukturen stützt. Den Einfluss von Ambiguität auf die Satzverarbeitungskomplexität schätzt Frazier (1985: 135ff.) als eher gering ein, da entsprechende Strukturen häufig dennoch zu finden sind. Dem gegenüber steht für Frazier (1985: 145ff.) Komplexität, die sich alleine aus Wortstellungsvariationen ergibt und Einfluss auf die Frequenz unterschiedlicher Anordnungen in einer Sprache ausübt. Diese Argumentation ist im Gegensatz zum Ansatz von Gibson (1998, 2000) zu sehen, der die Komplexität, die sich aus Wortstellungsvariationen ergeben kann, missachtet (siehe Abschnitt 2.2.1.2).

[68] Um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wählen Cheung und Kemper (1992) auch für die Erhebung der YD eine Analyse, die Mehrfachverzweigungen zulässt.

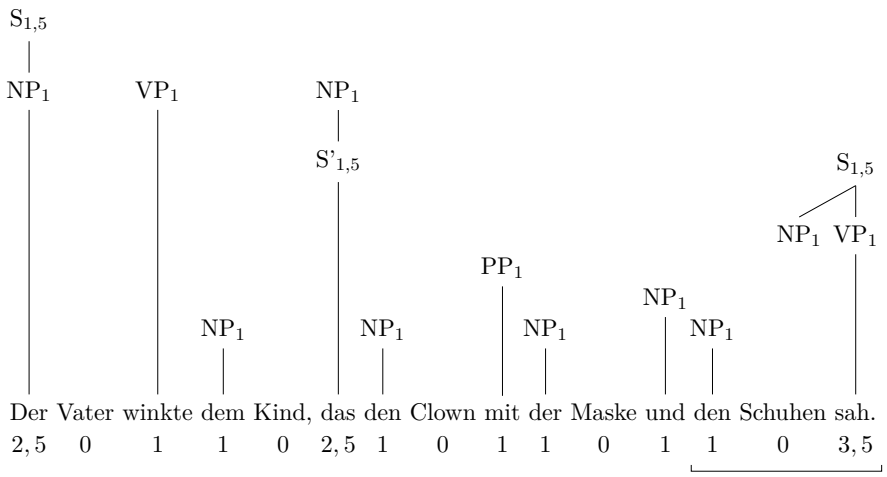
155). Im Gegensatz zu Yngves (1960) Modell mit einem inkrementellen Produktionsmechanismus, der Wort für Wort von links nach rechts arbeitet, wird hier eine punktuelle Anhäufung von „Arbeitsgedächtnisanforderungen“ durch Abspeicherung folgender Strukturen verhindert (vgl. Cheung und Kemper (1992): 55). Motiviert u. a. aus diesen Kritikpunkten basiert der FNC auf einer Berechnung der nicht-terminalen Knoten eines Baumes über einem lexikalischen Item. Phrasenknoten tragen dabei einen Wert von 1 zur Komplexitätsbewertung bei, während Satz- und Teilsatzknoten etwas höhere Werte von 1,5 erhalten, sodass die summierte Tiefe eines lexikalischen Items entsprechend von diesen nicht-terminalen Knoten abhängt. Außerdem wird nur dann, wenn adjazent zu einem terminalen Knoten mit einem hohen Wert ebenfalls tiefer eingebettete lexikalische Items auftreten, eine stärkere Komplexität angenommen: „[...] clusters of nonterminals that are warranted by adjacent words in the input seem to contribute more to the complexity of a sentence than do the same nonterminals when they are spread out over (nonadjacent) words in the input“ (Frazier, 1985: 159). Daraus ergibt sich ein Fenster von drei Wörtern, über das der maximale FNC und die Komplexität eines Satzes bestimmt wird.

Die Beispielsätze in (12) zeigen auch im maximalen FNC keinen Unterschied (siehe Anhang A.2). Ein Vergleich der Gesamtsumme an FNCs ist bei Frazier (1985) nicht direkt vorgesehen, wird jedoch in Cheung und Kemper (1992) zur Gegenüberstellung der beiden Maße auf dieselbe Weise wie bei der YD berechnet. Für die Beispielsätze (12) ergibt sich bei diesem Maß ebenfalls nur ein geringer Unterschied (nur Satz (c) wird um einen Punkt höher bewertet). Im Folgenden wird deshalb auch die FNC-Analyse für den Vergleich zwischen den links- und rechtsverzweigenden Sätzen in (9) exemplarisch aufgezeigt:

(a) FNC-Analyse für den linksverzweigenden Satz: FNC = 5, Summe FNC = 15,5



(b) FNC - Analyse für den rechtsverzweigenden Satz: FNC = 4,5, Summe FNC = 15,5



Im Gegensatz zur YD ergibt die abweichende Berechnung der Komplexitätswerte, wie von Frazier vorgesehen, keinen bemerkenswerten Komplexitätsunterschied zwischen den Satzstrukturen. Das Vorhandensein von Linksverzweigungen hat folglich keinen automatischen Einfluss auf die Komplexität in diesem Maß.

Kritisch zu sehen ist beim FNC wie bei der YD die starke Abhängigkeit des Maßes von grundlegenden theoretischen Entscheidungen zur Phrasenstruktur eines Satzes zusätzlich zu Annahmen bezüglich der Sprachverarbeitung. Hawkins (1994: 33) schätzt das Potenzial des Frazier - Maßes, Komplexitätsunterschiede für Strukturen, die empirisch gezeigt werden konnten, vorherzusagen, als zu gering ein. Eine Problematik liegt für ihn in der Missachtung einiger nicht - terminaler Knoten, die außerhalb eines drei - Wort - Fensters über anderen lexikalischen Items liegen, aber Wörter innerhalb des betreffenden Fensters ebenso beeinflussen: „These non - terminal nodes *are* relevant for the processing of terminals, and their number purportedly determines the degree of complexity“ (Hawkins (1994): 34).

Zusammenfassend kann für die vorgestellten strukturellen Komplexitätsmaße festgehalten werden, dass die starke Abhängigkeit von der Entscheidung für eine bestimmte theoretische Grundlage sowie die Annahmen zur Berechnung der Werte, die die Schwierigkeit und damit Komplexität eines Satzes repräsentieren sollen, kritisch zu sehen sind. Das steht im Gegensatz zur von Cheung und Kemper (1992) vertretenen Einordnung der beiden Maßen. Zusätzlich zum Analyse - Aufwand kann über die oben vorgebrachte Kritik jedoch direkt die Entscheidung begründet werden, in den empirischen Teile der Arbeit diese Komplexitätsmaße nicht heranzuziehen.

2.2.2.2. Ableitungen aus dem Spracherwerb In Abschnitt 2.2.1.3 wurde deutlich, dass unterschiedliche Aspekte des kindlichen Spracherwerbs das Potenzial besitzen, Komplexitätsunterschiede zwischen Äußerungen auszuweisen. Fehler, die in der Kindersprache bei manchen Merkmalen oder Strukturen im Vergleich zur Erwachsenensprache auftreten, werden bspw. zur Begründung von Komplexitätsstufen herangezogen. Darüber hinaus ist neben der Erwerbsreihenfolge interessant, mit welcher Frequenz bestimmte Konstruktionen in der Kindersprache auftreten (vgl. die DC von Botel und Granowsky, 1972). Solche Beobachtungen können als Basis etablierter Komplexitätsmaße aus dem Bereich der psycholinguistischen Satzverarbeitungsforschung angeführt werden. Trotz der Ableitung aus Annahmen zum Spracherwerb wurden die Maße letztendlich nicht nur zur Untersuchung der Sprachentwicklung von Kindern (mit normalem oder gestörtem bzw. verzögertem Verlauf) verwendet, sondern in unterschiedlichen Studien zur Erhebung der verbalen Fähigkeiten Erwachsener eingesetzt (z. B. Cheung und Kemper, 1992; Snowdon et al., 1996; Kemper et al., 2001a; Kemper und Sumner, 2001). Deshalb sind diese Maße auch für die vorliegende Arbeit interessant.

Das bekannteste, da u. a. sehr einfach zu erhebende Komplexitätsmaß, die **Mean Length of Utterance in Morphemen (MLUm)**, geht vor allem auf Browns (1973) Arbeit zurück. Dabei handelt es sich, wie berichtet, um ein Satzlängenmaß, das die mittlere Anzahl an Morphemen mehrerer Äußerungen angibt. Für die drei Beispielsätze (12) mit gleicher Länge in Wörtern sieht die grundlegende Analyse der Morphemanzahl folgendermaßen aus:

(a) *Der Clown er · schreck · t · e das Kind und der Vater war be · sorg · t.*
15 Morpheme

(b) *Das rot · haar · ig · e Kind wurd · e er · schreck · t, während der be · sorg · t · e Vater wink · t · e.*
21 Morpheme

(c) *Klein · e Kind · er er · schrak · en vor groß · en Clown · s, während be · sorg · t · e Väter wink · t · en.*
21 Morpheme

Die Quantifizierung der Äußerungslänge über die linguistische Einheit des Morphems wird von Brown (1973: 53) aus der allgemeinen Feststellung motiviert, dass „almost every new kind of knowledge increases length“. Zu den Strukturen, die längere Äußerungen herbeiführen, zählt er zuerst einmal Modifikationen, aber ebenso

z. B. Koordinationen und Einbettungen, die mit fortschreitender Entwicklung zunehmen. Die Ausdehnung der Äußerungslänge und damit der MLU wird dementsprechend direkt einer Zunahme der Komplexität der kindlichen Äußerungen zugeschrieben. Eine der wichtigsten Aussagen von Brown (1973: 53ff.) zur MLUm, die die Bedeutung des Maßes zuerst einmal für die Sprachentwicklungsforschung oder auch für Sprachtherapeuten verdeutlicht, betrifft die bessere Vergleichbarkeit von Kindern hinsichtlich deren MLU im Gegensatz zum chronologischen Alter. Eine wichtige Einschränkung ist jedoch nach Brown (1973: 53, 158) dass ab einem Alter von 4 Jahren der direkte Zusammenhang zwischen MLU und tatsächlicher grammatischer Komplexität kindlicher Äußerungen nicht länger besteht und das Maß insofern seine Aussagekraft verliert (vgl. Miller und Chapman, 1981).[69]

Neben der Untersuchung des normalen Sprachentwicklungsverlaufs von Kindern, lässt sich die MLU darüber hinaus auch für Untersuchungen mit sprachentwicklungsgestörten Kindern einsetzen. Z. B. Bishop und Adams (1990) haben die verbalen Fähigkeiten, u. a. die MLU, von vierjährigen Kindern mit einer solchen Beeinträchtigung in Relation zu ihren Lesefähigkeiten mit 8 1/2 Jahren gesetzt.[70] Damit stellt sich die MLU einerseits als geeignetes Maß zur Analyse der sprachlichen Entwicklung unterschiedlicher Populationen von Kindern heraus. Andererseits deutet sich das Potenzial des Maßes als prädiktive Größe für die Entwicklung der erst im Verlauf der Kindheit erworbenen Lesefähigkeit an.

Zur Frage der Validität und Reliabilität der MLU als Maß der grammatischen Komplexität kann zusätzlich eine Studie von Scarborough et al. (1991) angeführt werden, die ebenfalls unterschiedliche Gruppen von sprachentwicklungsbeeinträchtigten Kindern einer Kontrollgruppe von normal entwickelten Kindern gegenüberstellten. Zudem wird ein weiteres Maß, das sie selbst zur Erhebung der Entwicklung morphologischer und syntaktischer Komplexität vorgeschlagen haben (der sogenannte „Index of Productive Syntax (IPSyn)“), mit der MLUm verglichen. Für alle Gruppen kann, wie bei Brown (1973) und Miller und Chapman (1981) ange-

[69] Über eine Analyse der sprachlichen Äußerungen verschiedener Kinder leitet Brown (1973) außerdem Erwerbsphasen ab, die über MLU - Grenzen definiert sind und als Richtlinien angesehen werden können. Die Erwerbsreihenfolge an sich wird für ihn dann über zwei Variablen, die semantische und grammatische Komplexität, bestimmt. Auch Miller und Chapman (1981: 154) beschreiben eine Zunahme der MLU von ca. 1,2 Morphemen im Jahr für ihre Stichprobe.

[70] Bishop und Adams (1990: 1041) halten zu den Ergebnissen ihrer Studie fest, dass die MLU der Kinder mit 4 1/2 Jahren unter verschiedenen Tests der verbalen Fähigkeiten am besten die späteren Lesefähigkeiten voraussagen kann: „The strongest and most consistent 4 1/2 - year old predictor of subsequent reading ability is MLU.“

deutet, abgeleitet werden, dass die MLU in einem Bereich von ca. 1 bis 4 1/2 Jahren die grammatische Entwicklung widerspiegelt. Über diese Zeit hinaus ist nach Scarborough et al. (1991: 23) jedoch für die Korrelation zwischen MLU und IPSyn ebenfalls festzuhalten: „MLU becomes less closely associated with grammatical development as linguistic proficiency increases." Die Kinder mit Sprachentwicklungsstörungen unterscheiden sich von den Kontrollen allerdings dahingehend, dass die MLU tendenziell höhere Komplexitätslevel suggeriert, als der Index der grammatischen Entwicklung für diese Gruppe misst, und das verstärkt, je älter sie werden.

Viele der im vorliegenden Kapitel zu Komplexitätsmaßen vorgestellten Instrumente sind dennoch nach Cheung und Kemper (1992: 56) direkt oder indirekt mit der Äußerungslänge verbunden. In ihrer Studie zu Sprachbeispielen von erwachsenen Sprechern zwischen 60 und 80 Jahren zeigt die MLU entsprechend dieser Annahme Korrelationen zu verschiedenen Maßen der syntaktischen Komplexität. Insofern halten Cheung und Kemper (1992: 69) auch für diese Gruppe von Sprechern „length, measured by MLU" als einen Faktor der „linguistic complexity" fest.[71]

Eine aktuellere Studie von Parker und Brorson (2005) geht wieder einen Schritt zurück und stellt die Frage, ob zumindest in Bezug auf das Englische die Bestimmung der mittleren Äußerungslänge über Morpheme, wie sie Brown (1973) begründet hat, tatsächlich notwendig ist oder ob eine Erhebung über die Anzahl an Wörtern vergleichbare Werte liefert und insofern ausreicht. Die Ergebnisse einer Untersuchung von 40 Transkripten normal entwickelter, Englisch sprechender Kinder deuten darauf hin, dass eine Gleichwertigkeit für die untersuchte Stichprobe durchaus anzunehmen ist: „MLUw can be used as effectively as MLUm as a measurement of a child's gross language development" (Parker und Brorson (2005): 365).[72]

Aus den vorgebrachten Erkenntnissen kann für eine Analyse der sprachlichen Komplexität, wie in den Empirieteilen der vorliegenden Arbeit verfolgt, geschlussfolgert werden, dass die MLU in Wörtern oder Morphemen ein leicht zu erhebendes

[71] Im Gegensatz dazu wird der in der Studie von Scarborough et al. (1991) verwendete IPSyn in Cheung und Kemper (1992) nicht als Instrument zur Erhebung der syntaktischen Komplexität definiert. Stattdessen gehen sie davon aus, dass es sich dabei um ein Inhaltsmaß handelt, das den „grammatical content of speech" (Cheung und Kemper (1992): 69) misst. Wie das Maß der ID wird auch der IPSyn nicht als Faktor sprachlicher Komplexität diskutiert im Gegenteil zu den anderen Maßen der syntaktischen Komplexität wie die DC oder das DL.

[72] Diese Aussage ist insofern ausdrücklich zu relativieren, da sich die Studie auf eine Untersuchung des Englischen mit einer geringeren morphologischen Struktur stützt.

Maß ist und auch bei Gruppen von erwachsenen Probanden oder Patienten eingesetzt werden kann. Dennoch sollte dessen Validität über die Korrelation mit einem anderen Maß der syntaktischen Komplexität kontrolliert werden (vgl. Scarborough et al., 1991; Cheung und Kemper, 1992). Wenn sich entsprechend positive Korrelationen zeigen, ist eine Interpretation der Ergebnisse trotz des Einsatzes über den kindlichen Spracherwerb hinaus und der sehr grundlegenden Definition über die Satzlänge zu verteidigen.

Das **DL - Maß** nach Rosenberg und Abbeduto (1987) leitet sich zwar ebenfalls aus Annahmen zu komplexen Strukturen im kindlichen Spracherwerb ab, wurde jedoch entgegen der MLU im Kontext einer Studie zu den kommunikativen Fähigkeiten leicht mental retardierter Erwachsener eingeführt. Ausschließlich komplexe Äußerungen der Probanden, insbesondere unterschiedliche Arten von Einbettungen oder koordinierte Satzstrukturen, sollen bei der Analyse dieses Maßes Beachtung finden und in Bezug auf ihr Komplexitätsniveau eingeordnet werden. Zur Grundlage dieser Einordnung ist wie bei der DC oben nur die allgemeine Anmerkung der Autoren zu finden, dass auf einige Erkenntnisse aus der Literatur zum Erwerb komplexer Sätze „normaler“ Kinder zurückgegriffen wurde (Rosenberg und Abbeduto (1987): 26). Covington et al. (2006: 1) spezifizieren die Idee der DL - Skala später folgendermaßen: „Perhaps the surest way to judge syntactic complexity is to observe the sequence in which children acquire the ability to use various types of sentences; the most complex sentence types, by definition, are those that children acquire last.“ Das Maß ermöglicht letztendlich eine Zuordnung komplexer Sätze auf sieben verschiedene Komplexitätsebenen, wobei es so konzipiert ist, dass die Komplexität zur siebten Stufe hin stetig ansteigen soll. Z. B. werden die bereits behandelten koordinierten Strukturen auf der zweitniedrigsten Ebene eingeordnet im Vergleich zu den ebenfalls erwähnten Relativsätzen, wobei unterschieden wird zwischen das Hauptsatzobjekt relativierenden Sätzen (Ebene 3) und das Hauptsatzsubjekt relativierenden Sätzen (Ebene 5). Das höchste Komplexitätslevel 7 umfasst Sätze, mit „more than one use of sentence combining in a given sentence“ (Rosenberg und Abbeduto (1987): 7). Die einzelnen Ebenen des Maßes sind in Anhang A.3 zu finden.

Für die Beispiele in (12) ergibt sich auf der DL - Skala ein recht starker Unterschied. Satz (a) kann als „sentence conjoined with a coordinating conjunction“ (Rosenberg und Abbeduto (1987): 26) klassifiziert und auf Level 2 eingeordnet werden. Entgegen dieser niedrigen Komplexitätsstufe bewegen sich die beiden Sätze (b) und (c) auf der zweithöchsten Ebene 6, da sie jeweils aus zwei durch eine subordinieren-

de Konjunktion verbundenen Sätzen aufgebaut sind. Das Beispiel zeigt sehr schön, dass bei diesem Komplexitätsmaß Unterschiede zwischen verschiedenen Arten der Satzverknüpfung eine übergeordnete Rolle spielen.[73]

Die Ergebnisse der Studie von Rosenberg und Abbeduto zeigen für ihre Stichprobe von nur 7 Probanden keine bemerkenswerten Unterschiede in der Verwendung komplexer versus einfacherer Strukturen, wie sie durch das Maß definiert sind. Der höchsten Ebene werden darüber hinaus am häufigsten Strukturen zugeordnet. Daraus leiten Rosenberg und Abbeduto (1987: 29f.) ab, dass die DL-Komplexität der untersuchten Gruppe keine auffälligen Muster, die mit der mentalen Retardation in Verbindung gebracht werden könnten, zeigt: „[...] mildly [...] mentally retarded individuals eventually reach a relatively high level of mastery of complex sentences, such that their sentence type usage is determined more by situational requirements and personal styles than by developmental complexity.“ Zusätzlich kann in Bezug auf einen zweiten Aspekt kritisch hinterfragt werden, ob das DL-Maß zur Untersuchung der sprachlichen Komplexität bei Erwachsenen überhaupt eingesetzt werden kann. Das siebte Level des Maßes produziert bei einer Anwendung auf die Äußerungen Erwachsener äußerst undifferenzierte Ergebnisse. Entsprechend ist bei einem frequenten Auftreten von Sätzen, die diesem Level zuzuordnen sind, weniger Trennschärfe zu erwarten. Das letzte Zitat von Rosenberg und Abbeduto (1987) gibt jedoch erste Hinweise, dass dem Maß andere Einsatzmöglichkeiten zugesprochen werden. Eine Relation zu individuellen oder außersprachlichen Faktoren, die nicht zwingendermaßen einen entwicklungstheoretischen Hintergrund haben, sollte nach den Autoren – trotz der Motivation aus dem Spracherwerb – in Erwägung gezogen und überprüft werden. Das wurde in der Studie von Cheung und Kemper (1992) in Hinblick auf die Faktoren Alter und individuelle Unterschiede untersucht sowie bspw. im Rahmen der Nonnenstudie (z. B. Snowdon et al., 1996; Kemper et al., 2001a) bezüglich der Relation zur neurokognitiven Erkrankung Demenz/ Alzheimer verfolgt.[74]

Um die Anwendbarkeit der DL-Skala für natürliche Spontansprache zu verbessern, wurde sowohl von Cheung und Kemper (1992) als auch Covington et al. (2006)

[73]Es ist anzumerken, dass beim DL-Maß zwar einerseits die oben als kritisch bewertete allgemeine Einordnung von Passivstrukturen auf einer höheren Komplexitätsstufe vermieden wird, obwohl Argumente für die inkorrekte Annahme teils im Spracherwerb zu verorten sind. Das kann als Vorteil des Maßes bezeichnet werden. Andererseits wird die Bestimmung der Komplexität stark auf die Bewertung von Satzverknüpfungen beschränkt und lässt tiefere Ebenen der Satzstruktur außer Acht.

[74]Siehe dazu die Abschnitte 2.3.1 und 2.3.2.

eine Ebene 0 ergänzt, auf der einfache Sätze eingeordnet werden können und die eine Klassifikation aller vollständigen Sätze (nicht nur spezifisch der komplexen Strukturen) ermöglicht (siehe zur angepassten Skala Anhang A.3).[75] Darüber hinaus nehmen sie einige weitere Änderungen vor, die sowohl die Einbeziehung von vorher unberücksichtigten Strukturen (z. B. Raising - Konstruktionen) als auch eine Vertauschung der Ebenen 5 und 6 umfassen. Dies kann nach den Autoren die Reliabilität des Maßes erhöhen und bezieht aktuellere Erkenntnisse der psycholinguistischen Forschung ein (Covington et al. (2006): 1). Zusätzlich wird festgelegt Sätze ausschließlich auf Ebene 7 einzuordnen, wenn unterschiedliche Arten der Einbettung auf den Ebenen 1 bis 6 zu finden sind.

Letztendlich ist festzuhalten, dass der DL - Skala aufgrund ihres Einsatzes in vielen Studien, die sich mit der Komplexität in natürlichen Sprachproben von Probanden oder Patienten beschäftigen (siehe unten), eine besondere Stellung unter den in der Psycholinguistik verwendeten Maßen zukommt. Die leichte Verbesserung der Reliabilität, die Anpassung an aktuellere Erkenntnisse und die vorgenommenen Spezifikationen sprechen dafür, das Maß von Covington et al. (2006) für eine Analyse vorzuziehen. Insofern erweist sich die Skala zusammen mit der MLU als zu beachtendes Maß, das nach Cheung und Kemper (1992) einen anderen Aspekt linguistischer Komplexität, die Art der Einbettung, abbildet und recht einfach zu erheben ist. Dennoch besteht insbesondere beim DL - Maß eine verstärkte Abhängigkeit von verschiedenen Annahmen, Hinweisen oder intuitiven Urteilen, welche Aspekte von Sprache zur Definition der syntaktischen Komplexität herangezogen werden sollten.

2.2.2.3. Ein inhaltsbezogenes Maß Die beiden vorangegangenen Kapitel haben zwei Arten von Komplexitätsmaßen gezeigt, die zur Erhebung unterschiedlicher Aspekte syntaktischer Komplexität herangezogen wurden. Im Gegensatz dazu entwickelte sich im Rahmen der Textverarbeitungs- und Leseforschung der 70er Jahre, angeführt durch Arbeiten von Walter Kintsch, ein Instrument, das die inhaltliche Anreicherung eines Textes mit Propositionen bzw. Ideen erhebt und insofern ein vokabulargestütztes Maß der Satzkomplexität darstellen kann (vgl. Van Dijk und Kintsch (1983): 120). In der Literatur sind dafür gleichermaßen die Begriffe **Ideendichte** („idea density“, ID) oder **Propositionsdichte** („propositional density“,

[75] Covington et al. (2006: 1) betonen, dass dies insbesondere dann notwendig ist, wenn ein Mittelwert über mehrere Äußerungen eines Probanden gebildet werden soll, da alle Sätze einen Wert erhalten.

PD) geläufig. Dass dieses Maß eine deutlich breitere theoretische sowie empirische Grundlage besitzt, zeigt die vielfältige Forschungslandschaft zur Herleitung und Bestätigung einer propositionalen Repräsentation des semantischen Gedächtnisses sowie zur darauf aufbauenden Operationalisierung und Anwendung in Hinblick auf verschiedene Fragestellungen. Insbesondere letztere Aspekte haben bis heute nicht an Aktualität verloren. Diese Bandbreite an Arbeiten zu Propositionen und der ID soll im Folgenden thematisiert werden.

Kintsch (1972, 1974) erarbeitete mit seinen Überlegungen zum **Inhalt des lexikalischen als Teil des semantischen Gedächtnisses** die Basis für das spätere Maß der ID. Das Ziel seiner Arbeiten war, einen Ansatz zur Repräsentation des semantischen Wissens herzuleiten, der dem Anspruch genügen sollte, empirisch überprüfbar zu sein und in gewissem Sinne eine psychologische Realität bei der Textverarbeitung widerzuspiegeln (vgl. Kintsch, 1974). Eine philosophisch hergeleitete, logische oder rein strukturell basierte Definition sollte außerdem abgelöst werden. Das Propositionskonzept geht über die Einheit „Wort“ hinaus und abstrahiert über die tatsächliche, finale Oberflächenrepräsentation eines Satzes. Stattdessen geht es um abstrakte kognitive Einheiten, bezeichnet als „Propositionen“ oder „Ideen(-einheiten)“ (z. B. Kintsch (1974): 5; Van Dijk und Kintsch (1983): 109 - 114). Sie sind im Gedächtnis abgespeichert, generalisiert über individuelle Erfahrungen desjenigen, der eine Sprache gelernt hat und verarbeitet (Kintsch (1974): 9). Die Möglichkeit einer generalisierten Repräsentation formuliert Kintsch (1974: 33) als großen Vorteil des Ansatzes: „Propositional representations have the advantage of greater generality and hence are the basis for the almost limitless richness of human thought processes.“ Sowohl bei Kintsch (1972) als auch in Chand et al. (2012b: 9) oder Farias et al. (2012: 679) wird die Definition von Propositionen explizit auf Phrasen- und Satzebene bezogen. Die Definition einer Ideeneinheit an sich erfolgt dann über ein relationales Konzept, das mit Argumenten ergänzt ist (vgl. Kintsch, 1972, 1974).[76] Diese sehr einfache Formel bezieht sich auf Wortkonzepte, die die Relation oder Argumente bilden können (Kintsch (1974): 12), und bietet darüber hinaus verschiedene Möglichkeiten der Zusammensetzung einer propositionalen Einheit. *Erstens* kann die Anzahl an Argumenten variieren je nach Relation, was Kintsch (1974: 12) als „multi - element units“ deklariert. *Zweitens* lässt sich die Relation an sich nach Kintsch (1972) durch unterschiedliche Konzepte ausfüllen, die grob in drei Kategorien klassifiziert werden: Sie kann durch Prädikate (über Verben, aber auch Nomen), Modifikatoren (z. B. Adjektive, adverbiale

[76] Eine Propositionsanalyse für Beispiel (12) wurde oben in Abschnitt 2.2.1.2 aufgezeigt.

Bestimmungen oder Negationen) oder Konnektoren (unter- oder nebenordnende) ausgedrückt werden. *Drittens* sind auch die Argumente insofern unbeschränkt, als dass sie sowohl durch Nomen, als auch andere Propositionen umgesetzt sein können. Dadurch ergibt sich eine weitere, bereits angesprochene Eigenschaft: Eine Liste von Propositionen, die einen Text repräsentieren, was entsprechend als „Textbasis“ bezeichnet wird (Kintsch, 1974), kann hierarchisch aufgebaut sein, da es übergeordnete und darin eingebettete Propositionen gibt. Nicht propositionaler Gehalt liegt z. B. in Tempus- und Modalitätsmarkern (insofern diese nicht direkt adverbial umgesetzt sind) oder Definit-/ Indefinitheit, die in der Oberflächenstruktur durch Demonstrativa ausgedrückt sein kann (vgl. Kintsch, 1972; spezifiziert in Kintsch (1974): 47 - 72).[77] Eine propositionale Einheit bezieht sich folglich auf eine sehr grundlegende, semantische Ebene. Andere Faktoren oder sprachliche Ebenen finden in den theoretischen Arbeiten zwar ebenfalls Beachtung, in Kintsch (1972: 248) und Kintsch (1974: 14f.) wird jedoch argumentiert, dass sie grundsätzlich losgelöst von der reinen propositionalen Textbasis zu sehen sind. Eine Abgrenzung in einerseits eine rein propositionale Repräsentation und andererseits Inferenzregeln (vgl. Kintsch (1974): 31 - 36), die darauf aufbauend arbeiten können, sieht bspw. Kintsch (1972) hinsichtlich des Speicheraufwands als „ökonomischer“ an.[78,79]

Die Frage, ob die theoretische Annahme eines auf propositionalen Einheiten aufbauenden semantischen Gedächtnisses in gewisser Weise eine **psychologische Realität** besitzt, wurde, wie in Abschnitt 2.2.1.2 erwähnt, schon 1973 von Kintsch und Keenan empirisch überprüft und von Van Dijk und Kintsch (1983: 41) schließlich als gegeben formuliert. Mittels eines einfachen Lesezeitexperiments leiteten Kintsch und Keenan (1973: 257) eine Verarbeitungszeit von ca. 1,5 Sekunden für jede zusätzliche Proposition ab und schlossen auf einen Effekt der Hierarchie strukturell über- und untergeordneter Ideen (erstere wurden besser erinnert als letztere) aus der Recall - Leistung (vgl. zu ähnlichen Ergebnissen Dixon et al., 1982; Kintsch et al., 1975). Kintsch et al. (1975) leiteten einen darüber hinausgehenden Faktor ab,

[77] Häufig ist die Begründung für die Annahme der nicht - Propositionalität dieser Strukturen, dass die entsprechenden Konzepte im Gedächtnis diesbezüglich bereits festgelegt sind. Durch bspw. den Kontext könne eine Ableitung solcher Eigenschaften erfolgen, ohne dass sie propositional repräsentiert sein müssen.

[78] Ein Nachteil dessen ist, wie Turner und Greene (1977: 1) festhalten, dass konversationeller Diskurs aufgrund der Abgrenzung von der pragmatischen Ebene eigentlich nicht mittels einer Propositionsanalyse untersucht werden sollte.

[79] Die Möglichkeit einer tieferen Repräsentationsebene, die primitive semantische Merkmale einbeziehen könnte, wird nicht nur aus dem Fokus genommen, sondern abgelehnt (Kintsch (1972): 249ff.; Kintsch (1974): 10ff., 250; Van Dijk und Kintsch (1983): 41).

der unter Kontrolle der Propositionsdichte Veränderungen in der Lesezeit, die für erinnerte Propositionen benötigt wird, hervorrief. Wenn sich die Wortkonzepte, die einzelne Propositionen in der Textbasis enthielten, stark voneinander unterschieden, wurde der Recall erschwert. Kintsch et al. (1975: 206) interpretieren das Ergebnis ähnlich, wie oben für andere Komplexitätsaspekte bereits beschrieben, nämlich dass neue Ideen eines erhöhten Verarbeitungsaufwands im Sinne von zusätzlich notwendigen Schritten der Abspeicherung bedürfen: „It is easier for readers to process and retain in memory a proposition that is built up from old, already familiar elements, than to process propositions which introduce new concepts into the text.“ Weitere Faktoren als die reine Dichte an Ideen können also zusätzlich einen Einfluss auf die Verarbeitung ausüben. Systeme zur Propositionsbestimmung bieten häufig bereits Möglichkeiten, solche Eigenschaften direkt mit zu erheben.

Erweiterungen der Theorie z. B. hinsichtlich der **Modalität** sind vielfach zu finden. Bspw. versuchten Kintsch et al. (1975) ihre Erkenntnisse bezüglich der propositionalen Verarbeitung beim Lesen auch auf die auditorische Modalität zu übertragen und konnten vergleichbare Ergebnisse ableiten.[80] Dixon et al. (1982) hingegen zeigen mittels desselben Systems einen Vorteil im Recall für bestimmte Altersgruppen zwischen 18 und 56 Jahren, wenn sie die Möglichkeit haben, ausgewählte Zeitungstexte[81] zu lesen im Vergleich zum Hören desselben Materials. Aus diesen Studien lassen sich zwei Punkte ableiten. Zum einen scheint eine propositionale Analyse modalitätsübergreifend möglich und kann unter Umständen vergleichbare Effekte hervorbringen. Allerdings ist zu beachten, dass in Relation zum Alter der untersuchten Probanden oder zum verwendeten Material doch Unterschiede in der Verarbeitung von Propositionen in Bezug auf die verwendete Modalität anzunehmen sind.

Ein erstes **Modell des Sprachverstehens**, das motiviert durch diese Arbeiten zu einem propositional strukturierten Gedächtnis und auf Recall ausgerichtet ist, bezieht sowohl die auditorische als auch die visuelle Modalität ein. Kintsch und Van Dijk (1978) gehen von zwei Ebenen der Repräsentation, einer globalen Makroebene und einer Mikroebene mit propositionalen Repräsentationen, die hierarchisch

[80] Die Autoren merken zu diesen Ergebnissen an, dass keine Erhebung der Lesefähigkeiten der Probanden erfolgte. Vor dem Hintergrund der Bedeutung von Lesefähigkeiten und dem Unterschied in der Verarbeitung zwischen guten und schlechten Lesern (vgl. Van Dijk und Kintsch (1983): 23f.) hätte das stärkere Beachtung finden müssen.

[81] Bezüglich der Auswahl des Materials ist zu betonen, dass die Autoren bei Zeitungstexten von einem „reasonable degree of ecological validity“ (Dixon et al. (1982): 364) ausgehen im Gegensatz zu konstruiertem Material, wie es bei Kintsch meist verwendet wurde.

angeordnet sind, aus. Als Propositionen werden hier auch Inferenzen gezählt, die zu einer kohärenten Textbasis beitragen. Die Autoren gehen davon aus, dass die Propositionen als Basis in einer Liste angeordnet sind und immer Gruppen dieser Einheiten nacheinander, ausgehend von der ersten zur darauffolgenden, und zyklisch verarbeitet werden. Inhärent in diesem Ansatz ist wiederholt die Grundannahme eines Arbeitsgedächtnisses mit beschränkter Kapazität, die diese zyklische Verarbeitung und eine Zwischenspeicherung nach der hierarchischen Position bereits ausgewählter Repräsentationen notwendig macht. Daraus ergibt sich eine Unterscheidung von Mikro- und Makropropositionen mit abweichender Relevanz bei der Verarbeitung:

> A proposition or its generalization/ construction that is included in the macrostructure is called a macroproposition. Thus, some propositions may be both micro- and macropropositions (when they are relevant); irrelevant propositions are only micropropositions, and generalizations and constructions are only macropropositions.

Nur einige der verarbeiteten Propositionen werden zwischengespeichert, sodass Schwierigkeiten bei der Verarbeitung durch Kintsch und Van Dijk (1978: 368) folgendermaßen abgeleitet werden: Finden sich übereinstimmende Argumente zwischen abgelegten und später verarbeiteten Propositionen, kann Kohärenz recht schnell hergestellt oder bestätigt werden. Muss hingegen nach nicht abgelegten Einheiten gesucht werden, wird ein „Mehraufwand“ angenommen.[82] Sowohl in Bezug auf Lesezeiten, als auch den Recall, der durch die kurzfristige Abspeicherung bei manchen Propositionen wahrscheinlicher sein sollte, gibt es also gewisse Vorhersagen des Modells, die experimentell überprüft werden können. Miller und Kintsch (1980) zeigen, dass die Annahmen schon auf Mikroprozessebene Relevanz besitzen. Das kann als weiterer Hinweis für eine Unabhängigkeit der propositionalen Repräsentation gesehen werden. Miller und Kintsch (1980: 348) heben jedoch einen wichtigen Faktor hervor, der neben der propositionalen Repräsentation bestimmend für die von ihnen erhobene Lesbarkeit eines Textes ist: „[...] the readability of a text is determined by the ways that certain text properties [...] interact with the reader's processing strategies and resources.“ Das Zitat macht deutlich, dass auch bezüglich der semantischen Komplexität leserbezogene Komponenten der Verarbeitung zu berücksichtigen sind, die hier einerseits in vage definierten individuellen „Strategien“ gesehen werden und andererseits das Konzept einer beschränkten Speicherkapazität

[82] Darüber hinaus werden „Makroprozesse“ (Kintsch und Van Dijk (1978): 389) angesetzt, die auf einer höheren Ebene über das Konzept sogenannter Schemata arbeiten. Diese sind für die vorliegende Arbeit jedoch irrelevant.

betreffen.

Strategien stehen im Fokus eines neueren Modells von Van Dijk und Kintsch, das insbesondere zum Diskursverstehen entwickelt wurde, aber auch eine Übertragbarkeit ähnlicher Annahmen auf die Produktionskomponente der Sprachverarbeitung vorschlägt bzw. diskutiert. Die Motivation für die Annahme strategischer Diskursverarbeitungsprozesse sehen Van Dijk und Kintsch (1983: 6) im Primärziel der **Effektivität**: „[...] the overall goal of the process is to be as effective as possible in the construction of the mental representation." Das Konzept der „Strategie" wird von ihnen allerdings genauer definiert als noch im Ansatz von 1973 und einem regelgeleiteten Prozess gegenübergestellt. Nach Kintsch und Van Dijk (1978: 11, 62 - 78) können Strategien die effektive Ableitung von Teilen einer Textrepräsentation oder -interpretation ermöglichen, sind jedoch auch revidierbar und sowohl von inneren, textbezogenen als auch äußeren Faktoren abhängig. Daraus wird ersichtlich, dass im aktualisierten Modell wieder verschiedene Ebenen der Information, die zum Bilden einer mentalen Repräsentation im Gedächtnis relevant sind, einbezogen werden (Van Dijk und Kintsch (1983): 7). Z. B. findet die Interaktion zwischen Sprecher und Hörer Beachtung. Außerdem werden unterschiedlichste Arten von Strategien definiert, die sich auf diesen Ebenen bewegen. Dennoch merken Van Dijk und Kintsch (1983: 65) auch zu dem aktualisierten Ansatz an, dass es sich weiterhin um ein sehr allgemeines Konzept handelt, das global als „Strategie" bezeichnet wird, um die Effizienz der dadurch geleiteten Verarbeitung zu betonen. Was darunter zu verstehen ist bzw. welche Prozesse diesem zugrunde liegen, bleibt unklar. Die höchste Relevanz für die Thematik der vorliegenden Arbeit besitzen solche Strategien, die bezüglich der Repräsentation der Textbasis im Gedächtnis auf Grundlage einer propositionalen Analyse diskutiert werden. Als „propositional strategies" sehen Van Dijk und Kintsch (1983: 13f.) Abläufe an, die komplexe Propositionen auf Basis der Oberflächenstruktur eines Satzes und der im semantischen Gedächtnis gespeicherten grundlegenden („atomaren") Propositionen aufbauen. Einzelne dieser einfachen Propositionen sind einem neuen, allgemeineren Konzept „Schema" (Van Dijk und Kintsch (1983): 48, 90, 114, 127f.) zugeordnet, das entsprechend der Relation, die es ausdrückt, im Gedächtnis abgespeichert und festgelegt ist sowie einfach oder komplex sein kann. Letztendlich wird in der Annahme von Schemata in Bezug auf die Propositionskonstruktion und -analyse eine effektive Verarbeitungsstrategie gesehen: „Such a schema is a strategical unit: It allows a fast analysis of surface structures into a relatively fixed and simple semantic configuration." (Van Dijk und Kintsch (1983): 80). Die Bedeutung der Propositio-

nen wird darüber hinaus dadurch definiert, dass sie auf „facts“ referieren sollen, die einen Bezug zu einer „possible world“ herstellen (Van Dijk und Kintsch (1983): 15, 117). In einem kohärenten Text sollten Verbindungen zwischen den bereits abgeleiteten „Tatsachen“ herstellbar sein. Für diesen nächsten Schritt werden ebenfalls Strategien angesetzt, die unmittelbar Kohärenz zwischen Propositionen herzustellen versuchen.[83,84]

Einen wichtigen Schritt von der theoretischen Ausführung des propositionalen Ansatzes und dessen Modellierung zur empirischen Anwendung als Komplexitätsmaß bildet dessen **Operationalisierung**: Für eine reliable Analyse der Propositionen eines Textes wurden von Turner und Greene (1977) in Anlehnung an die Annahmen aus Arbeiten von Kintsch Richtlinien im Rahmen eines Manuals definiert. Sowohl Propositionen als auch Kohärenz herstellende Inferenzen werden in der Erstellung einer sogenannten „template text base“, die aus dem Text erschließbar ist, berücksichtigt (Turner und Greene (1977): 2). Das Manual geht dementsprechend wie bei Kintsch und Van Dijk (1978) einen Schritt über eine reine Analyse der im Text explizit ausgedrückten Propositionen hinaus. Die Anwendbarkeit der ID konnte sowohl für **schriftlich verfasste Texte** (z. B. viele Arbeiten zur Nonnenstudie (siehe Abschnitt 2.3); Kemper und Sumner, 2001; Kemper et al., 2001b; Spencer et al., 2012, 2015; Ferguson et al., 2014) als auch **gesprochene Sprache** (z. B. Cheung und Kemper, 1992; Engelman et al., 2010; Chand et al., 2012b) gezeigt werden.[85] Brown et al. (2008) entwickelten schließlich für das Englische eine automatisierte Möglichkeit der Ideenanalyse, das Programm **CPIDR** („Computerized Propositional Idea Density Rater“). Auf Basis eines Taggings werden Regeln für die Propositionsbestimmung angewendet. Eine Validierung der CPIDR-

[83]Für den Ablauf des Diskursverstehens unter Annahme propositionaler Strategien siehe Van Dijk und Kintsch (1983: 133). Einige vergleichbare Annahmen für die Sprachproduktion werden von Van Dijk und Kintsch (1983: 281f.) ebenfalls diskutiert und zusammengefasst.

[84]Van Dijk und Kintsch (1983) schlagen verschiedene weitere Strategien, die bspw. auch Inferenzen betreffen, vor. Sie gehen auf einer übergeordneten Ebene von einer Makrostruktur aus, auf der entsprechend „Makrostrategien“ greifen können (Van Dijk und Kintsch (1983): 52f.). Ein Situationsmodell, das im Gedächtnis abgespeichert ist, ermöglicht letztendlich einen Abgleich zur Textbasis und stellt in diesem Ansatz die Verbindung zu einem übergeordneten kognitiven Modell, aus dem es abgeleitet ist, her. Z. B. Graesser et al. (1997) merken jedoch an, dass ein genaues Verständnis der Interaktionen zwischen den verschiedenen Ebenen im Grunde fehlt.

[85]Interessent ist diesbezüglich ein Ergebnis von Mitzner und Kemper (2003: 457), die aus einem direkten Vergleich geschriebenen und gesprochenen Sprachmaterials von Nonnen, ausgewertet u. a. mittels der ID ableiten: „[...] written language samples have greater power than oral language samples to differentiate between high- and low-ability older adults.“

Analyse wurde gegenüber des Manuals von Turner und Greene (1977) sowie einer manuellen Auswertung von den Autoren vorgenommen. Die Reliabilität konnte im Vergleich zu menschlichen Ratern verbessert werden. Darüber hinaus bietet die automatische Analyse den Vorteil, dass lange Texte sowie große Stichproben oder Korpora effizient untersucht werden können.[86] Neben diesem automatisierten Auswertungsprogramm entwickelten Chand et al. (2012b) ein detailliertes Manual zur Transkriptionsaufbereitung und ID - Analyse mit spezifischen Anmerkungen zum Umgang mit mündlichem Spontansprachmaterial. Sie sehen einige Nachteile in der Verwendung eines automatisierten Programms wie CPIDR z. B.: „CPIDR is not able to distinguish on - topic concise language from oral dysfluencies and compensation strategies“ (Chand et al. (2012b): 6). Insofern kann eine manuelle Analyse nach deren Richtlinien als aufwendiger und weniger konsistent angesehen werden, die jedoch bestimmte Merkmale insbesondere gesprochener Sprache möglicherweise besser abbildet. Die Interraterreliabilität zweier unabhängiger Rater wird als „excellent“ angegeben (Chand et al. (2012b): 11). Aufgrund der Kleinschrittigkeit lässt sich das System auch für Untersuchungen zum Deutschen anpassen und bietet eine gute Grundlage für eine recht konsistente Analyse, da u. a. der Umgang mit Äußerungsgrenzen bei gesprochener Sprache behandelt wird.

Die ID wurde in vielen Studien seit den 1980er Jahren in Relation zu folgenden linguistischen aber auch **außersprachlichen und personenbezogenen Faktoren** gesetzt: *Alter* (siehe Abschnitt 2.3.1), *Geschlecht* (kein Effekt in Chand et al., 2012b), meist jedoch Beschränkung auf eine Gruppe von *Frauen* (z. B. Arbeiten zur Nonnenstudie; Spencer et al., 2012; Ferguson et al., 2014) oder *Männern* (z. B. Engelman et al., 2010; Spencer et al., 2015), *Bildung*[87] (z. B. (schwache) Korrelationen in Kemper et al., 1990 und Cheung und Kemper, 1992; keine signifikanten Effekte in Mitzner und Kemper, 2003; Chand et al., 2012b; Ferguson et al., 2014; Spencer et al., 2015), *Vokabular oder „verbal fluency“ bzw. Leseflüssigkeit* (z. B. Kemper und Sumner, 2001; Kemper et al., 2001b; schwache Korrelation in Cheung und Kemper, 1992), *neurokognitive bzw. -psychiatrische Erkrankungen oder Beeinträchtigungen*

[86] Ein direkter Vergleich zwischen einer manuellen Analyse (auf Basis eines Tagging - Programms) und der Anwendung des CPIDR - Programms führte in Covington et al. (2007, 2009) zu dem Ergebnis, dass nur unter Zuhilfenahme des CPIDR ein Effekt ableitbar ist, der einen Unterschied zwischen der ID in Bildbeschreibungen von durch Ketamineinnahme beeinflussten Probanden versus Kontrollprobanden zeigt. Das wird darauf zurückgeführt, dass das Programm sprachliche Auffälligkeiten (z. B. nicht - lexikalische Füllwörter oder Wiederholungen), die bei den untersuchten, unter Ketamineinfluss stehenden Probanden gehäuft aufgetreten waren, herausnimmt.

[87] Im Sinne von abgeschlossenen Schul-/ Ausbildungsjahren oder dem erreichten Schulabschluss

(siehe Abschnitt 2.3.2) und *Gedächtnis* (z. B. Riley et al., 2005).

Das Verhältnis zur **syntaktischen Komplexität** eines Satzes ist darüber hinaus durchaus zu beachten. In Kintsch und Keenan (1973: 273) wird dieser Aspekt als potenzieller Störfaktor angemerkt, während Cheung und Kemper (1992) aus ihren Ergebnissen ableiten, dass verschiedene syntaktische Komplexitätsmaße linguistische Komplexität in unterschiedlicher Art und Weise erfassen, während die ID als davon unabhängiges Maß gesehen wird.[88] Chand et al. (2012b: 7) sprechen sich ebenfalls dafür aus, die ID als von syntaktischer Komplexität unabhängiges Maß zu betrachten. Darüber hinaus konnten sie zeigen, dass in zwei in kurzem Abstand (im Mittel ca. 67 Tage) erhobenen mündlichen Sprachproben von 30 älteren Alzheimer-Patienten die ID stabil blieb (Chand et al. (2012b): 11). In einer deutlich größer angelegten Studie zu über 600 verfassten Texten in fünf dreijährigen Intervallen mittels CPIDR-3 konnten Spencer et al. (2012) die Frage der **Stabilität** weiter spezifizieren. Sie wählten eine Stichprobe von Probanden im mittleren Alter aus sowie eine so kurze Zeitspanne, dass sie keine starken Effekte durch kognitive Veränderungen erwarteten. In Bezug auf die gesamte Gruppe konnte die ID als stabiles Maß für diese Altersklasse und diesen Zeitraum festgehalten werden (Spencer et al. (2012): 749). Allerdings bleibt eine interessante Beobachtung, dass ein Großteil der Varianz der ID-Werte auf **individuelle Unterschiede** zwischen den einzelnen Beobachtungen zurückzuführen war: „[...] the largest source of variation was due to within-subject differences“ (Spencer et al. (2012): 750). Das wird eindeutig mit erhöhter Varianz für kürzere Texte und stärkerem Präzisionsverlust in der Messung in Verbindung gebracht. Auf einen möglichen Einfluss der **Länge einer Sprachprobe** verweisen auch Farias et al. (2012: 678) und Chand et al. (2012b: 8). Eine Kontrolle der Textlänge bezogen Ferguson et al. (2014) bei der Modellierung der ID in kurzen Beiträgen von über 19.000 Frauen, die zudem longitudinal untersucht wurden, ein und sehen eine Stabilität des Maßes gegeben. Darüber hinaus konnten sie den Einfluss der Textlänge genauer quantifizieren und raten: „We recommend that researchers publish details of the size of text used in their studies so that the uncertainty from text size can be assessed“ (Ferguson et al. (2014): 118). Spencer et al. (2015: 93-96) fanden schließlich einen hoch signifikanten Effekt der Textlänge in einer größeren Stichprobe von Texten männlicher, älterer Erwachsener. Eine wichtige minimale Grenze der Sprachprobenlänge wird in beiden Studien bei 60 Wörtern gesehen und empfohlen, wobei Ferguson et al. (2014: 118)

[88] Es ist jedoch zu beachten, dass die Autoren der Studie die YD bspw. als Maß sehen, das direkt die „linguistische Komplexität“ messbar machen soll.

sogar erst ab einer Grenze von 100 Wörtern von einer deutlichen Reduktion der Variabilität der ID - Werte ausgehen. Stabilität, individuelle Variabilität und der Einfluss der Textlänge sind Aspekte, die in Hinblick auf die Verwendung des Maßes in den empirischen Teilen der vorliegenden Arbeit von großer Bedeutung sind und zu beachten sein werden.

Zuletzt sei darauf verwiesen, dass Van Dijk und Kintsch (1983: 37f.) zwei **Vorteile der Propositionsanalyse** erwähnen, die ebenfalls für die vorliegende Arbeit von Relevanz sind: Zum einen ergeben sich für sie trotz unterschiedlicher Herangehensweisen bei der Bestimmung von Ideeneinheiten keine bedeutsamen und das System verändernden Unterschiede. Zum anderen wird eine gewisse **Objektivität** des Maßes angenommen, was eine grundlegende Motivation für die Verwendung der ID als Komplexitätsmaß zusätzlich verstärkt (z. B. Van Dijk und Kintsch (1983): 126).[89] Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Theorie der ID eine klare Verankerung im semantischen Gedächtnis hat. Durch die Dichte an Propositionen als relatives Maß mit Bezug zur Wortanzahl kann der Ansatz ebenso als Komplexitätsmaß verwendet werden. Darüber hinaus handelt es sich bei propositionalen Einheiten um eine abstrakte, generalisierte Repräsentationsform, die im Vergleich zu den vorgestellten syntaktischen Komplexitätsmaßen weniger abhängig von theoretischen Ansätzen oder einer Auswahl bestimmter Aspekte ist, um eine Definition von Komplexitätsunterschieden zu erreichen. Auch dieses Maß basiert jedoch auf psycholinguistischen Experimenten, die die Relevanz des Maßes bei der Sprachverarbeitung fundieren sollen. Wie festgehalten, ist außerdem die modalitätsübergreifende Anwendbarkeit des Konzepts von großer Bedeutung, da sie die Möglichkeit eröffnet, eine Analyse in Bezug auf verschiedene sprachliche Materialien vorzunehmen.

[89] Kritik an dieser Annahme und einer reinen Propositionsanalyse zur Untersuchung der Verarbeitung von Komplexität auf Textebene übt z. B. Christmann (2000, 2006) u. a. aufgrund der Einseitigkeit der Analyse und Aufwendigkeit der Erhebung (vgl. dazu auch Cheung und Kemper, 1992).

Zum Abschluss des übergeordneten Kapitels 2.2.2 zu Komplexitätsmaßen in der Psycholinguistik sei eine Tabelle angeführt, die die einzelnen Analysen der Beispieltexte (12), die behandelt wurden, übersichtlich gegenüberstellt:

(12)	**w**	**m**	**dc**	**id**	**dl**	**YDmax**	**YDges**	**FNCmax**	**FNCges**
(a)	*Der Clown erschreckte das Kind und der Vater war besorgt.*								
	10	15	0	2	2	4	17	4	9,5
(b)	*Das rothaarige Kind wurde erschreckt, während der besorgte Vater winkte.*								
	10	21	5	5	6	3	17	4	8,5
(c)	*Kleine Kinder erschraken vor großen Clowns, während besorgte Väter winkten.*								
	10	21	4	7	6	4	18	4	10,5

Tab. II.1.: Komplexitätsanalyse für die Sätze (12): w = Anzahl der Wörter, m = Anzahl der Morpheme, dc = Directional Complexity ungemittelt, id = Ideen, YDmax/ ges = Yngve Depth maximal/ gesamt, FNCmax/ ges = Frazier Node Count maximal/ gesamt, dl = Developmental Level ungemittelt.

Der Vergleich der Werte macht sehr schön deutlich, dass eine Abstufung der gleich langen Sätze wie bei der Anzahl der Ideen in keinem der syntaktischen Maße zu finden ist. Drei Werte, die Anzahl an Morphemen und die Summenwerte für die DC und das DL, bilden einen Komplexitätsunterschied zwischen Satz (a) im Gegensatz zu den anderen beiden Sätzen auf ungefähr gleicher Stufe ab. Die Maße, die Cheung und Kemper (1992) als direkte Abbildungen „linguistischer Komplexität“ ansehen, die YD und der FNC, sind kaum sensitiv für Unterschiede zwischen den drei Sätzen. Nur in den Summenwerten dieser Maße wird übereinstimmend eine minimal höhere Komplexität des Satzes (c) quantifiziert.

2.3. Relationen zu außersprachlichen Faktoren

Das psycholinguistische Interesse an der Frage, welche Zusammenhänge zwischen sprachlicher Komplexität und anderen, auch außersprachlichen Faktoren möglicherweise bestehen, ist in den vorangegangenen Kapiteln bereits angeklungen. Wie oben dargestellt wurde, liefern diesbezüglich insbesondere Analysen zum Maß der ID bis heute vielfache Erkenntnisse, die durch automatisierte Erhebungsinstrumente auch auf größere Stichproben ausgeweitet werden konnten. Untersuchungen, die andere Arten sprachlicher Komplexitätsmaße einbeziehen, sind hauptsächlich von Kemper et alia zu finden. In diesem Kapitel sollen aufgrund der Bedeutung für die vorliegen-

de Arbeit drei Faktoren herausgegriffen und fokussiert behandelt werden: Der Einfluss des Alters auf sprachliche Fähigkeiten, die durch Komplexitätsmaße bestimmt werden, Zusammenhänge zwischen neurodegenerativen oder -psychiatrischen Beeinträchtigungen und Erkenntnisse, die von Relationen zu einem beschränkten Arbeitsgedächtnis ausgehen. Fragestellungen, die in den folgenden Abschnitten besondere Beachtung finden sollen, sind:

- Zeigen bestimmte Bereiche sprachlicher Komplexität stärkere Effekte im Vergleich zu anderen?
- Wie ist die Richtung potenzieller Zusammenhänge oder Korrelationen?
- Liegt ein prädiktives Potenzial in den unterschiedlichen Komplexitätsmaßen?
- Welche möglichen Ursachen für Verbindungen zwischen sprachlicher Komplexität und anderen Faktoren können angenommen werden?
- Welche Rolle spielen individuelle, personenbezogene Eigenschaften?

Viele Arbeiten (häufig unter Beteiligung von Kemper) zu außersprachlichen Faktoren sind darüber hinaus im Rahmen der sogenannten **Nonnenstudie**, die oben bereits angedeutet wurde, entstanden (vgl. Snowdon et al., 1996, 2000; Kemper et al., 2001a; Mitzner und Kemper, 2003; Riley et al., 2005). Da die Studie besonders relevant ist, soll deren Motivation und Hintergrund an dieser Stelle kurz eingeführt werden. Die folgenden Abschnitte beschäftigen sich dann teils ausführlicher mit verschiedenen, zu den Daten der Nonnenstudie durchgeführten Arbeiten. Im Allgemeinen handelt es sich um eine longitudinale Untersuchung, die in den USA an einer großen, aber hinsichtlich ihrer Lebensweise und -einstellung sehr homogenen Stichprobe von Nonnen durchgeführt wurde. Nach Snowdon et al. (1996: 528) erklärten sich über 600 Nonnen bereit an der Studie teilzunehmen. Das Hauptziel der Untersuchung liegt darin, Risikofaktoren, die möglicherweise bereits früh im Leben gegeben sind und zu einer späteren Demenz-/ Alzheimererkrankung bzw. kognitiven Beeinträchtigungen (insbesondere Einschränkungen des Gedächtnisses) führen, herauszufiltern. Aufgrund der Tatsache, dass Autobiografien der Nonnen in den Archiven der Konvente aufbewahrt wurden, bot sich u. a. die Möglichkeit eine linguistische Analyse von Sprachproben vorzunehmen, um sprachliche Fähigkeiten in früheren Lebensabschnitten der Nonnen mit deren weiterer kognitiver Entwicklung auch im Alter in Zusammenhang zu bringen.[90] Ein Hauptbefund der Studie

[90] Für die linguistische Analyse wurden jeweils die letzten 10 Sätze einer Autobiografie herangezogen.

mit besonderer Relevanz für die vorliegende Arbeit ist, dass die mit ca. 20 Jahren analysierbare sprachliche Komplexität (vor allem die ID) mit dem Risiko einer späteren Alzheimer- bzw. Demenzerkrankung korrelierte. Dieser interessante Zusammenhang und die potenzielle Prädiktivität, die in der Komplexitätsanalyse für solche kognitiven und neuronalen Veränderungen zu liegen scheint, ist eine Hauptmotivation vor allem hinsichtlich des ersten Empirieteils. Weitere Erkenntnisse und die jeweiligen Untersuchungsdesigns sollen unten näher betrachtet werden.

In den nun folgenden Abschnitten sind, auch auf Basis der oben diskutierten Einflussfaktoren, Unterschiede zwischen den verschiedenen Studien bezüglich der betrachteten Modalität und Methodik besonders zu beachten. Es kann jedoch bereits festgehalten werden, dass in vielen Studien der Fokus auf schriftlich oder mündlich produzierten Sprachproben liegt.

2.3.1. Einfluss des Alters

Viele ältere Studien, die Unterschiede in der sprachlichen Komplexität (quantifiziert durch verschiedene der vorgestellten Komplexitätsmaße) in Relation zum Alter finden, beziehen sich auf Vergleiche zwischen Altersgruppen. Probanden ab 18 Jahren (z. B. Dixon et al., 1982; Kemper et al., 1989) oder erst 30 - 60 Jahren (z. B. Kemper, 1986; Kemper et al., 1990; Cheung und Kemper, 1992) bis ca. 80/ 90 Jahren wurden in Altersspannen eingeteilt und gegenübergestellt. Häufig wurden Probanden mittleren Alters, d. h. ab 30 bis 50/ 60 Jahren ausgeklammert und recht kleine Stichproben mit nur 10 - 30 Probanden pro Altersgruppe untersucht. Longitudinale Studien sind ebenfalls zu finden. Diese konzentrieren sich jedoch häufig auf recht kurze Zeiträume in einer bestimmten Altersspanne oder wenige Beobachtungszeitpunkte und große Zeitspannen (z. B. Kemper (1987) mit 10 Beobachtungen über 70 Jahre).

Aus dem Bereich des **Sprachverstehens** ist **Dixon et al. (1982)** als eine erste Studie zu nennen, die die Leistung beim verzögerten/ nicht - verzögerten Text - Recall, gemessen durch die ID, in Zusammenhang mit dem Alter (ohne kognitive Beeinträchtigung) bringt. Ein Unterschied zwischen einer Gruppe „jüngerer“ Erwachsener (bis 32 Jahre) mit besserer Recall - Leistung im Vergleich zur Gruppe „älterer“ Probanden von 34 - 80 Jahren wird in dieser Studie bereits festgehalten. **Johnson et al. (2003)** untersuchten später den Recall von Propositionen aus zwei Prosatexten ebenfalls bei zwei, allerdings vollkommen anders zusammengesetzten Altersgruppen zwischen 18 - 24 und 54 - 92 Jahren. Dabei wurden abweichende Er-

gebnisse deutlich, die zumindest die Annahme eines allgemeinen Altersgruppenunterschieds im Verstehen von Texten, operationalisiert durch Propositionen, in Frage stellen. Kein Unterschied war zwischen den Gruppen in einer Art von Recall - Antwort, der „veridical reproduction“, zu finden, wenn es keine zeitliche Verzögerung zur Präsentation des Textes gab (Johnson et al. (2003): 85).[91] Ein differenzierter Effekt zeigte sich für die beiden Altersgruppen nur nach kurzer Verzögerung von 30 Minuten inklusive einer Ablenkung (Johnson et al. (2003): 82). Diese zweite Studie kann bereits jetzt als Argument dafür angeführt werden, die Annahme von allgemeinen Komplexitätsabnahmen im Sprachverstehen mit dem Alter kritisch zu hinterfragen und auf andere potenzielle Ursachen für Unterschiede zu achten.

In Bezug auf die **Produktion natürlicher Sprache** sind hauptsächlich Studien von **Kemper et alia** zur syntaktischen Komplexität und der MLU zu finden, die anfangs auf sehr ungenauen Definitionen des Konzepts aufbauten. Häufig wurden komplexere Sätze über das Vorhandensein und Ausmaß von Einbettungen, subordinierten oder koordinierten Strukturen definiert. Trotz dieses vagen Konzepts von Komplexität, wurden solche Untersuchungen jedoch als Grundlage der Annahme von Komplexitätsdefiziten im Alter angeführt. Kynette und Kemper (1986: 68) z. B. finden für die gesprochene Sprache zwar keine Veränderungen der MLU, interpretieren aber ihre Ergebnisse zur „syntaktischen Komplexität“ recht stark: „There is a progressive loss of accuracy for syntactic structures from 50 to 90 years.“ Ihre Aussage basiert letztendlich auf sehr geringer Evidenz, dass z. B. die Verwendung von einfachen Sätzen bei jüngeren Probanden (50 - 60 Jahre) und bei den 50 - Jährigen der Gebrauch komplexer Strukturen als schwach höher beschrieben werden konnte (Kynette und Kemper (1986): 67). Eine weitere Analyse, die der MCU zuzurechnen ist, bezog Kemper (1987) in einer longitudinalen Untersuchung ein. Sie leitet ähnliche Ergebnisse ab, die als altersrelatierte Abnahme in Einbettungen, Subordinationen und Koordinationen (Kemper (1987): 327ff.), aber nicht der MLU interpretiert werden. Kemper et al. (1989) definierten schließlich das MCU - Maß und stellten es der MLU gegenüber. Unter Ausschluss von Erwachsenen zwischen 28 - 60 Jahren wird auch in dieser Arbeit ein Komplexitätsverlust in schriftlicher und mündlicher Sprache in Bezug auf die MCU und Linksverzweigungen mit zunehmendem Alter festgehalten (Kemper et al. (1989): 57). Eine Gegenüberstellung der erwähnten Maße mit der ID deutet in Kemper et al. (1990: 216) darauf hin, dass auch die

[91] Allerdings machten die jüngeren Probanden der Studie interessanterweise im Vergleich zur älteren Gruppe schwach signifikant mehr sogenannte „distortions“ - Fehler (Johnson et al. (2003): 87), wenn es um die Argumente von Propositionen ging.

ID, ähnlich der MLU, zu anderen syntaktischen Maßen gegensätzliche Ergebnisse liefert und keine Altersgruppenunterschiede ab 60 bis 90 Jahren zeigt. Bestätigt wird das Ergebnis für nur 30 Erwachsene in derselben Altersspanne in Cheung und Kemper (1992), aber ergänzt durch weitere der oben vorgestellten syntaktischen Maße (DC, DL, YDmax/ ges, FNCmax/ ges), welche sich ähnlich verhalten. Kemper et al. (1990: 225) stellen hinsichtlich solcher Ergebnisse die Hypothese auf, dass möglicherweise eine Art Ausgleich anzunehmen ist zwischen unterschiedlichen Fähigkeiten, die sich mit dem Alter erst entwickelt, verloren gehen oder erhalten bleiben:

> What is gained, when the narratives of elderly adults in their 80s are compared to those of adults in their 60s, is hierarchical narrative structure. [...] What is lost is syntactic complexity; [...] What is preserved is propositional complexity in that the narratives of elderly adults do not differ in terms of the density with which propositions are packed into words. [Hervorhebungen durch die Autorin]

Das gegensätzliche Verhalten der ID und MLU zu anderen, eher strukturellen Maßen sollte als äußerst wichtiger Hinweis dafür gesehen werden, dass unterschiedliche Arten von Komplexitätsmaßen grundsätzlich verschiedene Erkenntnisse im Zusammenhang mit dem Faktor Alter liefern und damit den Anschein einer generellen Abnahme der verbalen Fähigkeiten bereits deutlich relativieren. Da die verschiedenen Arten von Maßen häufig einfach als „alternative sources of complexity“ (Cheung und Kemper (1992): 57) angesehen werden und in den vorangegangenen Kapiteln bereits kritisch angemerkt wurde, dass syntaktische Komplexitätsmaße zu sehr von einer theoretischen Entscheidung abhängen, sind auch alternative Interpretationen der erwähnten Befunde naheliegend. Möglicherweise werden nicht altersrelatierte Unterschiede in der Komplexität abgebildet, sondern die Ergebnisse könnten durch verschiedene Faktoren wie abweichende „Mechanismen“ oder „Strategien“ bei den untersuchten älteren Probanden (siehe unten), die Auswahl und Einteilung der Altersgruppen und Stichprobengrößen sowie unzureichende Definitionen konfundiert sein.[92] Das Maß der ID scheint sich darüber hinaus bereits in diesen Studien als robuster gegenüber Alterseffekten zu erweisen.

Vertieft wurde die Thematik in **drei Arbeiten aus dem Jahr 2001**. Im Rahmen der Nonnenstudie (siehe Abschnitt 2.3) konnten **Kemper et al. (2001a)** auch eine Gruppe von ca. 140 Nonnen ohne diagnostizierte kognitive Beeinträchtigung

[92] Vgl. auch Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015a) zu einer Kritik an Probandenklassifikationen auf Basis des Faktors Alter im Zusammenhang vor allem mit EKP - Studien zur Sprachverarbeitung.

bzw. Demenz longitudinal über eine Zeitspanne von 61 Jahren[93] hinweg untersuchen. Zwischen der ersten Autobiografie mit ca. 22 Jahren und der letzten mit über 80 wurden im Sinne einer graduellen Abnahme linguistischer Fähigkeiten mit dem Alter sowohl für das DL als auch, im Gegensatz zu vorherigen Studien, für die ID gemittelte Veränderungen pro Jahr festgehalten: „[...] grammatical complexity for participants who did not meet criteria for dementia declined .04 units per year, and idea density declined .03 units per year“ (Kemper et al. (2001a): 235).

Die Gegenüberstellung zweier Altersgruppen von 100 Jüngeren zwischen 18 - 28 Jahren und 100 Älteren zwischen 63 - 88 Jahren erbrachte bei **Kemper und Sumner (2001)** in denselben Maßen und zusätzlich der MLU gleichermaßen höhere Werte im Mittel für erstere Gruppe. Allerdings deuten differenzierte Erkenntnisse zu weiteren beeinflussenden Faktoren (siehe Abschnitt 2.3.3) an, dass in beiden Altersgruppen das DL - Maß mit Werten, die die Arbeitsgedächtniskapazität widerspiegeln sollen, und die MLU - sowie ID - Maße mit Instrumenten, die zur Bestimmung der „Verarbeitungseffizienz“ gewählt wurden, kovariieren. Ein Altersunterschied zeigt sich jedoch nach Kemper und Sumner (2001: 320f.) in zwei Punkten, die mit der ID und der Äußerungslänge im Zusammenhang stehen: Die jüngeren Erwachsenen mit längeren Sätzen scheinen weniger effizient in der Verarbeitung zu sein und niedrigere ID - Werte aufzuweisen (möglicherweise durch mehr Füllwörter). Die Größe des Vokabulars hat bei ihnen außerdem einen positiven Einfluss auf die ID im Gegensatz zur älteren Gruppe, bei der diese Zusammenhänge nicht erkennbar wurden.

Schließlich grenzen **Kemper et al. (2001b)** in ihrer Studie sowohl das Alter der Probanden als auch das Intervall der longitudinalen Untersuchung ein. Mündliche Antworten auf Interview - Fragen von 30 älteren, gesunden Erwachsenen zwischen 65 - 75 Jahren wurden wiederum über einen Zeitraum von 7 - 15 Jahren jährlich hinsichtlich Veränderungen im DL und der ID untersucht. Auf diese Weise kommen sie zu vergleichbaren Erkenntnissen, grenzen darüber hinaus aber den stärksten Effekt in beiden Maßen auf ein Alter von ca. 75 Jahren ein (Kemper et al. (2001b): 600).

Die **Produktion konstruierten Materials** wurde in einigen Studien ebenfalls in Relation zum Faktor Alter gesetzt. Bereits 1986 untersuchte Kemper einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Alter von Probanden und deren Imitation komplexer Sätze, die wiederum über verschiedene Arten und Positionen von Einbettungen oder Subordinationen definiert wurden. Den Vergleich zweier Altersgruppen

[93] Es lag mindestens ein Text zu Beginn und zum Ende der Zeit pro Nonne vor.

mit nur jeweils 16 Erwachsenen von 30 - 50 und 70 - 90 Jahren interpretiert Kemper (1986: 284) in Richtung eines Defizits der Älteren bei der Produktion insbesondere langer Sätze und initialer Einbettungen. Auch hier ist u. a. die Größe der Stichprobe, die unnatürliche Aufgabe und die ausschließliche Einbeziehung einiger struktureller Faktoren zur Komplexitätsdefinition kritisch zu sehen.

In zwei Studien von **Kemper et al. (2003, 2004)** wurden hingegen weit auseinanderliegende Altersgruppen zwischen 18 - 28 und 70 - 80 Jahren mittels Elizitationsexperimenten verglichen in Hinblick auf ihre Leistungen bei der Produktion syntaktischer Komplexität (gemessen durch das DL und ein Maß namens „Developmental Sentence Scoring (DSS)“) und semantischer Komplexität (operationalisiert durch die ID). In beiden Studien bestand die Aufgabe für die Probanden darin, sich das kurz präsentierte Stimulusmaterial bestehend aus einer variierenden Anzahl an Wörtern, verschiedenen Verbtypen oder Satzstämmen unterschiedlicher syntaktischer Komplexität erst zu merken und dann zu einem vollständigen Satz zu ergänzen. Die gebildeten Sätze analysierten die Autoren dann mittels der erwähnten Maße. Rein auf Ergebnisse zu den unterschiedlichen Komplexitätsmaßen bezogen, wurden auch hier Altersgruppenunterschiede in beiden Studien abgeleitet. Im ersten Experiment der früheren Studie bildeten die älter eingeordneten Probanden nach Kemper et al. (2003: P260 - 64) kürzere Äußerungen und sie erreichten niedrigere Werte in allen Maßen, wenn mehr als drei Stimuluswörter präsentiert wurden. Das wurde dahingehend interpretiert, dass die Komplexität eine Art Limit aufweist und nicht weiter zunimmt trotz der Vorgabe von mehr Stimulusmaterial. Im zweiten Experiment führten nach Kemper et al. (2003: P264 - 66) z. B. Verben, die Komplemente benötigen, nur in der jüngeren Gruppe zu einer stetigen Zunahme der Komplexität in der ID und im DSS. Der deutliche Unterschied zum DL, bei dem sich nach Kemper et al. (2003: P265f.) beide Gruppen gleich verhalten, ist besonders interessant: „DLevel scores for all participants increased with set size and with verb type.“ Die Untersuchung in Kemper et al. (2004) führt zu demselben Ergebnis eines Altersgruppenunterschieds aufgrund einer Komplexitätsbegrenzung, der jedoch hier auf den erhobenen Unterschied zwischen Links- und Rechtsverzweigungen bezogen wird. Im Vergleich zur Gruppe der jüngeren Probanden, bei denen eine Komplexitätszunahme bei linksverzweigenden Stimulus - Satzstämmen analysiert wurde, zeigen die älteren diesen Effekt nicht: „The length, content, and complexity of older adults' responses did not vary with locus of embedding“ (Kemper et al. (2004): P223). Die Ergebnisse dieser Elizitationsexperimente, die eine Kontrolle von Faktoren wie dem Kontext ermöglichen, dafür jedoch keine natürli-

che Sprachproduktion erheben, deuten auf mögliche Abnahmen in einigen Aspekten der Verarbeitung sprachlicher Komplexität mit dem Alter hin. Allerdings liegen die beiden Altersgruppen sehr stark auseinander und es ist nicht klar, welchen Einfluss die Gedächtnisaufgabe im Zusammenspiel mit insbesondere der Manipulation syntaktischer Komplexität (Anzahl der Wörter und Anzahl/ Art der Einbettung) im Experiment spielt.

Keine bzw. schwache Effekte für das Alter finden sich in einigen auch teils aktuelleren und größer angelegten Studien zu sprachlicher Komplexität und kognitiven Fähigkeiten. **Mitzner und Kemper (2003)** konnten in Bezug auf eine Stichprobe von 118 Teilnehmerinnen aus der Nonnenstudie in einer bestimmten Altersspanne von 78 - 91 Jahren zu abweichenden Ergebnissen für die Maße DL, ID, MLUw und MCU gelangen. Sowohl mündliche als auch schriftliche Sprachbeispiele der Nonnen zeigten in allen diesen Maßen keinen Alterseffekt für die untersuchte Stichprobe und den einbezogenen Altersbereich. Daraus schließen die Autoren, dass sich ein Alterseffekt, der aufbauend auf einigen der oben angeführten Studien grundsätzlich akzeptiert wird, in dieser Altersspanne nicht mehr zeigt: „[. . .] the age - related decline may slow down or asymptote in late life“ (Mitzner und Kemper (2003): 471). Für eine Gruppe von 87 Erwachsenen, die in einem vergleichbaren Altersbereich liegen (im Mittel 74 Jahre alt), konnten **Chand et al. (2012b)** für die ID gesprochener Erzählungen mittels des AID - Manuals ebenfalls keinen Alterseffekt ableiten.

Zwei groß angelegte, longitudinale Studien, die die ID mittels CPIDR auswerteten, relativieren die oben beschriebenen Alterseffekte bei der sprachlichen Komplexität letztendlich deutlich. **Spencer et al. (2012)** untersuchten insgesamt 127 Erwachsene, anfangs in einem Alter zwischen 45 - 50 Jahren, und pro Proband fünf Texte über einen Zeitraum von 16 Jahren. Bezogen auf die nach den fünf Beobachtungszeitpunkten gruppierten Daten aller Probanden konnte keine Veränderung der ID mit dem Alter festgehalten werden, sondern nur Variationen auf individueller Ebene mit der Zeit: „PD was found to be a stable measure over time when comparing the grouped data, but there was between - and within - subject variation over time“ (Spencer et al. (2012): 743). Dieser Variationseffekt wird zu einem Großteil auf den Einfluss der individuell produzierten Textlänge (siehe Abschnitt 2.2.2.3) zurückgeführt. **Ferguson et al. (2014)** korrigieren diesen Faktor in Texten von über 19.000 Frauen direkt. Die Erhebung erfolgte ebenfalls in fünfjährigen Abständen über 16 Jahre für jede Probandin, allerdings werden zusätzlich drei Altersgruppen (18 - 23, 45 - 50 und 70 - 75 Jahre) unterschieden und verglichen. Damit ließ sich al-

so genauer erheben, ob longitudinale Effekte in bestimmten Altersgruppen stärker auftreten als in anderen. Ausschließlich ein schwacher Effekt des Alters konnte unter Einbeziehung z. B. des Faktors Länge nur für die Gruppe der älteren Erwachsenen zwischen 70 - 75 Jahre abgeleitet werden. Eine weitere Abnahme über dieses Alter hinaus konnten Ferguson et al. (2014: 107, 115) nicht beobachten. Dieses Ergebnis sollte nach den Autoren dahingehend interpretiert werden, dass die ID relativ stabil bleibt im Beobachtungszeitraum: „This suggests that PD for this population of women was relatively more stable over the adult lifespan than has been reported previously even in late old age“ (Ferguson et al. (2014): 107).

Interessante Hinweise, warum teils widersprüchliche Ergebnisse vorliegen, bieten neben den genannten Punkten auch Erkenntnisse zu Unterschieden hinsichtlich der untersuchten **Modalität**. Z. B. Dixon et al. (1982: 358) argumentieren, dass nur für ihre jüngere Gruppe (unter 32 Jahre) ein Lesevorteil beim Recall unmittelbar nach der Textpräsentation zu beobachten war (dieser Vorteil nimmt zur verzögerten Präsentation hin ab), während die über 34 - Jährigen den Vorteil des Lesens überhaupt nicht zeigten. Auch Kemper et al. (1989: 63) sehen einen Zusammenhang zwischen einem Alterseffekt und der untersuchten Modalität, da ihre Gruppe von 18 - bis 28 - Jährigen einen Vorteil der geschriebenen Modalität für die Produktion von Linksverzweigungen aufweist im Gegensatz zu den 60 - bis 92 - Jährigen ohne diesen Effekt. Kemper (1987: 327) halten fest, dass das Fehlen eines longitudinalen Effekts für Einbettungspositionen in ihrer Studie im Gegensatz zu anderen Beobachtungen ebenfalls aus der Untersuchung der geschriebenen Modalität herzuleiten ist.

Einige weitere Ansätze zu möglichen konfundierenden Faktoren, die zu den recht unklaren Ergebnissen der diversen Studien dieses Abschnitts angeführt werden können, lassen sich unter dem vagen Konzept **„Kompensationsstrategien“** zusammenfassen. Der Begriff wurde im Vorhinein bereits des Öfteren erwähnt und wird auch im Zusammenhang mit möglichen Alterseffekten diskutiert. Bei Dixon et al. (1982: 358, 363) stellt sich bspw. die Hierarchisierung der Propositionen für die jüngere Gruppe der Probanden als relevant beim Recall heraus, während die älteren Erwachsenen diese nicht für eine bessere Erinnerungsleistung von übergeordneten Propositionen nutzen können. Auch Kynette und Kemper (1986) sprechen in Bezug auf die Produktion bei älteren Probanden von „Kompensation“. Sie sehen in der Verwendung von Strukturen, die von ihnen angenommene Arbeitsgedächtnisbelastungen umgehen, eine Art Ausweichstrategie, die jedoch nicht immer erfolgreich sein muss: „By using simpler ‘right - branching’ grammatical structures, the adults

were able to preserve the length of their utterances and to avoid an increase in disfluency.“ Auch wenn diese Überlegungen nicht ausgereift sind bzw. auf wenig exakten Konzepten beruhen und in den erwähnten Studien eher in den Hintergrund treten, können sie auf eine mögliche Interpretation der unterschiedlichen Befunde zu Alterseffekten bei der Verarbeitung sprachlicher Komplexität aufmerksam machen. Wahrscheinlich gibt es keine grundsätzlichen altersbedingten Veränderungen in der Produktion oder im Verstehen sprachlicher Komplexität. Je nach der untersuchten Gruppe von Probanden und in Abhängigkeit von unterschiedlichen Faktoren wie dem Studiendesign oder dem betrachteten Alter greifen möglicherweise Mechanismen und Prozesse, die eine Vergleichbarkeit in Frage stellen.[94] Zuletzt sei noch auf eine Studie von Caplan et al. (2011), die die Verarbeitung komplexer Sätze mit unterschiedlichen Einbettungen mittels SPR untersuchten und deren Ergebnisse in Einklang mit dem „Strategie“ - Argument stehen, verwiesen. Eine interessante Erkenntnis der Autoren ist, dass möglicherweise die Wahl der Aufgabe (Plausibilitätsurteil versus Verifikationsfrage) Auswirkungen auf abweichende Alterseffekte haben könnten. Unterschiede in der Verarbeitung stehen dann nicht mehr mit der Komplexität der Sätze in Zusammenhang, sondern mit Kompensationsstrategien aufgrund von unterschiedlichen Ansprüchen durch die Aufgaben (vgl. Caplan et al. (2011): 449).

[94]Bestätigungen für diese Annahme sind in verschiedenen Lesestudien zu finden. In einer ET - Studie argumentieren z. B. Rayner et al. (2006: 448), die sich allerdings auf die Wortebene beziehen, dass keine altersbedingte Verschlechterung des Leseverstehens zu beobachten ist, da ältere Erwachsene (zwischen 70 - 90 Jahren) eine „more risky reading strategy“ zum Ausgleich potenzieller Defizite wählen können. Deren von jüngeren Probanden abweichende Augenbewegungen weisen für die Autoren darauf hin. DeDe (2014) zeichnen ebenfalls ein differenziertes Bild zu altersbedingten Abnahmen in der Sprachverarbeitung, die genauso auf diese „riskanten Strategien“ zurückgeführt werden. Sie untersuchten mit der SPR - Methode Verletzungen des late - closure Präferenzprinzips, das von Frazier (1987) formuliert wurde. Ein allgemeines Defizit scheint auch hier nicht ableitbar zu sein. Nach DeDe (2014: 436) ist die Verarbeitung stark abhängig von bestimmten „expectations based on probabilistic cues“, die von unterschiedlichen Altersgruppen auf unterschiedliche Art und Weise herangezogen werden können. Ältere bauen möglicherweise stärker auf diesen Hinweisen auf, was ihnen einerseits einen Vorteil bringen kann, wenn die Vorhersagen daraus richtig sind, aber ebenfalls riskanter ist, wenn sich diese als falsch erweisen. Nach DeDe (2014: 450) ergibt sich daraus wiederum eine Kompensationsstrategie: „In sum, this study suggests that older adults are able to use their accumulated knowledge of language to compensate for age - related declines in sentence comprehension ability.“

2.3.2. Einfluss kognitiver Beeinträchtigungen

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen unklaren, schwachen oder nicht auftretenden, rein altersbedingten Veränderungen oder Unterschieden zeigt sich in Bezug auf Zusammenhänge zwischen neurokognitiven Beeinträchtigungen bzw. Erkrankungen und sprachlicher Komplexität ein deutlicheres Bild. In einigen **Querschnittsstudien** konnte sowohl gezeigt werden, dass Patienten, die Diagnosekriterien einer Demenz - bzw. Alzheimer - Krankheit (AK) erfüllten[95], geringere Werte in verschiedenen Maßen (u. a. dem Satzlängenmaß MLU, den syntaktischen Maßen MCU und DL oder der ID) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe gesunder Probanden aufwiesen als auch, dass eine Abstufung im Verhältnis zum Schweregrad der Beeinträchtigung möglich war. Lyons et al. (1994) leiteten bspw. in Abhängigkeit vom Ausmaß der kognitiven Beeinträchtigung aus gesprochenen Interviews geringere Werte in den beiden Längenmaßen MLU und MCU, dem syntaktischen Maß DSS sowie der Anzahl an Propositionen pro Äußerung ab. Einen ähnlichen Effekt konnten Chand et al. (2012b) für zwei Gruppen von Probanden mit Demenz und leichter kognitiver Beeinträchtigung für die ID mündlicher Erzählungen festhalten. Im Gegensatz dazu war in der groß angelegten Studie von Spencer et al. (2015) kein Effekt von Demenz (Selbstreport) mittels automatischer CPIDR ID - Analyse kurzer schriftlicher Texte festzustellen. U. a. der Faktor der Beitragslänge überlagerte nach den Autoren mögliche Einflüsse. Im Bereich des Sprachverstehens zeigten Johnson et al. (2003), dass Probleme im Prosa - Recall von Propositionen sowohl bei unmittelbarer Wiederholung als auch nach kurzer Pause mit zunehmender Schwere dementieller Symptome graduell stärker ausgeprägt sind als bei gesunden Probanden, auch wenn es Unterschiede in Bezug auf die Art des Recalls zu den verschiedenen Zeitpunkten gab.[96]

Mitzner und Kemper (2003) bestätigen einen Zusammenhang zwischen Veränderungen des kognitiven Zustands und Komplexität auch in der schriftlichen Sprache. Ein Unterschied zeigt sich jedoch zwischen verschiedenen Maßen im Verhältnis zur **Modalität**. Verringerte Leistungen in neuropsychologischen Tests, z. B. dem

[95] Häufig werden eher leichte Formen der Beeinträchtigung oder der AK einbezogen, damit die Sprachproduktion noch in ausreichendem Maße für eine Analyse möglich ist.

[96] Das Ergebnis steht nach Johnson et al. (2003: 89) auch im direkten Gegensatz zu Alterseffekten, die hauptsächlich für die zweite Bedingung abgeleitet werden konnten: „In contrast to what was seen in normal aging, the effect of dementia was primarily one of dampening of immediate prose recall with little additional effect after the delay interval.“

MMSE („Mini Mental State Examination“) von Folstein et al. (1975)[97], wiesen Korrelationen mit niedrigeren Werten der syntaktischen Maße MLU, MCU und DL in mündlichen Sprachproben auf. Entgegen dieser Beobachtung zeigte die ID nur in schriftlichen Sprachproben einen Zusammenhang und das DL hier gar keinen.

In Bezug auf diese querschnittlich angelegten Studien kann abgeleitet werden, dass sich in der Sprachproduktion und im Sprachverstehen in verschiedenen Maßen Auswirkungen neurodegenerativer Erkrankungen wie Alzheimer und kognitiver Beeinträchtigungen auf die erhobenen linguistischen Fähigkeiten manifestieren können. Lyons et al. (1994: 279) führen diesen Zusammenhang z. B. auf eine allgemeine kognitive Abnahme bei erkrankten Probanden zurück: „The observed declines in the length and complexity of the oral language of demented adults appear to be related to general cognitive decline associated with Alzheimer's disease.“ Allerdings ist zu beachten, dass für eine Verwendung als diagnostischer Marker (vgl. Lyons et al., 1994; Chand et al., 2012b) der Aspekt der Sprachprobenlänge wiederum zu beachten sein wird.

Von besonderem Interesse für die vorliegende Arbeit sind vor allem Erkenntnisse, die im Rahmen **longitudinal** angelegter Untersuchungen abgeleitet wurden. Sie deuten auf einen bedeutsamen und diskutablen Zusammenhang hin zwischen neurodegenerativen Erkrankungen im höheren Alter und geringer sprachlicher Komplexität in einem Lebensabschnitt, zu dem noch keine klinischen Symptome ausgeprägt waren. Im Rahmen der Nonnenstudie (siehe Abschnitt 2.3) konnten Snowdon et al. (1996, 2000), Kemper et al. (2001a) und Riley et al. (2005) Korrelationen ableiten zwischen niedrigeren ID- und DL-Werten in den Autobiografien, die mit ca. 20 Jahren verfasst wurden, und, ungefähr 60 Jahre später, kognitiven Veränderungen in Richtung einer AK, die in neuropsychologischen Tests diagnostiziert und/oder neuropathologisch[98] bestätigt wurde. Stärkere und konsistentere Effekte zeigte bei

[97] Der MMSE von Folstein et al. (1975) wird häufig bei der klinischen Diagnose von Demenz bzw. Alzheimer eingesetzt und soll eine Einordnung verschiedener kognitiver Fähigkeiten (z. B. Orientierung, Aufmerksamkeit, Sprache) mittels elf kurzen Fragen ermöglichen. Die neuropsychologische Testbatterie der Nonnenstudie enthielt dieses Instrument ebenfalls zur Einordnung des kognitiven Zustands der Nonnen (vgl. Snowdon et al., 1996; Kemper et al., 2001a; Mitzner und Kemper, 2003). Folstein et al. (1975) hielten bei der Vorstellung des Tests außerdem fest, dass der Schweregrad der kognitiven Beeinträchtigung in Abhängigkeit von der Erkrankung mit den Werten des MMSE korrelierte, sich jedoch auch eine Verbesserung über einen Behandlungszeitraum hinweg darin abbilden ließ.

[98] Snowdon et al. (2000: 36) geben folgende pathologische Kriterien für eine AK-Diagnose in ihrer Studie an: „[...] abundant senile plaques in at least one of three lobes of the neocortex

Einbeziehung beider Maße eindeutig die ID (z. B. Snowdon et al., 1996). Riley et al. (2005) deckten in ihrer Studie darüber hinaus ein erweitertes Spektrum an kognitiven Funktionen von intakt über leicht und global beeinträchtigt bis hin zu Demenz ab. Allgemein zeigen die Ergebnisse nach Riley et al. (2005: 344) einen zunehmend starken Zusammenhang von niedrigen ID - Werten und einem erhöhten Risiko einer kognitiven Beeinträchtigung im späteren Leben: „The prevalence of low idea density increased as the severity of cognitive impairment increased." Eine signifikante Korrelation konnte allerdings nur dann festgestellt werden, wenn neuropsychologische Tests, die eine verzögerte Gedächtnisaufgabe beinhalten[99], eine Einschränkung zeigten und war am deutlichsten für Probanden mit später diagnostizierter Demenz.[100] Engelman et al. (2010) erweiterten die auf Nonnen beschränkten Befunde mit einer ähnlichen Vorgehensweise auf eine kleine Gruppe von hauptsächlich Männern, allerdings durch eine ID - Auswertung mittels CPIDR. Die Ergebnisse aller dieser longitudinalen Studien sind für die vorliegende Arbeit von herausragender Relevanz, denn sie deuten auf das **prädiktive Potenzial** der verwendeten Komplexitätsmaße und insbesondere der ID hin, kognitive Veränderungen im späteren Leben und vor allem die Entwicklung einer neurodegenerativen Erkrankung vorherzusagen. Dennoch ist anzumerken, dass es sich bislang ausschließlich um Korrelationen handelt, deren fraglicher Ursprung weiter unten näher beleuchtet wird.

Zuerst sollen jedoch weitere longitudinale Studien zum Thema angeführt werden, die einen deutlich **kürzeren Zeitraum** der Veränderung des kognitiven Zustands betrachten. In Kemper et al. (2001b) wird bspw. die Entwicklung der DL - und ID - Werte mündlicher Sprachproben der bereits an Demenz erkrankten Probanden über eine Spanne von nur zweieinhalb Jahren hinweg beobachtet. Die halbjährigen Erhebungen deuten im Vergleich zum gesunden Altern auf eine beschleunigte Verringerung der Komplexität hin. Insbesondere die ID zeigt eine lineare Abnah-

(i. e., frontal, temporal, or parietal); some neuritic plaques in the neocortex; and some neurofibrillary tangles in the neocortex." Snowdon et al. (1996: 531) und Riley et al. (2005: 344) berichten ebenso, dass Probanden mit niedrigeren im Vergleich zu denen mit höheren ID - Werten mehr Neurofibrillenbündel im Hippocampus and Neocortex aufwiesen (vgl. für einen Überblick zu diesen neuropathologischen Veränderungen und klinischen Symptomen bei der AK Lehrner et al., 2011).

[99] Als Beispiel für einen solchen Test erwähnen Riley et al. (2005: 342) den „delayed word recall" unter Verweis auf Rosen et al. (1984), die einen „word - recall task", bei dem 10 Wörter kurz gelesen und dann wiederholt werden sollen, definierten.

[100] Sogar die allgemeine Sterblichkeitsrate konnten Snowdon et al. (1999: 104) mit einer verringerten ID mit 20 Jahren in Verbindung setzen: „A one - unit decrease in idea density in early life (i. e., one fewer idea expressed per 10 words in a sentence) was associated with a 49 % increase in the mortality rate."

me über die Zeit. Die Gegenüberstellung von Probanden, die unter beginnenden Symptomen einer neurodegenerativen Erkrankung leiden und solchen, die eine diagnostizierbare Demenz aufweisen, konnte in Farias et al. (2012) dieses Bild etwas differenzieren. Die ID mündlicher Erzählungen zeigte bei ersterer Gruppe im Vergleich zu Kontrollprobanden anfangs keinen Unterschied im Gegensatz zu geringeren Werten bei den bereits an Demenz erkrankten Patienten. Der Beginn einer solchen kognitiven Veränderung scheint folglich nach Farias et al. (2012: 283) noch keine Auswirkungen auf die inhaltliche Komplexität zu haben: „This suggests that ID does not appear to be substantially altered in the early stages of a neurodegenerative disease process.“ Eine genaue Analyse der globalen kognitiven Funktion und unterschiedlicher kognitiver Fähigkeiten, die u. a. verschiedene Gedächtnisaspekte umfassten, konnte jedoch für die beeinträchtigten Gruppen über den kurzen Beobachtungszeitraum hinweg eine Relation zur Entwicklung der ID offenbaren: „Lower ID was associated with greater subsequent decline in global cognition, semantic memory, episodic memory, and spatial abilities“ (Farias et al. (2012): 677). Allerdings war diese Verbindung der ID zur Veränderung im kognitiven Zustand deutlicher ausgeprägt bei leicht kognitiv beeinträchtigten und sogar gesunden Probanden. Die Ergebnisse dieser Studien deuten darauf hin, dass die ID über kürzere Zeiträume hinweg zwar als Marker kognitiver Veränderungen auch bei Patienten mit Demenz herangezogen werden kann. Sie ist jedoch interessanterweise eher als Maß zu sehen, das sensitiv für Veränderungen ist, die vor der Diagnose dieser Erkrankung liegen oder ohne diese stattfinden.

Zur Frage, was möglicherweise einer vor allem niedrigen ID in jüngerem Alter und der damit zusammenhängenden Vorhersage kognitiver Veränderungen bzw. dem Ausbruch einer Demenzerkrankung im späteren Leben zugrunde liegt, können vorerst Annahmen aus Arbeiten im Rahmen der Nonnenstudie betrachtet werden. Neben der eher unspezifischen Interpretation, dass die geringeren linguistischen Fähigkeiten auf „Risikofaktoren“ hindeuten (vgl. Riley et al. (2005): 346; Kemper et al. (2001a): 236), findet sich insbesondere ein Erklärungsansatz. Snowdon et al. (1996) führen die Hypothese einer **„cognitive or neurological reserve capacity“** in die Diskussion ein. Die Größe dieser Kapazität solle demnach besonders gut durch sprachliche Fähigkeiten, die sich in Komplexitätsmaßen wie der ID abbilden lassen, messbar sein. Wenn sie im frühen Erwachsenenalter stärker ausgeprägt ist, könnten verschiedene Mechanismen dafür sorgen, dass trotz neuronaler Veränderungen im Zusammenhang mit einer potenziellen degenerativen Erkrankung keine Symptome ausgeprägt oder offensichtlich werden: „A high level of linguistic ability

in early life may act as a buffer to cognitive decline by facilitating mnemonic processes for encoding, organizing, and retrieving information“ (Snowdon et al. (1996): 528). Die Aussagekraft dieser Hypothese ist allerdings deutlich eingeschränkt, da zum einen die zugrunde liegenden Prozesse nur unpräzise dargestellt und nicht näher definiert werden. Zum anderen bleibt auch für Snowdon et al. (1996, 2000) die Frage weitestgehend unbeantwortet, ob eine Erklärung über eine neurokognitive Reserve anzunehmen ist oder neuropathologische Veränderungen bereits früh Einfluss auf die sprachliche Komplexität ausüben, auch wenn noch keine Symptome diagnostizierbar sind. Letztere Erklärung wird sogar präferiert.[101]

Einen direkten Bezug zu einem Ansatz von Stern (2002, 2006, 2009), der den Begriff der **„kognitiven Reserve“** etwas ausarbeitet, stellen einige aktuellere Studien her (vgl. Engelman et al., 2010; Chand et al., 2012b; Farias et al., 2012). Da das Konzept insofern eine Bedeutung als Grundmotivation einiger Forscher für die Untersuchung von kognitiven Veränderungen in Relation vor allem zur ID hat, soll im Folgenden kurz darauf eingegangen werden. Dennoch ist an dieser Stelle bereits zu betonen, dass es sich bis zum jetzigen Zeitpunkt um eine strittige und empirisch eigentlich nicht belegbare Hypothese handelt.

Die Theorie basiert grundsätzlich auf der interessanten Beobachtung, dass es Menschen zu geben scheint, die pathologisch nachweisliche Hirnschäden zeigen, bei denen aber dennoch keine klinisch diagnostizierbaren kognitiven Auffälligkeiten ausgeprägt sind. Das führt zur Vermutung, dass diese Menschen möglicherweise etwas aufweisen, das sie vor den Konsequenzen der Hirnläsionen in gewissem Sinne „schützt“. Stern (2002, 2006, 2009) unterscheidet zwischen verschiedenen, aber interagierenden Modellen, die diesen Umstand erklären könnten, er argumentiert jedoch insbesondere für Prozesse im Sinne der „cognitive reserve“, die Schäden „aktiv“ ausgleichen im Gegensatz zu einer einfach passiv zur Verfügung stehenden Reserve an Hirnsubstanz[102] (Stern (2002): 448). Das Konzept der kognitiven

[101] Auch Snowdon et al. (1999: 112) sehen in frühen linguistischen Fähigkeiten einen Marker für eine Entwicklung, die zu einer erhöhten Sterblichkeitsrate beiträgt aufgrund von neurodegenerativen Veränderungen durch die AK.

[102] Ein passives Reserve-Modell fasst Stern (2002: 448), Stern (2006: 112) oder Stern (2009: 2016) unter dem Konzept der „brain reserve“ zusammen. Sie beinhaltet passive Prozesse, die es ermöglichen, dass trotz z. B. einer Verringerung der Hirnsubstanz ein normaler kognitiver Status aufrecht erhalten bleibt. Erst wenn ein individuell variierender Schwellenwert tolerierbarer Läsionen, die sich quantitativ und bei jedem in gleichem Maße aufsummieren, überschritten wird, zeigen sich Auswirkungen. Der individuellen Unterschiedlichkeit der Kapazität dieser Reserve werden eher globale neuronale Eigenschaften zugeschrieben: z. B. die Größe des Gehirns, die Anzahl an Synapsen, der Kopfumfang oder dendritische Verzweigungen (Stern (2002): 449; Stern (2006): 113; Stern

Reserve setzt sich nach z. B. Stern (2002: 448 - 453) wiederum aus zwei verschiedenen Mechanismen zusammen: Entweder werden „brain networks“, die auch bei Menschen ohne Hirnschädigungen bei der Verarbeitung herangezogen werden, in anderem Maße genutzt „to optimize or maximize normal performance“ oder es werden tatsächlich zusätzliche „alternate brain networks“ konsultiert (vgl. Stern (2006): 112 oder für eine etwas genauere Herleitung möglicher Grundlagen der Prozesse Stern (2009): 2016f., 2019, 2021). Ersteres wird als **„Reserve“** bezeichnet und umfasst den Aufbau neuronaler Areale, d. h. „variability in synaptic organization, or in relative utilization of specific brain regions“ (Stern (2002): 451), letzteres ist hingegen mit dem Begriff **„Kompensation“** belegt.

Trotz der unzureichenden Ausarbeitung und Belegbarkeit erscheint der Ansatz der kognitiven Reserve bezüglich zweier Überlegung sehr interessant für die vorliegende Arbeit: Er impliziert eine Veränderbarkeit der Kapazität, die potenziell durch das **Trainieren** verschiedener kognitiver oder speziell verbaler Fähigkeiten beeinflussbar sein könnte. In Bezug auf Studien zur AK sollte darüber hinaus die pathologische Diagnose und klinische Manifestation nach der vorgestellten Theorie unter Beachtung einer **individuell** unterschiedlichen kognitiven Reserve interpretiert werden: „The reserve model predicts that because there are individual differences in reserve capacity, there will be individual differences in the amount of pathology required for the initial expression of clinical symptoms and the subsequent diagnosis of disease.“ (Stern (2009): 2017).

In einer Studie von **Iacono et al. (2009)**, die auf Daten der Nonnenstudie basiert, wurde die Hypothese der kognitiven Reserve als Grundlage der beobachteten Verbindung zwischen frühen linguistischen Fähigkeiten und späteren kognitiven Veränderungen direkt überpüft. Sie verglichen kleine Gruppen von Probanden mit sogenannter „asymptomatischer“ AK (engl. *asymptomatic Alzheimer's disease*, ASYMAD)[103], tatsächlicher AK, leichter kognitiver Beeinträchtigung und stellten diese auch normalen Kontrollen gegenüber. Nur zu einem geringen Teil der untersuchten Stichprobe (14 Nonnen) standen auch schriftliche Sprachproben aus den zwanziger Jahren der Nonnen, die dann mittels der Maße DL und ID analysiert werden konnten, zur Verfügung. Im Vergleich zu den beiden Gruppen mit kogniti-

(2009): 2017). Dieser Reservebegriff wird als untergeordnet angesehen, da er „potential qualitative differences between different types of brain damage“ und Verarbeitungsaspekte angesichts von Läsionen außer Acht lässt (Stern (2002): 450).

[103] Die ASYMAD - Probanden mussten die Eigenschaft aufweisen, dass sie bis kurz vor ihrem Tod keine klinischen Symptome der Erkrankung zeigten, aber pathologische Kriterien nach Versterben erfüllten.

ven Beeinträchtigungen im späteren Leben konnte eine signifikant höhere ID in den Sprachproben der zwei ASYMAD-Nonnen und sechs gesunden Kontrollen festgestellt werden (Iacono et al. (2009): 656, 658). Wiederholt erweist sich die ID also als besserer Marker. Darüber hinaus konnte nach dem Versterben der ASYMAD-Nonnen eine signifikante Hypertrophie[104] der Neuronen einer Region des Hippocampus festgestellt werden. Iacono et al. (2009: 668) sehen dies als Ausprägung der kognitiven Reserve, die vor den Konsequenzen von Läsionen durch eine AK möglicherweise schützt.

Das **Maß der ID** lässt sich allgemein als am besten geeigneter Marker zur Operationalisierung der auf diese Weise definierten kognitiven Reserve über die gesamte Lebensspanne hinweg hervorheben. Z. B. halten Farias et al. (2012: 284) einerseits fest: „ID in early life serves as some marker of one's 'baseline' level of cognitive reserve", schließen jedoch andererseits aus ihren Ergebnissen: „ID – even when measured in late life – continues to be associated with subsequent trajectories of cognitive change."[105] Darüber hinaus ist die **Literalität**, die in Stern (2002: 455) als weiteres Maß der kognitiven Reserve diskutiert und in Stern (2006: 113) und Stern (2009: 2017) gegenüber dem Faktor Bildung präferiert wird, möglicherweise mit dem Maß der ID in Verbindung zu bringen. Zusammengenommen lässt sich aus den diskutierten Studien wiederholt die Bedeutung der ID, die sich im Laufe der Zeit herausgebildet hat, hervorheben. Zum Ansatz einer „kognitiven Reserve" ist jedoch noch einmal zu betonen, dass sehr umfassende und komplexe Prozesse oder Mechanismen angenommen werden, die schwer zu untersuchen bzw. zu definieren sind (vgl. zur Kritik am Konzept Spencer et al. (2015: 86), aber auch Stern (2002, 2006, 2009) zu methodologischen Herausforderungen).

Zuletzt muss gesagt werden, dass nicht nur neurodegenerative Beeinträchtigungen mit sprachlicher Komplexität korreliert wurden, sondern auch Studien zu **anderen psychischen oder psychiatrischen Störungsbildern** zu finden sind. Insbesondere die Sprache schizophrener Patienten wurde untersucht, wobei bislang abweichende Ergebnisse zu berichten sind. Cohen et al. (2014) und Moe et al. (2016) beschreiben eine niedrigere ID (analysiert mittels CPIDR) in natürlichen Erzäh-

[104] Definition des Begriffs „Hypertrophie" nach Schwab (2011: 1791): „Increase in size of an organ or tissue due to an increase in the size of cells while the number stays the same."

[105] Der Bildungsstand, erhoben in Bildungsjahren, als weitere Möglichkeit die Reservekapazität zu erheben (vgl. Stern (2002): 451, 455; Stern (2006): 112f.), wird in diesen Studien größtenteils abgelehnt (z. B. Farias et al., 2012). Wie oben bereits diskutiert, stellt sich dieser Faktor im Allgemeinen als wenig einflussreich für den Bereich der sprachlichen Komplexität heraus.

lungen bei Patienten mit der Erkrankung im Vergleich zu einer Kontrollgruppe. Im Gegensatz dazu finden Covington et al. (2007, 2009) in spontansprachlichen Bildbeschreibungen sowohl mit einer manuellen, Tagger-basierten als auch automatischen CPIDR-Auswertung der ID keinen solchen Effekt. Für den Bereich des Sprachverstehens kann eine Studie von Condray et al. (1996) angeführt werden, die allerdings nur eine kleine Stichprobe und ein einfaches Konzept von Komplexität – definiert über das Vorhandensein von Einbettungen – verwenden. Die Ergebnisse deuten auch in diesem Bereich an, dass es keinen Unterschied in der Verarbeitung zwischen an Schizophrenie erkrankten Patienten und Kontrollprobanden gibt. Abweichende Ergebnisse sind möglicherweise jedoch auf die Heterogenität der Erkrankung, die untersuchten Stichproben und verwendeten Methodiken zurückzuführen (vgl. Moe et al., 2016).[106]

2.3.3. Zur Annahme von Arbeitsgedächtniseffekten

Ansätze zur Komplexitätsthematik in der psycholinguistischen Satzverarbeitungsforschung haben grundsätzlich einen Ursprung in der Annahme, dass der Verarbeitungsunterschied zwischen links- und rechtsverzweigenden Strukturen (siehe Abschnitte 2.2.1.1 und 2.2.2.1) auf höhere **Arbeitsgedächtnisanforderungen oder -kosten** zurückzuführen ist (vgl. Kemper et al., 1989; Cheung und Kemper, 1992). Bei ersteren erscheint eine Abspeicherung oder Aufrechterhaltung der Aktivierung von bereits verarbeiteten linguistischen Items im Gedächtnis notwendig über eine gewisse Zeitspanne bzw. neuen Input hinweg, bevor eine Interpretation möglich ist. Alle oben präsentierten syntaktischen Komplexitätsmaße bauen letztendlich auf dem Ansatz, der einem potenziellen Arbeitsgedächtnis (AG) mit beschränkter Kapazität eine erklärende Rolle bei der Satzverarbeitung zuweist, auf. Yngve (1960) bspw. verwendet zwar noch einen anderen Begriff, „temporary storage“, geht jedoch davon aus, dass die Kapazität dieses Gedächtnisses bei der Sprachverarbeitung nicht unendlich ist und unter Umständen überschritten wird.[107] Komplexität beim Sprachverstehen ergibt sich in ihrem Ansatz direkt aus der Höhe des ma-

[106] Cohen et al. (2014) berichten darüber hinaus Analysen zu weiteren psychischen Störungen. Eine niedrigere ID kann demnach auch bei Patienten mit unipolarer Depression oder bipolaren Störungen festgestellt werden.

[107] Drei Annahmen leitet Yngve (1960: 450) daraus ab: *Erstens* könne durch die Tiefenwerte des Yngve-Maßes bestimmt werden, an welchem Punkt der Speicher maximal gefordert wird. *Zweitens* sollte dieser Wert in der jeweiligen Sprache nicht überschritten werden, um Probleme beim Sprachverstehen zu vermeiden. *Drittens* sollte der Maximalwert im Bereich einer Spanne liegen, die zu dieser Zeit als „immediate memory“ bezeichnet wurde.

ximalen Tiefenwerts eines Satzes und dem darüber definierten Anspruch an das Kurzzeitgedächtnis.

Ein besonders deutlicher AG - Ansatz ist in Gibsons aktivierungsbasierten Theorien, der **„Syntactic Prediction Locality Theory (SPLT)“** von 1998 und der 2000 vorgestellten **„Dependency Locality Theory (DLT)“**, zu sehen (siehe auch Abschnitt 2.2.1.2). Zwei Komponenten der Satzverarbeitung werden mit „Kosten“, d. h. einer verstärkten Nutzung vorhandener Rechenressourcen, in Verbindung gebracht. Sowohl die Abspeicherung im Gedächtnis[108] als auch die Integration von linguistischen Elementen in die Satzstruktur (zur Herstellung von „head - dependent“ Relationen) stellen nach Gibson (1998: 1) Ansprüche an das angenommene AG in starker Abhängigkeit vom Zeitraum über den Aktivierung dieser Items zusätzlich zu neu hinzukommenden aufrechterhalten oder wieder angesammelt werden muss. Gemessen wird das über strukturelle Distanz bzw. dazwischen liegende Diskursreferenten. Wie beim Maximalwert von Yngve kann es dann nach Gibson (1998: 16) dazu kommen, dass bei einer Überschreitung der zur Verfügung stehenden Ressourcen Schwierigkeiten entstehen: „If more memory resources are required than the available working memory capacity, then processing breakdown eventually results [. . .].“

Auch der Ansatz von **Hawkins (2003)** zur Komplexitätsverarbeitung, der in Abschnitt 2.1.5 vorgestellt wurde, lässt letztendlich einen zugrunde liegenden AG - Ansatz erkennen. Die einzelnen Effizienz- und Komplexitätsprinzipien werden in Verbindung mit der Annahme eines AGs gesetzt. Durch die Minimierung von Verarbeitungsdomänen soll in den verschiedenen Bereichen erreicht werden, dass der Anspruch an das AG durch weniger simultane Prozesse möglichst gering ist (vgl. Hawkins (2003): 125, 130f., 134). Darüber hinaus wurde in vielen der bereits diskutierten Studien (z. B. Kemper et al., 1989; Cheung und Kemper, 1992; Snowdon et al., 1996; Kemper et al., 2001b; Kemper und Sumner, 2001) ein **Faktor „Arbeitsgedächtnisspanne“** einbezogen und mit Komplexität in der Sprachverarbeitung in Zusammenhang gebracht. Meist setzten die Autoren einfache Zahlenspannentests, z. B. die *backward/forward digit span*, oder verbale Spannenmaße, z. B. die *reading/sentence span* (siehe unten), ein und korrelierten diese mit sprachlichen Komplexitätsmaßen sowie anderen Faktoren. Sowohl Veränderungen aufgrund normalen Alterns als auch die Ausgangswerte der syntaktischen Komplexität, mit

[108] In Gibson (1998) bezieht sich das auf den Abstand von der Vorhersage obligatorischer syntaktischer Kategorien bis zu deren Erfüllung. Bei Gibson (2000) ist damit einfach die Abspeicherung notwendiger, vorhergesagter syntaktischer Kategorien bis zum Erreichen eines grammatischen Satzes gemeint.

denen erwachsene Probanden in eine Untersuchung starten, werden bspw. auf Beschränkungen der auf diese Weise erhobenen AG-Kapazität zurückgeführt. Z. B. Cheung und Kemper (1992: 69) halten in Bezug auf die von ihnen untersuchten syntaktischen Maße fest: „[...] verbal ability and working memory are correlated factors that change with advancing age and determine how speakers' sentence length, the amount of embedding, and the type of embedding vary with advancing age."

Eine **neurophysiologische Studie von Vos und Friederici (2003)** bezieht AG-Unterschiede hinsichtlich einer etwas anderen Fragestellung ein. Die Autoren untersuchten Parsing-Strategien in Objekt-erst versus Subjekt-erst Sätzen gekreuzt mit einem Vergleich von als komplexer eingestuften Komplement- versus einfacheren Relativsatzstrukturen. Sie berichten abweichende EKP- und behaviorale Effekte in zwei Gruppen mit hoher versus niedriger AG-Kapazität[109] in Abhängigkeit von der Nutzung morphosyntaktischer Markierungshinweise. Für die beiden Probandengruppen und den gewählten Komplexitätsvergleich ergeben sich nach Vos und Friederici (2003: 120) unterschiedliche Strategien und Verarbeitungsprozesse hinsichtlich der Nutzung dieser Kontextinformationen: „[...] high span readers [sic!] parsing preferences seem not to be influenced by it. Low span readers, however, show a facilitating effect of a syntactically biasing context only off-line, and only for the less complex sentences [...]."

Um diesen postulierten Zusammenhang zwischen der Verarbeitung von Komplexität und dem AG einordnen zu können, muss an dieser Stelle kurz auf theoretische Ansätze dazu, weiterführende Erkenntnisse und Möglichkeiten zur Operationalisierung der Spanne dieses kognitiven Speichers eingegangen werden. Das **Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley (1986, 1992)** kann als Basis der meisten Arbeiten angeführt werden. Nach Baddeley (1986: 12ff.) und Baddeley (1992: 556) wendet sich der Ansatz klar gegen eine Dichotomie des Gedächtnisses in ein undifferenziertes Kurzzeitgedächtnis für die vorübergehende Aufrechterhaltung von Informationen und ein Langzeitgedächtnis zur langfristigen Abspeicherung. Stattdessen wurde das Modell eines spezifischen AGs entwickelt. Das System ist allerdings in mehrere Subkomponenten gegliedert, denen spezifische Prozesse bei sowohl der Speicherung als auch Verarbeitung von Informationen im Rahmen verschiedener kognitiver (u. a. sprachlicher) Funktionen zugewiesen werden: „The term working memory implies a system for the temporary holding and manipulation of information during the

[109] AG-Unterschiede wurden durch einen Lesespannentest erhoben und über einen Grenzwert klassifiziert.

performance of a range of cognitive tasks such as comprehension, learning, and reasoning“ (Baddeley (1986): 33f.; vgl. Baddeley (1992): 565).[110] Wichtige Eigenschaften des Systems sind dessen beschränkte Kapazität (vgl. Baddeley (1986): 35) und die Dreiteilung in ein übergeordnetes Kontrollsystem, die *„central executive“ (CE)*, und zwei nebengeordnete Komponenten, die *„Articulatory Loop“ (AL)* zur artikulatorisch - phonologischen Verarbeitung und dem *„Visuo - spatial Sketch Pad“ (VSSP)* für das visuell - räumliche Gedächtnis (vgl. Baddeley (1986): 70; Baddeley (1992): 565).[111] In Bezug auf das Lesen komplexen Textmaterials schließt Baddeley (1986: 192) bspw., dass Gruppen mit vergleichsweise höherer Gedächtnisspanne den Integrationsschritt zwischen abgespeicherten und neu hinzukommenden Informationen für das Verarbeiten eines kohärenten Texts besser leisten können. Schließlich erweitert Baddeley (2000) sein Modell um eine vierte Komponente, den *„episodic buffer (EB)“*, mit ebenfalls beschränkter Kapazität. Begründet wird das z. B. durch Phänomene, die auf eine Verbindung zwischen Informationen der beiden Subkomponenten hindeuten und im Original nicht durch die CE aufgrund des Fehlens eines geeigneten Speichers erklärbar sind. Wichtige Eigenschaften dieser neuen Komponente fasst Baddeley (2000: 417) folgendermaßen zusammen:

> It comprises a limited capacity system that provides temporary storage of information held in a multimodal code, which is capable of binding information from the systems, and from long - term memory, into a unitary episodic representation. Conscious awareness is assumed to be the principal mode of retrieval from the buffer.

Ein weiteres einflussreiches Modell, das sich spezifisch mit dem Sprachverstehen im Verhältnis zur individuell unterschiedlichen AG - Kapazität beschäftigt, stammt von **Just und Carpenter (1992)**. Es weist dem System ebenfalls die zwei Funktionen Speicherung und Verarbeitung zu, die auf einem einzigen Gedächtnispool basieren.[112] Just und Carpenter (1992: 123) sehen ihr Modell speziell zum Sprachverstehen am ehesten an der Stelle der CE von Baddeley verortet, lehnen jedoch eine Aufgliederung in Subkomponenten ab. Das Konzept der Aktivierung ist für Just und Carpenter (1992: 122f.) ausschlaggebend, da diesbezügliche Beschränkungen

[110] Die beiden Funktionen des AGs in Baddeleys Modell finden nach Gibson (1998, 2000) eine Entsprechung in seiner Annahme von zwei Kosten verursachenden Satzverarbeitungskomponenten.

[111] Evidenz für das Modell wird insbesondere aus verschiedenen Studien abgeleitet, die eine Recall - Aufgabe bzw. das Lernen verschiedener Stimuli beinhalten zusätzlich zu einem „concurrent memory load“. Letzterer soll Interferenzeffekte auslösen, die durch die Beobachtung von Verarbeitungszeiten und Akkuratheitsraten sowie deren Interaktion gemessen werden.

[112] Nach Gibson (1998: 15) orientiert sich die SPLT an dieser Annahme eines gemeinsamen Ressourcenpools für die Speicherung und Integration beim Sprachverstehen.

verantwortlich für individuelle Unterschiede in der Speicherung und Verarbeitung linguistischer Items gemacht werden. In Hinblick auf temporär abzuspeichernde Elemente im AG bedeutet das, dass die Aktivierung länger zurückliegender Items aufgrund der eingeschränkten Kapazität unter Umständen aufgegeben werden muss. Die Verarbeitungsfunktion des AGs bedeutet in ihrem Modell darüber hinaus, dass Aktivierung von Items zusätzlich und gleichzeitig durch das System zugewiesen bzw. manipuliert werden kann. Beide Funktionen können nach Just und Carpenter (1992: 123) letztendlich in Interaktion dazu führen, dass die Kapazität des Speichers überschritten wird und es zu Schwierigkeiten beim Sprachverstehen kommt: „The scheme implies that when the task demands are high (either because of storage or computational needs), then processing will slow down and some partial results may be forgotten." Spezifisch in Bezug auf syntaktische Komplexität argumentieren Just und Carpenter (1992: 129f.), dass einerseits Objektsrelativsätze für Leser mit einer geringeren Kapazität aufgrund des eingeschränkten und einzigen Ressourcenpools stärkere Probleme verursachen als für Leser mit einer höheren Kapazität und dass andererseits eine Abnahme der Kapazität für die Sprachverarbeitung mit dem Alter anzunehmen ist.

Ein gegensätzlicher Ansatz, der weniger auf einer beschränkten Speicherkapazität des AGs beim Sprachverstehen und stärker auf **Interferenzeffekten** aufbaut, wird von **Lewis et al. (2006)** vorgeschlagen. Drei allgemeine kognitive Prinzipien des Gedächtnisses spielen bei der Sprachverarbeitung nach Lewis et al. (2006: 447) eine wichtige Rolle: „[...] a sharply limited attentional focus, rapid retrieval of item (but not order) information subject to interference from similar items, and activation decay (forgetting over time)." Der syntaktische Parser ist in diesem Ansatz „cue"-geleitet, da ein neu zu verarbeitendes Input-Wort vorerst nur zum Aufbau möglicher Gedächtnisrepräsentationen unter Einbeziehung des vorherigen Kontexts führt. Erst durch „retrieval-cues" der Grammatik wird der Abruf einer Repräsentation aus dem Gedächtnis von außerhalb des stark eingeschränkten Aufmerksamkeitsfokus möglich. Währenddessen können jedoch die relevanten Interferenzeffekte auftreten. Auf Basis dieser allgemeinen Verarbeitungsprinzipien führen Lewis et al. (2006: 448-452) bspw. die von Gibson (1998) diskutierten Distanz- und Speicherungseffekte allein auf „similarity-based interference" beim Abruf aktivierter Items und den Zerfall länger zurückliegender Aktivierung im AG zurück. Wie in Abschnitt 2.2.1.2 behandelt, leitet auch Gordon et al. (2001: 1422) für die Verarbeitung von Komplexität auf Satzebene beim Lesen ab, dass Interferenz im AG der bestimmende Faktor für Lesezeitveränderungen und Akkuratheit bei der

Verarbeitung zu sein scheint: „[...] properties of memory interference may play a critical role in explaining a variety of sentence complexity effects.“

Bevor auch wichtige kritische Arbeiten zur Annahme eines AGs wie in den beschriebenen Ansätzen betrachtet werden, muss an dieser Stelle kurz auf das Maß eingegangen werden, das statt der klassischen Berechnung der Zahlenspanne zur Erhebung individueller Unterschiede der AG-Spanne häufig Verwendung fand und findet. Daneman und Carpenter (1980) entwickelten den sogenannten **„Lese- bzw. Satzspannentest“** auf Basis der Annahme, dass sich die beiden dem AG zugeschriebenen Funktionen – Speicherung und Verarbeitung – beim Leseverstehen gegenseitig beeinflussen und somit ein präziseres Maß der AG-Kapazität auf diesem Verhältnis aufbauen sollte. Der Test besteht darin, dass einem Probanden eine zunehmende Anzahl an Sätzen präsentiert wird mit der Aufgabe sich jeweils das letzte Wort zu merken. Das gleichzeitige Verarbeiten der Sätze und Abspeichern des letzten Wortes soll die beiden Funktionen des AGs bei der natürlichen Sprachverarbeitung imitieren. Unterschiede zwischen Individuen in der Anzahl an Wörtern, die erinnert werden, spiegeln nach Daneman und Carpenter (1980: 464) die individuelle AG-Kapazität wider auf Basis folgender Annahme: „[...] readers are making the same computations, but [...] they differ in the speed or efficiency with which they can make those computations.“

Probleme methodologischer und konzeptioneller Art werden u. a. in einem kritischen Review von Caplan und Waters (1999) aufgeführt und diskutiert. In Bezug auf den Rahmen, in dem Sprachverarbeitung stattfindet bzw. die Ebene auf der AG-Ressourcen angesprochen werden, argumentieren sie für eine relevante Unterscheidung von AG-Systemen unter der sogenannten **„separate sentence-interpretation-resource (SSIR) theory“** (Caplan und Waters (1999): 79). Entsprechend dieses Ansatzes kann einerseits die Ableitung einer syntaktischen Struktur zur Interpretation eines Satzes als Ziel des natürlichen Sprachverstehens angesehen werden und andererseits sollten Prozesse, die auf die Interpretation folgen und zur Lösung einer verbal vermittelten Aufgabe beitragen, davon abgegrenzt und einem anderen AG-System zugeordnet werden:

> [...] there is a specialization in the verbal working memory system for assigning the syntactic structure of a sentence and using that structure in determining sentence meaning that is separate from the working memory system underlying the use of sentence meaning to accomplish other functions. (Caplan und Waters (1999): 77)

Erstere Prozesse finden nach Caplan und Waters (1999: 79) unbewusst statt, während letztere hingegen bewusst ablaufen. Aus dieser wichtigen Unterscheidung ergibt sich für sie die bereits angesprochene Kritik an der Herangehensweise, die AG - Kapazität von Probandengruppen zu untersuchen und sie danach zu klassifizieren (wie z. B. in Vos und Friederici, 2003), denn es stellt sich folgende Frage: Welche Prozesse genau werden durch die AG - Maße erhoben und betreffen diese möglicherweise einen anderen Aspekt des AGs, der nicht mit den Ressourcen zur natürlichen Sprachverarbeitung übereinstimmt? Nach der SSIR - Theorie sind Ergebnisse entsprechend aufgebauter Studien, die häufig den Modellen von Baddeley (1986, 1992) oder Daneman und Carpenter (1980) ohne eine solche Trennung von Speicherkapazitäten für die Sprachverarbeitung folgen, kritisch zu hinterfragen.

In Bezug auf die **Verarbeitung von Satzkomplexität** machen Caplan und Waters (1999: 79) eine interessante Annahme, die sich auf die oben behandelte Unterscheidung zwischen syntaktischer Komplexität auf der einen Seite und propositionalem Gehalt auf der anderen bezieht. Bei ersterer sind nach Caplan und Waters (1999: 79) eher syntaktische Verarbeitungs- und interpretative Ressourcen betroffen, während bei letzterer post - interpretative Prozesse angenommen werden, die dann andere AG - Ressourcen ansprechen. Das sollte Auswirkungen auf die Vergleichbarkeit der beiden Arten von Komplexität haben. Auf Basis der SSIR - Theorie sind außerdem nach Caplan und Waters (1999: 80) nicht notwendigerweise stark unterschiedliche Probleme mit komplexen im Vergleich zu einfacheren Satzstrukturen bei Personen mit hoher versus niedriger AG - Kapazität (z. B. gemessen durch Zahlen- oder Satzspannentests) im Sinne einer Interaktion zu erwarten, auch wenn sich Gruppeneffekte zeigen könnten. Besonders bemerkenswert in ihrem Review ist zuletzt aber, dass eher Effekte für propositionalen Gehalt in Abhängigkeit von einer AG - Kapazität, die durch z. B. die üblichen Lese- oder Zahlenspannentests erhoben wurde, berichtet und in Richtung eines gemeinsamen Ressourcenpools interpretiert werden, im Gegensatz zu einigen der oben behandelten Ergebnisse zu syntaktischer Komplexität und dem Faktor AG (Caplan und Waters (1999): 81 - 85). Das stellt die berichteten Erkenntnisse dieser Studien also nachhaltig in Frage.[113] Allerdings könnte es zu der Annahme verleiten, dass Veränderungen des propositionalen Gehalts in einem Zusammenhang mit einer Art AG stehen, wie es z. B. Snowdon

[113] Allgemeine Kritik an einer alleinigen Erklärung über AG - Anforderungen zur Verarbeitung syntaktisch komplexer Sätze (z. B. Objekts- versus Subjektsrelativsätze) üben auch die Studien von Traxler et al. (2002, 2005). Allerdings wurde in der Studie von Traxler et al. (2005) mit einer direkten Überprüfung des Einflusses der AG - Kapazität ebenfalls der zu kritisierende Satzspannentest von Daneman und Carpenter (1980) eingesetzt.

et al. (1996) annehmen. An dieser Stelle sei noch auf eine Studie von Pichora-Fuller (2003) verwiesen, die in Bezug auf die postulierte Abnahme der AG - Kapazität mit dem Alter als Ursache für zunehmende Schwierigkeiten in der Sprachverarbeitung herausarbeitet, dass eine mögliche alternative Erklärung primär perzeptuelle bzw. auditorisch - temporale Verarbeitungsdefizite sein könnten.

Schließlich ist auch differenzierte **Kritik an der Messung** von AG - Unterschieden über die verbalen Satz- oder klassischen Zahlenspannenmaße zu finden. Bereits Caplan und Waters (1999: 87) bescheinigen ersteren eine fragliche Reliabilität bzw. Stabilität und schließen: „[...] performance on a sentence span task may not be a reliable assessment of working memory capacity.“ In Waters und Caplan (2003) werden sieben bekannte AG - Maße (einfache Spannen - und komplexere AG - Maße) gegenübergestellt und an Probanden in fünf Altersgruppen getestet, um deren psychometrische Qualitäten zu bestimmen. Bei fünf der Maße kann nach Waters und Caplan (2003: 550, 561) eine leichte Abnahme über die Altersgruppen hinweg festgehalten werden und die „interne Konsistenz“ aller Instrumente (d. h. wenn z. B. für jedes einzelne Maß einerseits maximale und andererseits Item - Werte berechnet werden) ist gegeben. Die Test - Retest Reliabilität über eine Wiederholung nach sechs Wochen ist bei fast allen Maßen schwach vorhanden, erreicht aber einen deutlich zufriedenstellenderen Wert wenn ein **„composite measure“**, also ein kombiniertes Maß aus mindestens zwei Tests angewendet wird (Waters und Caplan (2003): 550, 562). Dieses kombinierte Maß lässt auch eine bessere Einteilung in AG - Gruppen durch Quartile zu, während eine Klassifikation orientiert an einem Grenzwert oder über alle Maße hinweg keinen Erfolg zeigt (Waters und Caplan (2003): 560f.). Daraus schließen Waters und Caplan (2003: 562): „[...] if subjects in a study are classified into different WM groups, the effect of WM in a particular study may depend heavily on the task used to classify the subjects into these groups.“ Die Verwendung eines „composite scores“ aus mehreren Maßen wird letztendlich empfohlen. DeDe (2014) berechnen z. B. einen solchen kombinierten AG - Score und können die Beobachtung von besonderen Verarbeitungsstrategien bei einer Gruppe von älteren Erwachsenen nun nicht mehr mit AG - Veränderungen in Verbindung bringen.

Eine letzte Studie sollte in dieser Arbeit noch besondere Beachtung finden (vgl. zu einem ähnlichen Ansatz auch Chipere, 2009). Pakulak und Neville (2010: 2728) kritisieren die allgemeine Herangehensweise den Faktor AG zu untersuchen ohne Beachtung der **„Proficiency“** eines Probanden (insbesondere bei der Untersuchung von Studierenden): „[...] none have studied differences in language proficiency,

which may be independent of resource limitations such as working memory span.“ Im Gegensatz zur Studie von Vos und Friederici (2003) (auch wenn diese die Verarbeitung komplexer syntaktischer Strukturen untersucht haben) finden die Autoren Unterschiede in den EKP - Mustern und damit der neuronalen Verarbeitung von Phrasenstrukturverletzungen in einfachen Sätzen nicht in Abhängigkeit von der individuellen AG - Kapazität, die kontrolliert wurde über einen Lesespannentest, sondern der „grammatical proficiency“ der Probanden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es sich beim AG um ein theoretisches Konstrukt[114] handelt, das gerade in Bezug auf die Verarbeitung von Sprache sehr unterschiedlichen Ansätzen unterliegt und entsprechend zu abweichenden Hypothesenableitungen und Dateninterpretationen führt. Für einige Annahmen lässt sich empirische Evidenz finden, allerdings sind diese Erkenntnisse durch die alternativen Erklärungsmöglichkeiten deutlich in Frage zu stellen. Eine weitere, gravierende Problematik ist methodischer Art. Ob einzelne Maße tatsächlich Aspekte eines AGs messen und wenn ja, welche genau oder ob andere kognitive Funktionen durch die entsprechenden Paradigmen stärker angesprochen werden, bleibt offen. Die Argumentation von Waters und Caplan (2003) für Vorteile eines „composite score“ aus mehreren AG - Maßen erscheint für die vorliegende Arbeit insofern interessant, als dass in den empirischen Teilen eine Komplexitätsbestimmung mit multiplen Instru-

[114] Ein Ansatz von McElree (1998, 2001) stellt das Konzept eines AGs ganz grundsätzlich in Frage. Eines seiner Hauptargumente ist, dass z. B. im AG - Modell von Baddeley (1986, 1992) eine Unterteilung in drei Repräsentationen im Gedächtnis (direkt im Aufmerksamkeitsfokus und am schnellsten zugreifbar > im AG zwischengespeichert und recht schnell zugreifbar > im Langzeitgedächtnis abgelegt und somit deutlich langsamer abrufbar) vorgesehen sei und entsprechend verschiedene Abrufgeschwindigkeiten zu erwarten wären (vgl. McElree (1998): 249; McElree (2001): 818, 820). U. a. die Ergebnisse seiner eigenen Experimente veranlassen McElree zu der Annahme, dass stattdessen eine Dichotomie des Gedächtnisses in „attended and non - attended memory representations“ wahrscheinlicher ist (McElree (1998): 248). Der daraus entwickelte Ansatz mit dem zentralen Konzept eines „Focus of Attention“ nimmt an, dass z. B. bei der Präsentation einer Liste von Items nur das letzte bzw., wenn diese in semantische Kategorien strukturiert sind, die ganze letzte Kategorie (McElree (1998): 242) im aktuellen Aufmerksamkeitsfokus bleibt und schnell aktiv abrufbar ist, während alle anderen passiv abgespeichert sind (vgl. McElree (1998): 247f.; McElree (2001): 817, 829). Interessanterweise zeigt die Akkuratheit des Abrufs in Experimenten eine Abnahme über die (zeitliche) Distanz, was als sogenannter „Recency - Effekt“ eingeordnet wird, aber die Abrufgeschwindigkeit deutet auf die erwähnte Dichotomie hin und variiert über das/ die zuletzt verarbeitete Item/ Kategorie hinaus nicht mehr in Abhängigkeit von der jeweiligen Distanz (McElree (1998): 246f.). Weiter zurückliegende Items übersteigen folglich das relevante Ausmaß des Aufmerksamkeitsfokus, was McElree (2001: 817, 827) im Gegensatz zur AG - Spanne als „span of attention“ bezeichnet und als individuell unterschiedlich beschreibt.

menten verfolgt wurde. Letztendlich sind Studien, die die Annahme von vor allem syntaktischen Komplexitätsunterschieden grundsätzlich auf dem AG - Gedanken basieren und diesen weiterverfolgen, kritisch zu sehen. Wie gezeigt wurde, ist die theoretische Grundlage zu vage, das Konstrukt sowie dessen Komponenten zu strittig sowie die Operationalisierung zu schwierig, um einen eindeutigen Zusammenhang herzustellen. In Bezug auf die propositionale Dichte ist die Lage möglicherweise etwas anders, da hier zwar ebenfalls auf eine Rolle des Gedächtnisses hingewiesen wird, aber dieses Maß nicht alleine auf der vagen Annahme eines AGs aufbaut.

2.4. Neurokognitive Perspektive

Die neurokognitive Sicht auf sprachliche Komplexität greift viele Fragestellungen und Herangehensweisen der psycholinguistischen Forschung zur Thematik auf, insbesondere was die unterschiedlichen Konzepte sprachlicher Komplexität und bestimmte Phänomene wie z. B. Objektsrelativsätze betrifft. Darüber hinaus ist Komplexität vor allem auf Satzebene aus sich heraus ein Untersuchungsgegenstand, der Daten zur neurokognitiven Verarbeitung liefert als Grundlage entsprechender Modelle. Sprachliche Komplexität auf Satzebene wird seit ungefähr den späten 1990er Jahren durch die neurophysiologische, zeitlich äußerst sensitive Methode des EEGs zur Ableitung von EKP - Effekten als auch in stärkerem Maße neuroanatomische und räumlich hoch auflösende Techniken wie die funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT) und seltener die Positronenemissionstomografie (PET) untersucht. Auch Untersuchungen zu Patienten mit sprachlichen Defiziten und bestimmten neurologisch - psychiatrischen Erkrankungen wie Demenzen oder Aphasien ergänzen neuroanatomische Erkenntnisse. Alle drei Aspekte sollen in den folgenden Abschnitten mit einem stärkeren Fokus auf der Lokalisation neuronaler Korrelate der Komplexitätsverarbeitung einfließen.

An dieser Stelle kann bereits vorweggenommen werden, dass unterschiedliche Studien und Modelle verschiedene neurokognitive Grundlagen zur Verarbeitung sprachlicher Komplexität ausmachen. Diese reichen von der oben bereits behandelten Annahme einer besonderen Involviertheit des AGs, zusätzlich aktivierten Voxeln oder ganzen Arealen, die in bildgebenden Verfahren eine Signalveränderung zeigen, verstärkter Interaktivität zwischen einzelnen Regionen eines Netzwerks bis hin zur Beschreibung grundlegender neuronaler Verarbeitungsprinzipien. Sowohl hinsichtlich dieser Prozesse auf neuronaler Ebene als auch bezüglich der Definition sprachlicher Komplexität auf struktureller Ebene wird teilweise auf das Konzept der Hierarchie zurückgegriffen, was dessen herausragende Rolle wiederholt hervor-

hebt. Allerdings lassen sich auch in der neurokognitiven Forschung Ansätze oder Untersuchungen, die nur eine vage oder stark theoriebasierte Definition des Komplexitätskonzepts zugrunde legen, finden. Diese sind, wie oben bereits angemerkt, mit großer Vorsicht zu betrachten.

2.4.1. Neuronale Korrelate sprachlicher Komplexität

Die Untersuchung neuronaler Korrelate der Verarbeitung sprachlicher Komplexität stützt sich vornehmlich auf syntaktische Aspekte. Darüber hinaus bewegt sich die Forschung hauptsächlich im Bereich des Sprachverstehens, da Untersuchungen der Sprachproduktion aufgrund von Bewegungsartefakten oder des Fehlens von definierbaren Ereignisonsets methodologische Schwierigkeiten mit sich bringen. Zu beachten sind in den unterschiedlichen Studien neben den gewählten Komplexitätsdefinitionen vor allem Aufgabeneffekte, die neben der Manipulation des Stimulusmaterials Einfluss auf die Verarbeitung und letztendlich die Ergebnisse nehmen. Z. B. beanspruchen manche Studien - Designs ein mögliches Arbeitsgedächtnis, erfordern vermehrte Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte oder die Satzinterpretation ist notwendig, um eine bestimmte Beurteilung z. B. zur Plausibilität in einer späteren Phase der Verarbeitung treffen zu können. Einige Studien versuchen den Einfluss von Faktoren, die durch eine spezifische Aufgabe die Ergebnisse stören könnten, zu reduzieren und damit die Interpretation hinsichtlich reiner Komplexitätseffekte zu erleichtern. Verschiedene Untersuchungen zu den neuronalen Korrelaten sprachlicher Komplexität sollen im Folgenden unter Beachtung dieser Aspekte vorgestellt werden.

2.4.1.1. Neurophysiologische Untersuchungen Untersuchungen mittels EEG bieten die Möglichkeit auf neurophysiologischer Ebene die Verarbeitung komplexer Sätze exakter nachzuverfolgen und von anderen Prozessen bei der Satzverarbeitung abzugrenzen. Bereits **Rösler et al. (1998)** zeigten mittels einer Wort - für - Wort EEG - Messung zu **Scramblingvariationen**[115] im deutschen Mittelfeld, dass trotz

[115] Rösler et al. (1998), die das Phänomen genau wie darauffolgend Schlesewsky et al. (2003) untersuchen, berufen sich z. B. auf eine Arbeit von Pechmann et al. (1994) zu Wortstellungsvariationen im Deutschen. „Scrambling“ bezeichnet dementsprechend die z. B. im Deutschen durch seine freie Wortstellung möglichen Umstellungen der Argumente vor das Subjekt im Mittelfeld eines Satzes (vgl. Schlesewsky et al. (2003): 117). Neben der als kanonisch bezeichneten Wortstellung Subjekt vor indirektem vor direktem Objekt (z. B. *Auf dem Jahrmarkt hat der Clown dem Kind den Lutscher geschenkt*) können alle möglichen alternativen Anordnungen der durch Kasus markierten Argumente gebildet werden (vgl. Rösler et al. (1998): 152f., 174).

der Grammatikalität der Sätze multiple EKP - Effekte für komplexere Strukturen, die von der kanonischen Wortstellung Subjekt vor indirektem vor direktem Objekt oder auch einer Umkehrung der beiden Objekte mit vorangehendem Subjekt abwichen, zu finden waren. Unterschiedliche Effekte (in Bezug auf Polarität, Latenz und Topografie) nach den verschiedenen Onsets der einzelnen kasusmarkierenden Artikel und Nomen wurden von den Autoren alle mit einer für die Probanden notwendigen Interpretation in Richtung der komplexeren Wortstellungsvarianten in Verbindung gebracht (Rösler et al. (1998): 150). Herausgehoben wird z. B. eine links anteriore Negativierung (LAN) für die Wortstellungen, die auf dem ersten kasusmarkierten Artikel eine Objektinterpretation erfordern oder nach dem Subjekt auf dem Artikel der zweiten NP eine Interpretation als direktes Objekt (Rösler et al. (1998): 171).

Zwei weitere Studien haben versucht Effekte für die Verarbeitung von Komplexität bekannten Reaktionen bei syntaktischen Verletzungsparadigmen gegenüberzustellen und beides voneinander abzugrenzen. In **Friederici et al. (2002)** wurden sowohl die Grammatikalität (durch eine Kongruenzverletzung oder ein fehlendes Auxiliar) als auch die Komplexität von Sätzen überkreuzt manipuliert. Die Komplexitätsmanipulation setzten sie in ähnlicher Weise wie Rösler et al. (1998) über eine Wortstellungsvariation, die zu komplexeren, aber grammatischen Strukturen führen sollte, um. Allerdings wurden hier deutsche Sätze verwendet, in denen eine ganze Verbalphrase mit einem Dativargument an die initiale Satzposition gestellt war. Unter Verweis auf Chomskys (1981) „Government - and - Binding“ Theorie führen Friederici et al. (2002: 50) die erhöhte Komplexität dieser Konstruktionen auf das Ausmaß des Rechenaufwands durch strukturell verschobene Konstituenten und leere Kategorien zurück. Beim Lesen dieser Sätze, mit der Aufgabe deren Korrektheit zu beurteilen, zeigten sich sowohl für den angenommenen Repair - Prozess bei Ungrammatikalität als auch die grammatischen, aber komplexen Sätze späte Positivierungseffekte in den EKPs. Allerdings wurden variierende topografische Verteilungen – der Grammatikalitätseffekt war eher zentroparietal und der reine Komplexitätseffekt stärker frontal ausgeprägt mit einer darauffolgenden zweiten, weiter verteilten Positivierung – als Hinweise auf einen Unterschied in der Verarbeitung der beiden Prozesse interpretiert. Friederici et al. (2002: 60) argumentieren dementsprechend für einen EKP - Effekt, der auf **Revisionsprozesse**, ausgelöst durch die Verarbeitung syntaktischer Komplexität, hindeutet: „[. . .] the positivity observed for the complex sentences can be taken as a marker of processing syntactic complexity.“ Dennoch ist an der Studie zu kritisieren, dass die Definition von Kom-

plexität sehr stark bestimmten theoretischen Annahmen unterliegt (vgl. zu dieser Kritik Abschnitt 2.2.2.1).

Eine weitere Studie zeigt ebenfalls eine Abgrenzung der späten P600 - Komponente für die dort gewählte Definition von Komplexität einerseits und die Verarbeitung von einfachen ungrammatischen Sätzen andererseits unter Beurteilung der Akzeptabilität der präsentierten Sätze. **Kaan und Swaab (2003)** stellten Sätze mit oder ohne grammatische Verletzungen, die „Repair“ - Prozesse notwendig machten, Strukturen gegenüber, die als „komplexer“ eingestuft wurden. Sie setzten dazu allerdings das Konzept der „(Diskurs-)Komplexität“ mit **Ambiguität** auf Satzebene gleich (Kaan und Swaab (2003): 100). Zusätzlich wurde ein Kontrast in Bezug auf Präferenzen gebildet mittels einer Gegenüberstellung von präferierten versus nicht - präferierten Lesarten in Relativsatz - Attachment Ambiguitäten (der Relativsatz kann dabei mehreren Kopfnomen potenziell zugewiesen werden). Durch dieses Design sollen Repair- und Revisionsprozesse für die ungrammatischen Sätze und die ambigen Sätze mit nicht - präferierter Lesart von der reinen Komplexität abgegrenzt werden (Kaan und Swaab (2003): 98f.). Vergleiche der einzelnen Bedingungen zeigen nach Kaan und Swaab (2003: 98) wiederum in der Topografie einer späten EKP - Komponente eine Unterscheidung zwischen Struktur - revidierenden und - reparierenden Mechanismen einerseits und Komplexität, definiert über Ambiguität, andererseits:

> [...] a positivity with a posterior distribution across the scalp (posterior P600) is an index of syntactic processing difficulty, including repair and revision, and [...] a frontally distributed positivity (frontal P600) is related to ambiguity resolution and/or to an increase in discourse level complexity.

Wie Kaan und Swaab (2003: 106) in der Diskussion jedoch selbst anmerken, kann der mögliche Komplexitätseffekt ebenfalls auf Prozesse bei der Ambiguitätsverarbeitung (parallele Aktivierung von Alternativen und Auswahl aus diesen) zurückgeführt werden. In dieser Studie ist deshalb die Interpretation mit Vorsicht zu betrachten, dass es auf neurophysiologischer Ebene Hinweise für Prozesse zur Verarbeitung von syntaktischer Komplexität gibt, die von anderen Prozessen wie Repair oder Revision trennbar sind. Die Definition von Komplexität stellt sich wiederholt als problematisch heraus, da die Abgrenzung des Konzepts von Ambiguität unzureichend für eine solche Annahme ist.

Fiebach et al. (2002) verfolgten hingegen einen anderen Ansatz, der die Definitionsproblematiken der beiden vorgestellten Studien umgeht. Sie untersuchten die beiden Satzverarbeitungskomponenten **Speicherung und Integration**, die von

Gibson (1998, 2000) als zwei Aspekte linguistischer Komplexität postuliert wurden. Dazu ziehen die Autoren deutsche Subjekt - und Objekt - w - Fragen, die durch Kasus disambiguiert sind und eine kanonische versus nicht - kanonische oder nicht - präferierte Wortstellung (Fiebach et al. (2002): 251) aufweisen, heran. In diesen Sätzen konnte somit der Abstand zwischen der Lücke, an der das w - Pronomen zu interpretieren ist, und dem w - Wort manipuliert werden zusätzlich zum Vergleich zwischen den kanonischen und nicht - kanonischen Strukturen. Das EEG bietet an sich durch seine zeitlich hohe Auflösung eine Möglichkeit den Speicherungsaufwand über einen variierenden Abstand hinweg von Wort zu Wort nachzuverfolgen. In den nicht - kanonischen Objekt - w - Fragen mit einem zusätzlich größeren Abstand zwischen Füllwort und Lücke zeigte sich ein besonderer EKP - Effekt, eine links anteriore Negativierung, die sich über diesen Abstand erstreckte (inklusive einer Zunahme des Effekts und einer topografischen Ausdehnung über die Distanz). Das kann nach den Autoren als Evidenz für die Hypothese interpretiert werden, dass die Notwendigkeit, inkrementell nicht interpretierbare Satzelemente abzuspeichern, zu erhöhter Komplexität beiträgt. Unter Einteilung zweier Gruppen mit Kapazitätsunterschieden im Lesespannentest von Daneman und Carpenter (1980) wird unter der Annahme eines gemeinsamen Ressourcenpools mit der Sprachverarbeitung (siehe Abschnitt 2.3.3) ein direkter Zusammenhang zum Arbeitsgedächtnis hergestellt (Fiebach et al. (2002): 250, 265f.). Allerdings ist hierbei die oben vorgebrachte Kritik an der Annahme eines AGs und dessen Bestimmung, auch über den Lesespannentest, zu beachten. Probanden in der Gruppe mit geringeren Werten zeigten in multiplen Dimensionen (Topografie, Amplitude und Zeit) Unterschiede zur Gruppe mit höheren Werten. Die zweite Komponente der Integration findet vorsichtige Unterstützung in einer lokal auftretenden späten Positivierung für alle Objekt - w - Fragen an der Stelle, an der die Integration möglich ist: „These results support the notion of separable syntactic working memory and syntactic integration cost components as causes of processing difficulty in complex sentences“ (Fiebach et al. (2002): 250). Fiebach et al. (2002: 268) halten schließlich fest, dass die Integrationskomplexität im Gegensatz zur Annahme von Gibson (1998) unabhängig von Arbeitsgedächtnisansprüchen zu sehen ist, da sich hier kein Einfluss der Gruppenzugehörigkeit und ein lokaler Effekt unabhängig von der Distanzmanipulation in den komplexeren Objektstrukturen zeigt. Eine Bestätigung für die Annahme der beiden Faktoren, die Verarbeitungsschwierigkeiten auslösen könnten und möglicherweise komplexitätsbestimmend sind, findet sich nach den Autoren dennoch. Allerdings muss abschließend auf eine grundlegende Kritik von Bornkessel et al.

(2005: 229) am Material, das u. a. in der Studie von Fiebach et al. (2002) verwendet wurde, hingewiesen werden, da dadurch die Interpretierbarkeit der Ergebnisse erheblich eingeschränkt wird. Sie merken an, dass die Voranstellung von Adjunkten vor das Subjekt bei den Objekt - w - Fragen zu einer vollkommen anderen Struktur führt als bei den Subjekt - w - Fragen, wo Adjunkte vor dem Objekt eingeschoben sind. Diese „deviation from basic word order“ (Bornkessel et al. (2005): 229) in ersteren Strukturen sollte bereits die Vergleichbarkeit der beiden Bedingungen ganz grundlegend erschweren.

Alle drei angeführten Studien aus dem Bereich der EEG - Forschung geben zwar gleichermaßen erste Hinweise, dass sprachliche Komplexität ein auf neuronaler Ebene relevantes Phänomen sein könnte. Allerdings legen insbesondere die Studien von Friederici et al. (2002) und Kaan und Swaab (2003) stark theoriegeleitete oder unpräzise abgegrenzte Definitionen von Komplexität zugrunde. Somit ist die in beiden Studien verfolgte Interpretation von topografisch stärker frontal ausgeprägten Positivierungen als Hinweise auf Verarbeitungsprozesse bei erhöhter syntaktischer Komplexität im Gegensatz zu Positivierungen für Repair- und Revisionsprozesse hinsichtlich ihrer Validität zu hinterfragen. Entgegen dieser Definitionsproblematiken konzentrieren sich Fiebach et al. (2002) auf die beiden Verarbeitungskomponenten von Gibson (1998, 2000) Speicherung und Integration und schreiben ihnen unterschiedliche EKP - Effekte zu. Hier ist allerdings die oben vorgebrachte Kritik am Material nach Bornkessel et al. (2005: 229) anzuführen, die aufgrund der stark unterschiedlichen Strukturen auch dieses Ergebnis in Frage stellt.

2.4.1.2. Neuroanatomische Untersuchungen und Hinweise durch neuropathologische Erkrankungen[116] Im Bereich der neuroanatomischen Forschung wird häufig mittels fMRT oder seltener auch der älteren PET die Verarbeitung komplexer Sätze auf Basis der Manipulation syntaktischer Faktoren untersucht. Meist erfolgt der Versuch über eingebettete Relativsätze oder Wortstellungsvariationen der Verarbeitung nicht - kanonischer Anordnungen, variierenden Arbeitsgedächtnisansprüchen, einer hierarchischen Strukturierung oder allgemein der „linguistischen/ syntaktischen Komplexität“ nachzugehen. Zwei prominente Regionen eines

[116] In diesem Abschnitt sollen Studien, die sich mit der Verarbeitung von sprachlicher Komplexität beschäftigen, so zusammengefasst werden, wie sie von den jeweiligen Autoren intendiert waren, um einen Einblick in diesen Forschungsbereich zu erhalten. Einige der Untersuchungen weisen zwar Designprobleme, die von den Autoren nicht in Betracht gezogen wurden, auf, eine vertiefte, kritische Evaluation dessen soll allerdings im Rahmen dieser Arbeit größtenteils nicht erfolgen. Außerdem ist auf eine grundsätzliche Problematik, die Small und Hickok (2016) in einem von ih-

in vielen Studien zur Sprachverarbeitung aktivierten Netzwerks werden als bedeutsam für den Umgang mit sprachlicher Komplexität immer wieder hervorgehoben: Der inferiore Frontalkortex (IFK) und superiore sowie mittlere Regionen im Temporalkortex (TK). Einige der Erkenntnisse unter Berücksichtigung der jeweiligen Herangehensweise sollen in diesem Abschnitt kurz betrachtet werden.[117]

In Anknüpfung an die EEG - Studie von Rösler et al. (1998) schauten sich auch **Röder et al. (2002)** durch **Scrambling** im deutschen Mittelfeld manipulierte und darüber definierte komplexere versus einfachere Satzstrukturen an. Diese kreuzten sie allerdings mit der Verarbeitung von normalen versus Pseudo - Wörtern auf semantischer Ebene und wählten ein fMRT - Paradigma. In Interaktion mit der semantischen Manipulation, d. h. bei Sätzen mit tatsächlichen Wörtern, ließ sich nach Röder et al. (2002: 1003) für die komplexeren Wortstellungen insbesondere eine erhöhte Aktivierung ableiten in einem Areal, dessen Rolle im Verlauf dieses Abschnittes noch häufiger angesprochen wird: „The strongest effect of syntactic difficulty (word order effect) was observed for the left lateral frontal cortex and this effect was larger for semantic than nonsemantic speech.“ Röder et al. (2002: 1010) merken jedoch selbst an, dass in Abhängigkeit von der durch die Probanden erfüllte Aufgabe, syntaktische Verletzungen im Experiment zu zählen und hinterher zu berichten, die verstärkte frontale Aktivierung zu erklären sein könnte. Die als „komplexer“ eingestuften Wortstellungen stellen hinsichtlich dieser Einordnung ihrer Ansicht nach eine erhöhte Schwierigkeit dar.

Viele Untersuchungen setzen Veränderungen in der BOLD (Blood Oxygenation Level Dependant) - Antwort bei der fMRT oder im rCBF (regional Cerebral Blood Flow) bei der PET bezüglich verschiedener Regionen in Relation zu den untersuchten Kontrasten. Wie in manchen neurophysiologischen Studien wählen z. B. **Newman et al. (2003)** ein Design zur Verarbeitung von als komplexer eingestuften

nen herausgegebenen Buch zur „Neurobiology of Language“ einleitend ausführen, zu verweisen. Sie merken an, dass die Übertragbarkeit kognitiver Theorien auf das Gehirn und dessen neurobiologische Grundlagen, wie in vielen der unten berichteten Studien versucht, von vorneherein einigen fehlerhaften Annahmen unterliegt. Small und Hickok (2016: 5) halten dazu fest: „These fallacies relate to research assumptions by investigators in the cognitive sciences that lead to inappropriate biological conclusions from otherwise well - conducted studies in cognition.“ Der Vollständigkeit halber und aufgrund ihres Beitrags für die Diskussion werden die Studien also im Sinne der Autoren präsentiert, inklusive einiger kritischer Anmerkungen, vor allem was die Definitionen von Komplexität oder die Methodiken betrifft.

[117] Wenn nicht anders gekennzeichnet, handelt es sich bei den angeführten Studien um Untersuchungen zum Englischen.

Objektsrelativsätzen versus verknüpften Aktivsätzen, welches mit syntaktischen und semantischen Verletzungen gekreuzt wird. Von den nur 13 Probanden wird ein **Grammatikalitätsurteil** zu den visuell präsentierten Sätzen gefordert. Dabei zeigt sich eine erhöhte Aktivierung für die Komplexitätsmanipulation in den erwähnten Bereichen, einer opercularen Region des IFG sowie im TK. Darüber hinaus sind jedoch weitere Areale, die eher mit der visuellen Verarbeitung in Verbindung stehen (okzipital im extrastriaten Kortex und in den frontalen Augenfeldern benachbart zum prämotorischen Kortex (präMK)), oder im parietalen Kortex (PK) stärker aktiviert.

Constable et al. (2004) können für das visuelle und auditorische Sprachverstehen ebenfalls Aktivierungscluster, allerdings spezifisch im linken IFG (lIFG) und mittleren sowie superioren Temporalgyrus (MTG/STG) für Objekts- im Vergleich zu Subjektsrelativsätzen feststellen. Zusätzlich zeigten sich solche Effekte in einer temporal - parietalen Region, dem angularen Gyrus, und okzipital - temporal. Da hier eine Beurteilung der grammatischen und inhaltlichen Güte als Aufgabe gewählt wurde, sind die Studien recht gut vergleichbar und deuten auf die Unabhängigkeit der Befunde von der **Modalität** hin. Auch wenn sich ein ausgedehntes Netzwerk an Regionen für die Verarbeitung der hier als komplex definierten Strukturen zeigt, sehen Constable et al. (2004: 19) den IFG bzw. das Broca - Areal (BA 44/45) insgesamt als die Region an, die die modalitätsübergreifend deutlichste Antwort auf die Komplexitätsmanipulation zeigt. Newman et al. (2003: 303) weisen aufgrund einer Überlappung der Aktivierung für einerseits die Verarbeitung komplexer Sätze und andererseits die syntaktischen Verletzungen im Pars Opercularis (PO, BA 44) auf dessen Bedeutung für die Verarbeitung syntaktischer Komplexität hin: „[...] the operculum is more responsive to demands that require building or manipulating the syntactic structure of the sentence.“

Drei weitere Studien zur Verarbeitung von u. a. syntaktischer Komplexität wählen eine andere Aufgabe, indem sie **Plausibilitätsurteile** von den Probanden fordern. Dennoch erweisen sich hier die beiden erwähnten Hauptregionen ebenfalls als sensitiv für den Komplexitätskontrast, auch wenn teils Spezifizierungen vorgenommen werden hinsichtlich der Definition von Komplexität. Bereits **Caplan et al. (1998)** untersuchten bspw. mittels PET 8 Probanden bezüglich der Verarbeitung von syntaktischer Komplexität unter der Annahme eines erhöhten „memory loads“ für **Objekt - extrahierte Relativsatzeinbettungen**, die sich zwischen das Hauptsatzsubjekt und den Rest der VP schieben, im Gegensatz zu rechtsverzweigenden Subjekt - extrahierten Relativsätzen, die das Objekt des Hauptsatzes modifizieren.

Die Ergebnisse konzentrieren sich wiederholt auf den linken Frontallappen (FL). Insbesondere der linke PO zeigte eine Erhöhung des rCBF für die komplexeren Strukturen, wobei weitere frontale Regionen in der näheren Umgebung (der anteriore Gyrus cinguli und mediale FG (Caplan et al. (1998): 544)) zusätzlich aktiviert waren.

Chen et al. (2006) untersuchten bei etwas mehr Probanden (12) denselben Kontrast zwischen Objekt - Subjekt (OS) - und Subjekt - Objekt (SO) - Relativsatzstrukturen[118] mittels fMRT, allerdings unter einer zusätzlichen Manipulation der Animatheit der Nomen. Eine erhöhte Komplexität wird hier den Strukturen zugewiesen, die eine **nicht - kanonische thematische Rollenanordnung** (ein animates Hauptsatzsubjekt wird relativiert und geht einem inanimaten Relativsatzsubjekt voraus) in **SO - Relativsätzen** aufweisen (Chen et al. (2006): 593). Interessanterweise wird nur bei plausiblen Sätzen mit dieser Anordnung die bereits berichtete Aktivierungszunahme im lIFL beobachtet sowie benachbart im lFK dorsolateral. Ein weiteres Aktivierungscluster, das wiederum nicht in den anderen Studien berichtet wurde, zeigte sich in der Insula der rechten Hemisphäre. Chen et al. (2006: 603) interpretieren diese Ergebnisse ähnlich wie Traxler et al. (2002, 2005) (siehe Abschnitt 2.2.1.2) dahingehend, dass die spezifischen thematischen Strukturen zu einer Aktivierungsveränderung und damit zur Komplexität beitragen.

Dem Faktor der **Plausibilität** thematischer Rollen in Subjekt - Subjekt (SS)- versus **SO - Relativsätzen** gehen schließlich **Caplan et al. (2008)** in einer weiteren fMRT - Studie nach. Effekte einer in Bezug auf die Plausibilität im jeweiligen Satzkontext beschränkten oder offenen Rollenzuweisung werden dabei mit erhoben.[119] Neben einem allgemeinen Komplexitätseffekt in der Zunahme des BOLD - Signals (Caplan et al. (2008): 650) zeigen sich in ihrer Studie wieder Effekte in den beiden Hauptregionen des Sprachnetzwerks, jedoch differenziert bezüglich der Plausibilitätsmanipulation (Caplan et al. (2008): 643): Für die SO - im Kontrast zu den SS - Strukturen werden Aktivierungen im linken MTL und IFL für die plausible

[118] Bei OS - Relativsätzen nimmt das relativierte Objekt des Hauptsatzes im Relativsatz die Funktion des Subjekts ein (z. B. *The senator attacked the reporter who admitted the error.* (Chen et al. (2006): 591)), bei SO - Relativsätzen das relativierte Subjekt die Funktion des Objekts (z. B. *The reporter who the senator attacked admitted the error.* (Chen et al. (2006): 591)).

[119] Entgegen der Erwartung zeigt eine behaviorale Vorstudie, dass Probanden aufgrund der Verwendung einer Plausibilitätsabfrage am Ende eines als plausibel einzustufenden Satzes insbesondere dann Probleme haben, wenn die Rollenzuordnung durch den Satzkontext beschränkt ist. Caplan et al. (2008: 649f.) nehmen an, dass Probanden in diesem Fall mögliche, auch implausible thematische Rollen aktivieren, die dann mit der syntaktischen Beschränkung für die Entscheidung letztendlich abgeglichen werden müssen.

Bedingung mit offener Rollenzuweisung beobachtet, während nur in ersterer Region ein Aktivierungscluster in der beschränkten Bedingung signifikant wird. Die „einfacheren“ Strukturen zeigen in der beschränkten Bedingung allgemein im lIFG und linken dorsolateralen präFK mehr Aktivierung im Kontrast zur offenen Bedingung. Nach Caplan et al. (2008: 643) deuten die Ergebnisse ihrer Studie auf ein Zusammenwirken hin zwischen der Verarbeitung der unterschiedlichen Strukturen und dem durch die Plausibilitätsaufgabe benötigten „process of checking which thematic roles activated in the course of processing a sentence are licensed by the syntactic structure of the sentence“. Bei den komplexen Strukturen mit einer offenen Rollenzuordnung könnte die Aktivierung im lIFG nach Caplan et al. (2008: 651) entsprechend dahingehend interpretiert werden, dass nur hier ein „late check of the products of the comprehension process against the syntactic analysis“ notwendig ist, während dies in den SS - Relativsatzstrukturen in der beschränkten Bedingung der Fall ist. Insofern ließe sich die Aktivierung im lTL von der im lIFL unterschiedlichen Prozessen und Zeiträumen der Satzinterpretation zuordnen:

> We suggest that left temporal structures support the initial assignment of the structure of object - compared to subject - extracted sentences and the use of that structure to determine thematic roles. [. . .] Checking thematic roles that are activated for their origin in the syntactic analysis is primarily carried out in left frontal areas. (Caplan et al. (2008): 651)

Zusammengenommen deuten alle erwähnten Studien vorerst auf eine bedeutsame Rolle des **Broca - Areals** und speziell des **Pars Opercularis** zur Verarbeitung syntaktischer Komplexität hin. Die geringe Anzahl an Probanden, die spezifischen Aufgaben oder das Bilden von Kontrasten sind jedoch einschränkend zu beachten. Bspw. interpretieren Newman et al. (2003) die Funktion des PO bei der syntaktischen Verarbeitung nur indirekt über eine Überlappung mit Aktivierung für syntaktische Verletzungen. Bei den Studien mit Plausibilitätsurteil werden, wie auch Caplan et al. (2008) in ihrer Diskussion anmerken, außerdem spätere Phasen der Sprachverarbeitung angesprochen, was die Beteiligung des Areals in Bezug zu Effekten stellt, die mit der Lösung der Aufgabe und damit möglicherweise anderen kognitiven Prozessen in Verbindung stehen. Ein interessantes Ergebnis letzterer Studie ist allerdings, dass die Aktivierungen im **Temporallappen** möglicherweise mit erhöhtem Aufwand in der thematischen Rollenzuweisung bei komplexen Sätzen in Verbindung gebracht werden könnten. Die differenzierten Annahmen zu Komplexitätsunterschieden in den Studien von Chen et al. (2006) und Caplan et al. (2008) sind darüber hinaus als positiv hervorzuheben.

Eine andere Definition von Komplexitätsunterschieden stützt sich in einigen neuroanatomischen fMRT - Studien direkt auf **das Konzept hierarchischer linguistischer Strukturen**. **Friederici et al. (2006b)** bspw. versuchen unter einer solchen Sichtweise Effekte der Verarbeitung von „linguistischer Komplexität“ (Friederici et al. (2006b): 1709) in visuell präsentierten grammatischen Sätzen von der Verarbeitung ungrammatischer Strukturen im **lIFG** abzugrenzen und dessen Rolle genauer zu bestimmen. Über eine dreifach abgestufte **Wortstellungsvariation** im deutschen Mittelfeld werden nicht - kanonische Anordnungen mit Voranstellungen eines oder beider Objekte vor das Subjekt konstruiert. Nach Friederici et al. (2006b: 1715) ist die Verarbeitung der „underlying hierarchical dependencies between arguments“ in solchen Strukturen komplexer. Eine Verständnisfrage soll außerdem sicherstellen, dass eine bewusste Verarbeitung der thematischen Rollen der Argumente stattfindet. Die parametrische Modellierung der Ergebnisse deutet bei den nur 13 Probanden auf einen zunehmenden frontalen Effekt für Komplexität in Bereichen des Broca - Areals (inferior - posterior im PO, anterior des ventrolateralen präMK und im frontalen Operculum (FO)) sowie im präsupplementär - motorischen (präSM) Areal hin (Friederici et al. (2006b): 1713). Erst auf Basis eines hypothesengeleiteten Vergleichs mit der Verarbeitung von Ungrammatikalität kann der inferiore Teil des linken PO in Verbindung mit linguistischer Komplexität unabhängig von Ungrammatikalität gebracht werden (Friederici et al. (2006b): 1709).

In einer „Hierarchie - gestützten“ Studie zum Hebräischen untersuchten **Shetreet et al. (2009)** das auditorische Sprachverstehen in Sätzen mit NP - versus eingebetteten CP - Komplementen, allerdings wie bei Friederici et al. (2006b) mit jeweils anschließender Verständnisfrage. Auf Basis des hierarchischen Satzaufbaus nehmen die Autoren einen Unterschied in der Anzahl an Knoten, aber auch Ebenen für die NP - versus CP - Komplemente an, was bei letzteren nach Shetreet et al. (2009: 707) eine stärkere Hierarchisierung der Satzstruktur und damit verbundene erhöhte Komplexität bedeuten sollte. Für die Verarbeitung der CP - Komplementsätze finden sich im **lIFG (BA 45)**, im **bilateralen STG und MTG** Aktivierungscluster sowie wiederholt auch in anderen Regionen, dem parietal gelegenen Gyrus supramarginalis und dem medial - parietalen Precuneus (Shetreet et al. (2009): 711).

Die spezifische Rolle **superiorer Temporalregionen** bei der visuellen Sprachverarbeitung untersuchten z. B. **Friederici et al. (2009)** hinsichtlich des Kontrasts zwischen als komplexer eingestuften, ineinander einbettenden, hierarchischen Strukturen und einfachen linearen Abfolgen. Die Aufgabe beinhaltete bei manchen Sätzen den inhaltlichen Abgleich zu einem zusätzlich präsentierten Satz. Im Ver-

gleich zur Verarbeitung linearer Strukturen zeigten sich interessanterweise in beiden Hemisphären im superioren TK (linker STG/STS, rechts nur im STS) erhöhte Aktivierungen für hierarchische Strukturen (Friederici et al. (2009): 563). Weitere signifikante Aktivierungscluster werden rechts in dorsalen Arealen des präMK und im PO (Friederici et al. (2009): 566) berichtet. Friederici et al. (2009: 563) sehen eine wichtige Aufgabe eines bestimmten Teils des STG, dem **posterioren STG (pSTG)**, in der **Integration lexikalischer und syntaktischer Informationen** bei der Verarbeitung komplexer hierarchischer Strukturen in natürlicher Sprache. Allerdings ist anzumerken, dass die verwendeten hierarchisch strukturierten Stimuli mit Mehrfacheinbettungen entgegen dieser Aussage eher unnatürlich klingen.[120]

Zuletzt sei eine PET-Studie von **Indefrey et al. (2004)** zu ebenfalls nur 12 Probanden angeführt, die sowohl den Bereich des Sprachverstehens als auch die **Sprachproduktion** abdeckt. Die Komplexitätsmanipulation erfolgte in dieser Studie über die Aufgabe, eine bestimmte Ebene – unrelatierte Wörter, vollständige NPs oder ganze Sätze – bei der Beschreibung einer Szene mit geometrischen Objekten zu wählen, was u. a. einer Zunahme der hierarchischen Komplexität zugeschrieben wurde. Eine Präsentation derselben Stimuli konnte danach auch auditorisch durchgeführt werden inklusive einer Beurteilungsaufgabe, ob sie der Szene angemessen waren. Interessanterweise zeigte ein Bereich des Broca-Areals im superioren BA 44 und adjazenten Regionen des rolandischen Operculums nur in Relation zur Komplexität bei der Sprachproduktionsaufgabe einen erhöhten rCBF und nicht beim Sprachverstehen (Indefrey et al. (2004): 316f.). Dieses Nullergebnis für den Bereich des Sprachverstehens führen Indefrey et al. (2004: 312, 317) auf das recht einfache Material und Aufgabeneffekte zurück, da nicht unbedingt syntaktisches Parsing vorausgesetzt würde.

Insgesamt gesehen, ergibt sich aus allen diesen Studien zur Verarbeitung von Komplexität, die auf hierarchische Strukturierung zurückgeführt wird, ebenfalls der Eindruck, dass in starker Abhängigkeit von der Wahl des Materials und der verwendeten Aufgabe bzw. untersuchten Modalität variierende frontale und temporale Regionen eine Rolle spielen. Hauptsächlich Bereiche des lIFG und/oder STS, STG und MTG wurden hervorgehoben, wobei das z. B. bei Friederici et al. (2006b) nur nach einer hypothesengeleiteten Folgeanalyse möglich war. Interessant ist auch, dass es Hinweise auf eine Bilateralität einiger aktivierter Regionen gibt.

Ein **ökologisch valider Ansatz** zum Thema Komplexitätsverarbeitung ist in ei-

[120] Vgl. dazu ein fMRT-Experiment von Bahlmann et al. (2009) mit einer ähnlichen Herangehensweise, aber nicht-sprachlichen Stimuli.

ner Studie von **Brennan et al. (2012)** zu finden. Sie untersuchten die Verarbeitung von Komplexität beim natürlichen Sprachverstehen durch passives Hören einer Geschichte während einer fMRT - Messung bei 9 Probanden. Dazu wählten die Autoren eine Komplexitätsbestimmung in Anlehnung an die Annahmen von Yngve (1960), indem eine Baumstrukturanalyse durchgeführt und für jedes einzelne Wort die „number of syntactic nodes used to integrate each word in the phrase structure“ erhoben wurde (Brennan et al. (2012): 164). Es handelt sich hierbei also ebenfalls um ein Komplexitätskonzept, das stark von der zugrunde liegenden Strukturanalyse und theoretischen Überlegungen abhängig ist. Das Maß stellten die Autoren einem einfachen Wortfrequenzeffekt gegenüber. Brennan et al. (2012: 164) betonen, dass damit keine Verarbeitungsschwierigkeiten, sondern der Aufwand, mit dem Strukturbildung auf einem Wort betrieben wird, operationalisiert werden soll. Insbesondere der **linke anteriore TL (aTL)** zeigte eine signifikante Korrelation mit dem Maß, was auf eine Rolle des Areals bei der Verarbeitung im natürlichen Diskurs trotz der geringen Anzahl an Probanden und der Definitionsproblematik aufmerksam macht.

Eine Annäherung zur Antwort auf die Frage nach der Rolle der frontalen und temporalen Regionen bei der Verarbeitung komplexer Sätze wird in einigen weiteren Studien unter Zuhilfenahme **anderer Paradigmen** versucht. Um die spezifische Rolle des Broca - Areals beim Hören komplexer Sätze genauer zu bestimmen, nutzten z. B. **Santi und Grodzinsky (2010)** die Methode der **„repetition suppression“**, bei der eine Anpassung der Aktivierung einer Hirnregion unter Wiederholung eines Stimulus erwartet wird. Komplexität wird in Bezug auf die zwei strukturellen Dimensionen Bewegung (des Subjekts vs. Objekts aus einem Relativsatz) und Einbettungsposition (final versus zentral eingebetteter Relativsatz) variiert. Nach Santi und Grodzinsky (2010: 1285f.) lässt sich durch die Einbettungsposition die Adjazenz der Kongruenzrelation zwischen dem Subjekt und Prädikat des Hauptsatzes beeinflussen und durch die Bewegungsmanipulation der Abstand zwischen dem Kopfnomen des Relativsatzes, dem Relativsatzpronomen und der Lücke, aus der das Nomen extrahiert wurde, was zur Komplexität der Sätze beitragen soll. Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass nur die Bewegungsoperation, die in dieser Studie mit der Eigenschaft der Kanonizität in Verbindung gesehen wird, eine Anpassung im anterioren BA 45 hervorruft, während der posteriore Bereich (BA 44) auf beide Manipulationen reagiert (Santi und Grodzinsky (2010): 1285). Die Ergebnisse dieser Studie werden als Evidenz dafür gesehen, dass Subregionen des Broca - Areals hinsichtlich unterschiedlicher Komplexitätsdimensionen wie **Bewegung und Einbettungsposition** unterschieden werden könnten.

Prat et al. (2007) versuchten ebenfalls durch einen etwas anderen Zugang die Mechanismen bei der Verarbeitung von linguistischer Komplexität mittels fMRT zu spezifizieren. Dazu wurden Grundprinzipien neuronaler Prozesse wie **Effizienz** und **Synchronisation** bei der Verarbeitung komplexer Sätze in Relation zu zwei Probandengruppen mit unterschiedlicher **Arbeitsgedächtniskapazität** im Lesespannentest von Daneman und Carpenter (1980) (siehe oben) gestellt. Syntaktische Komplexität wurde über den bereits erwähnten Kontrast zwischen verknüpften Aktiv- und Objektsrelativsätzen modelliert, einer einfachen Wortfrequenzmanipulation gegenübergestellt und durch Verständnisfragen behavioral überprüft. Allgemein zeigte sich für die Objektsrelativsätze eine größere Anzahl aktivierter Voxel. Darüber hinaus konnten Prat et al. (2007: 1950) in der Gruppe mit höherer Kapazität eine stärkere Effizienz durch weniger Aktivierung des bilateralen MFG und rechten lingualen Gyrus feststellen sowie eine erhöhte Synchronisation zwischen linken temporalen, inferior frontalen, parietalen und rechts okzipitalen Regionen, wenn erhöhte Komplexität zu verarbeiten war. Diese Ergebnisse stehen zum einen in der Tradition der oben berichteten und teils kritisierten Ansätze, die eine Verbindung zwischen der Verarbeitung sprachlicher Komplexität und der individuellen AG - Kapazität, gemessen über die Lesespanne, annehmen. Zum anderen wird hier aber interessanterweise angedeutet, dass in Abhängigkeit von individuellen Faktoren effizientere Verarbeitung bedeuten könnte, dass bestimmte Regionen auch in der rechten Hemisphäre weniger einbezogen werden müssen, wenn komplexe Strukturen zu verarbeiten sind, dass jedoch die Synchronisation zwischen Regionen des Verarbeitungsnetzwerks steigt.

Zwei aktuellere Studien zielen darauf ab, diesen **Netzwerkverbindungen** zwischen Regionen, die bei der Verarbeitung von Komplexität aktiviert werden, nachzugehen. Bspw. versuchten **Den Ouden et al. (2012)** bei einer kleinen Stichprobe von 12 Probanden mittels fMRT - Daten die Konnektivität und den Informationsfluss in einem solchen Netzwerk für die Komplexitätsverarbeitung zu erheben. Sie nehmen an, dass Objekt - Cleftsätze syntaktisch komplexer sind als Subjekt - Cleftsätze auf Basis erhöhter Verarbeitungskosten (Den Ouden et al. (2012): 815). Die Stimuli wurden auditorisch zusammen mit Bildern präsentiert für eine „picture - sentence matching“ Aufgabe. Zuerst einmal zeigte sich eine erhöhte Aktivierung in einigen der bisher erwähnten Regionen, dem Pars Triangularis (PT) des IFG, dem präMK, dem pSTS und dem anterioren MTG für die Verarbeitung der als komplexer definierten Strukturen (Den Ouden et al. (2012): 818). Bei einem statistischen Vergleich möglicher Modelle zur Konnektivität dieser Areale erwies sich das an-

gepassteste als „a network with a primary drive from inferior frontal cortex and modulation of the connection between inferior frontal cortex and posterior superior temporal cortex by complex sentence processing [...and] a substantive role for a feedback mechanism from posterior superior temporal cortex back to inferior frontal cortex“ (Den Ouden et al. (2012): 815). Die Interpretation dieses allgemeinen Konnektivitätsmusters folgt der Sichtweise, dass zwar eine Unterscheidung zwischen dem IFK zur Analyse der Wortstellung und dem pSTK zur Verbargumentstrukturverarbeitung möglich ist, diese Areale jedoch interaktiv arbeiten. Allerdings gibt es nur einen schwachen Effekt, der für das Modell spricht. Darüber hinaus zeigten sich beachtenswerte **individuelle Unterschiede** vor allem hinsichtlich der Verbindungen an sich (Den Ouden et al. (2012): 818f.), was für die vorliegende Arbeit besonders interessant erscheint. Die angesprochene **Interaktivität** erweist sich nach Den Ouden et al. (2012: 821) als ein individuell variabler Faktor für die Verarbeitung des untersuchten Komplexitätsunterschieds: „[...] we only tested models that have full interactivity between the connected nodes, but the picture that emerges is one in which this interactivity varies between individuals.“

Eine weitere fMRT - Lesestudie von **Makuuchi und Friederici (2013)** untersucht ebenfalls Verbindungen in einem Netzwerk von Arealen, die verschiedenen Systemen bei der Verarbeitung komplexer Sätze zugewiesen werden: Der PO und mediale MTG einem „core language system“, der IFS dem syntaktischen Teil eines AG - Systems und der inferiore Parietalsulcus (IPS) dem phonologischen Teil dessen sowie der Gyrus fusiformis (GF) einem grundlegend visuellen System (Makuuchi und Friederici (2013): 2420). Syntaktische Komplexität wurde von den Autoren über Subjekt - versus Objekt - erst - Strukturen manipuliert unter der Annahme, dass bei der Umformung ersterer zu letzteren eine Lücke, aus der das Objekt bewegt wurde, zurückbleibt und die Distanz zu dieser Position dann die Komplexität erhöht. Es handelt sich folglich um eine AG - gestützte Definition von Komplexität. Darüber hinaus wurden Sätze mit Scrambling (siehe Abschnitt 2.4.1.1) im Mittelfeld oder Bewegung in die initiale Satzposition verglichen. Bei einem Fünftel der Stimuli gab es eine zusätzliche „probe sentence verification“ Aufgabe, um die Probanden unbewusst auf die thematischen Rollen der Argumente zu lenken. Durch „dynamic causal models“ arbeiten Makuuchi und Friederici (2013: 2420) eine **hierarchische Verbindung** zwischen den Arealen heraus, ausgehend vom visuellen System über die AG - Systeme zum PO und MTG. In Bezug auf die Verarbeitung der hier als komplexer definierten Objekt - erst - Strukturen wird sowohl eine erhöhte Bidirektionalität in der Verbindung der beiden einem AG zugeschriebenen Regionen IFS

und IPS angenommen als auch ein stärkerer Einfluss der ersteren Region auf die Areale des „core language system“ (Makuuchi und Friederici (2013): 2420). Auch diese Konnektivitätsannahmen sind jedoch aufgrund der Modellierung, der Zuordnung zu den unterschiedlichen Systemen und der stark AG - basierten Definition von Komplexität mit großer Vorsicht zu betrachten.

Wie in Abschnitt 2.3.1 behandelt, spielt darüber hinaus die Frage, ob sich die Verarbeitung komplexer Sätze mit dem **Alter** verändert, eine große Rolle in der psycholinguistischen Forschung. Auf neuroanatomischer Ebene können **Peelle et al. (2009)** z. B. veränderte Prozesse bei älteren Teilnehmern feststellen, die bis zu einem gewissen Grad Verarbeitungsschwierigkeiten unter zusätzlich erschwerten Wahrnehmungsbedingungen ausgleichen können. Sie stellten in einem Sprachverstehensexperiment eine Gruppe von älteren Probanden zwischen 60 - 77 Jahren einer Gruppe von jüngeren Teilnehmern zwischen 19 - 27 Jahren gegenüber. Kurze Sätze mit variierender syntaktischer Komplexität (zentral eingebettete Subjekts- versus Objektsrelativsätze) wurden mit einer Manipulation der Sprechgeschwindigkeit gekreuzt und mit der Aufgabe, das Geschlecht des Agierenden zu bestimmen, präsentiert. Die Ergebnisse der fMRT - Studie deuten darauf hin, dass zwar das übliche Netzwerk aus Regionen im IFG/MFG, linken IPK und linken MTG aktiviert wird bei der Verarbeitung der als syntaktisch komplex klassifizierten Sätze, dass aber die älteren Probanden inferior frontal weniger Aktivierung zeigten. Aus der Stärke der Aktivierung in diesem Bereich ließ sich darüber hinaus bei erhöhtem Aufwand durch eine schnellere Sprechgeschwindigkeit die Leistung vorhersagen (Peelle et al. (2009): 773). Eine **„Kompensation“** durch Aktivierung in verschiedenen anderen frontalen Regionen, dem linken MFG, rechten SFG, bilateralen präzentralen Gyrus und rechten Temporalpol, und weniger **„Kohärenz“** zwischen Regionen, sind weitere Eigenschaften, die der Verarbeitung bei den älteren Erwachsenen zugeschrieben werden (Peelle et al. (2009): 773, 777). Eine präzise Definition dieser beiden Prinzipien oder eine grundlegende Herleitung aus neuroanatomischer Perspektive erfolgt jedoch nicht, weshalb direkt zu betonen ist, dass es sich bei den Begriffen „Kompensation“ und „Kohärenz“ nicht um fundierte Konzepte, sondern einfache, funktionell begründete Beschreibungen der Beobachtungen handelt. Wie Prat et al. (2007) weisen auch Peelle et al. (2009: 778) jedoch darauf hin, dass es einen Unterschied zwischen der älteren und jüngeren Gruppe ihrer Studie in der Effizienz der Verarbeitung zu geben scheint: „We found that older adults generally showed less efficient patterns of processing than young adults, both in terms of the focal regional activation and network connectivity.“ Insbesondere die Nutzung des

linken ventralen IFGs für die Verarbeitung syntaktisch komplexer Sätze zeigt nach Peelle et al. (2009: 779) eine Abnahme mit dem Alter.

Einen ähnlichen Effekt beobachten **Obleser et al. (2011)** für das Deutsche, allerdings unabhängig von Altersgruppenunterschieden. Sie präsentierten auditorisch in zwei fMRT - Experimenten durch eine dreistufige Scramblingvariation zunehmend komplexe Sätze alleine oder mit zusätzlicher dreistufiger **Verschlechterung des Sprachsignals** durch „noise - vocoding". Die Ergebnisse der ersten Analyse mit einer Matching - Aufgabe zu einer visuell präsentierten Scrambling - Variante zeigten wieder einen Komplexitätseffekt im linken aSTG/pSTS und IFG (inklusive des linken und rechten PO). Im zweiten Experiment war wie bei Prat et al. (2007) bei zusätzlichem Anspruch durch die Signalmanipulation eine frontale Veränderung des Komplexitätseffekts zu beobachten, jedoch auch im STS: „However, when syntactic complexity was additive to degrading signal quality, the syntactic complexity effect in the IFG shifted dorsally and medially, and the activation effect in the left posterior STS shifted from posterior toward more middle sections of the sulcus" (Obleser et al. (2011): 2310).

Alle in diesem Absatz erwähnten Studien deuten auf grundsätzliche Veränderungen in verschiedenen neuronalen bzw. kognitiven Vorgängen (Aktivierungsabnahmen, Verschiebungen von Effekten, Effizienz in der Verarbeitung) hin, wenn der Anspruch bei der Verarbeitung der untersuchten Komplexitätsunterschiede zunimmt oder individuelle Faktoren (Arbeitsgedächtnis, Alter) Einfluss nehmen. Allerdings fehlt einigen verwendeten Konzepten, wie angesprochen, eine fundierte Grundlage teils auch aus neuroanatomischer Sicht.

Es ist zu erwähnen, dass zwei der oben berichteten Studien auch die Verarbeitung von **semantischer Komplexität**, definiert über Propositionen, direkt oder indirekt einbeziehen. **Caplan et al. (1998)** können für die Verarbeitung von zwei im Vergleich zu einer Proposition in einem Satz einen weit verteilten posterioren Effekt in u. a. bilateral okzipitalen und inferior temporalen Arealen ableiten. Die Verarbeitung der Propositionen wird im Verhältnis zur in der Studie verwendeten Aufgabe (Plausibilitätsurteilen) als post - interpretativer Prozess angesehen (Caplan et al. (1998): 541f.) und dem interpretativen Effekt für syntaktische Komplexität im linken PO gegenübergestellt. Auch **Shetreet et al. (2009: 713)** verweisen in ihrer Studie zum Hebräischen und dem Vergleich von NP - versus CP - Komplementen darauf, dass in letzteren zwei Propositionen im Vergleich zu den NP - Komplementen mit nur einer Proposition zu verarbeiten waren. Nach ihnen könnte die bilaterale Aktivierung in temporalen Regionen des STG und MTG ebenfalls damit in Ver-

bindung gebracht werden.

Schließlich bleibt der Vollständigkeit halber noch eine kurze Betrachtung der Erkenntnisse aus einigen Studien zu **neuropathologischen Erkrankungen**, die zu sprachlichen Defiziten führen, wie Demenzen und Aphasien. Snowdon et al. (1996: 531) berichten auch Ergebnisse zu neuropathologischen Untersuchungen von 24 Teilnehmerinnen aus der **Nonnenstudie**, die zu dieser Zeit bereits verstorben waren. Die Anzahl an Neurofibrillenbündeln war in dieser Stichprobe bei einer niedrigen ID der mit 20 Jahren verfassten Autobiografien in verschiedenen untersuchten Bereichen des Kortex (frontal, temporal und parietal) sowie in Regionen des Hippocampus deutlich höher als bei den Nonnen mit einer hohen ID. Auch Riley et al. (2005: 344f.) berichten einen signifikanten Unterschied zwischen Nonnen mit niedriger und hoher ID mit 20 Jahren und der Anzahl an Neurofibrillenbündeln wiederum im Neokortex (MFG, IPL, MTG) und Regionen des Hippocampus bei einer Stichprobe von ca. 70 Nonnen, zu denen eine Klassifikation zur Verfügung stand. Nach Snowdon et al. (2000: 37) ist eine niedrigere ID im frühen Leben auch in ihrer Studie zu 74 untersuchten Nonnen mit den angesetzten neuropathologischen Kriterien für eine Alzheimer - Diagnose verbunden und bezieht sich auf eine sehr starke Korrelation zu einer erhöhten mittleren Anzahl an Neurofibrillenbündeln im Frontal-, Temporal- und Parietallappen. Eine weniger starke, aber dennoch vorhandene Korrelation zu senilen Plaques in diesen Regionen zeigt sich ebenfalls. Alle drei Studien deuten, wenn auch recht unpräzise auf einen prädiktiven Zusammenhang zwischen der Produktion semantischer Komplexität in früheren Lebensjahren und den neurodegenerativen Auswirkungen einer Demenzerkrankung in frontalen, temporalen und parietalen Regionen im späteren Leben hin. Interessanterweise scheinen jedoch auch Bereiche des Hippocampus, die bisher nicht erwähnt wurden, einen solchen Zusammenhang anzudeuten.

Aus dem Bereich der Aphasieforschung seien zuletzt zwei aktuellere Studien angeführt. **Wilson et al. (2014)** führten eine Untersuchung mit struktureller und funktioneller MRT zur Rolle des aTLs bei der Verarbeitung von syntaktischer Komplexität, definiert über Passivstrukturen, und kombinatorischer Semantik bei einer bestimmten Art der Aphasie, der **semantischen „primary progressive aphasia“ (semantische PPA)** (vgl. Wilson et al. (2014): 970) durch. Diese Patienten zeigen neurodegenerative Veränderungen im aTL und sprachliche Defizite im lexikalisch - semantischen, aber weniger syntaktischen Bereich. 20 Aphasiker und 24 Kontrollprobanden bekamen zwei Bilder präsentiert und mussten beurteilen, mit welchem ein auditorisch präsentierter Satz übereinstimmte. Diese Aufgabe sollte

sich entweder allein auf Basis lexikalischer Informationen oder nur unter Einbeziehung der syntaktischen Struktur lösen lassen. Darüber hinaus wurde ein syntaktischer Komplexitätsunterschied über als komplexer angenommene nicht - kanonische Wortstellungen im Passiv versus kanonische im Aktiv definiert (Wilson et al. (2014): 974). Allgemein konnten bei den gesunden Kontrollen nach Wilson et al. (2014: 976) aktivierte Regionen für diesen Kontrast im linken dorsalen posterioren IFG, dem IFS, präzentralen Gyrus, der anterioren Insula, dem linken pSTS und MTG sowie ITG abgeleitet werden. Insbesondere in den links inferior frontalen und posterior temporalen Regionen zeigten sich Überlappungen in der Aktivierung für komplexere Strukturen bei den Aphasikern, obwohl hier neurodegenerative Anzeichen ihrer Erkrankung zu finden waren (Wilson et al. (2014): 976). Ein Unterschied stellte sich nach Wilson et al. (2014: 978) in einem ventralen Bereich des aTLs, der bei den untersuchten Aphasikern als das am stärksten durch die Erkrankung veränderte Areal angeführt wird, heraus. Dort zeigte sich eine Deaktivierung in der Kontrollgruppe, aber nicht bei den Aphasikern. Da eine Auffälligkeit bei der semantischen Demenz ist, dass syntaktische Funktionen weitestgehend erhalten bleiben und sich keine Unterschiede in der Aktivierung für die verwendete syntaktische Komplexitätsmanipulation zeigten, schließen Wilson et al. (2014: 983):

> [...] spared syntactic processing in semantic PPA depends on preserved functionality of structurally intact left frontal regions and moderately atrophic left posterior temporal regions [...and] the role of the ATL in sentence processing is less likely to relate to syntactic structure - building and more likely to relate to higher level processes such as combinatorial semantic processing.

Diese Arbeit zu den Patienten mit semantischer PPA fügt sich folglich in das Bild vieler der oben berichteten Arbeiten, dass die Verarbeitung syntaktischer Komplexität hauptsächlich auf Regionen im Frontallappen basieren soll, während Regionen im TL, insbesondere in anterioren Regionen eher für die lexikalisch - semantische Integration verantwortlich gemacht werden. Allerdings ist die Definition von Komplexität auf Basis der Unterscheidung zwischen Aktiv und Passiv, wie in Abschnitt 2.2.2 diskutiert, zu kritisieren.

In einer weiteren, größer angelegten Untersuchung von **Fromm et al. (2016)** wurden entgegen dieser Studie mündliche Erzählungen von 195 Patienten mit Aphasie und 168 Kontrollen mittels CPIDR auf ihre ID, d. h. semantische Komplexität, hin analysiert und außerdem hinsichtlich fünf verschiedener Aphasietypen verglichen. Ein Unterschied ließ sich zwischen den Aphasikern im Allgemeinen und den Kontrollprobanden, die höhere ID - Werte aufwiesen, feststellen (Fromm et al.

(2016): 1126). Außer der Gruppe mit einer transkortikalen motorischen Aphasie zeigten die Broca - Aphasiker signifikant die niedrigsten Werte im Vergleich zu allen anderen (Fromm et al. (2016): 1127). Dieses Ergebnis ist aus lokalisatorischer Sicht allerdings schwer zu interpretieren. Auch wenn entsprechend der Namensgebung klassischerweise ein Zusammenhang zwischen einer Läsion des Broca - Areals und der Broca - Aphasie angenommen wurde, lässt sich z. B. nach einem Positionspapier von Ardila et al. (2016: 2) keine eindeutige Annahme zur zugrunde liegenden Läsion machen: „[. . .] we propose that lesions confined to the canonical Broca's area do not result in classical Broca's aphasia due to the large functional connectivity of this area with adjacent frontal and subcortical areas."

Eine Einordnung der in diesem Abschnitt vorgestellten vielfältigen Erkenntnisse zu neuronalen Korrelaten sprachlicher Komplexität und beeinflussenden Faktoren, soll in den nächsten Abschnitten anhand aktueller neurokognitiver Modelle erfolgen.

2.4.2. Drei klassische modelltheoretische Ansätze zu neuronalen Grundlagen der Verarbeitung sprachlicher Komplexität

Dieser und der folgende Abschnitt sollen eine abschließende Betrachtung beinhalten, was unterschiedliche neurokognitive Modelle zur Verarbeitung sprachlicher Komplexität auf Satzebene postulieren und welche Funktionen den oben vorgestellten Regionen darin zugewiesen werden. Der vorliegende Abschnitt konzentriert sich auf für die Diskussion relevante Aspekte der drei Ansätze von Hagoort, Hickok und Poeppel sowie Friederici, wobei hauptsächlich eine neuroanatomische Perspektive eingenommen wird.[121] Zu beantworten bleibt letztlich die übergeordnete Frage der vorliegenden Arbeit, welche Relevanz dem Konzept der sprachlichen Komplexität auf neuronaler Ebene zuzuordnen ist.

Hagoort (2005) definiert in seinem „MUC" - Modell drei bestimmende Komponenten der Sprachverarbeitung, die er als „memory, unification and control" bezeichnet. Die wichtigste Funktion des Modells übernimmt die **Unifikationskomponente**, die auf verschiedenen Ebenen von Sprache arbeitet und sowohl für den Bereich des Sprachverstehens als auch der Sprachproduktion angesetzt wird. Das Areal, das in den oben vorgestellten Studien am häufigsten diskutiert und untersucht wurde, das Broca - Areal bzw. der lIFG, bringt Hagoort (2005: 416) damit in

[121] Viele Argumente und Annahmen der Modelle bzw. Ansätze mussten für die vorliegende Arbeit stark heruntergebrochen werden. Für ausführliche Darlegungen sei der Leser auf die jeweiligen Quellen verwiesen.

Verbindung. Insgesamt ist das Modell sehr stark auf die Funktion dieser Region fokussiert, der die Aufgabe zugeordnet wird, kleinere Einheiten auf den verschiedenen sprachlichen Ebenen zu größeren Konstituenten oder Äußerungen zusammenzuführen. Z. B. verbindet die syntaktische Unifikationsoperation sogenannte „structural frames“ von Wörtern im Lexikon inkrementell zu Äußerungen (Hagoort (2005): 417f.). Aufgrund der Tatsache, dass dort auch teilweise das AG verortet wurde, sieht Hagoort (2005: 422) diesen Bereich als geeignet für Unifikationsprozesse an.[122] Neben der Unifikation setzt er zwei weitere Komponenten der Sprachverarbeitung an, eine **Gedächtniskomponente**, „memory“, die mit Funktionen des Langzeitgedächtnisses und dem Konzept des mentalen Lexikons gleichgesetzt wird, und eine **Kontrollkomponente**, „control“, die für Ausführungsaspekte von Sprache z. B. in Konversationen verantwortlich gemacht wird (Hagoort (2005): 416). Die Funktion der neben dem IFG häufig aktivierten lTL - Regionen sieht Hagoort (2005: 419) in der Speicherung lexikalischer Informationen: „This part of the brain might be important for the retrieval of the syntactic frames that are stored in the lexicon.“ Den Abruf phonologischer/ phonetischer Eigenschaften ordnet er eher dem pSTG/STS zu, lexikalisch - semantische Verarbeitung dem lMTG bzw. inferioren TG (ITG) und die Abspeicherung lexikalisch - syntaktischer Informationen (unter Vorbehalt) dem linken pSTK. Die Kontrollkomponente sollte außerdem nach Hagoort (2005: 421) im anterioren cingulären Kortex und dorsolateralen präFK verortet werden.

Bezüglich der **Verarbeitung von sprachlicher Komplexität** auf neuronaler Ebene kann grundsätzlich festgehalten werden, dass das MUC - Modell dazu keine direkten Annahmen macht. Dennoch können einige Punkte angemerkt werden: Zwar bietet der Ansatz einerseits eine Erklärung für Effekte in den beiden Bereichen, die in den oben vorgestellten Studien am häufigsten in einen Zusammenhang mit syntaktischer bzw. linguistischer Komplexität gebracht wurden, dem lIFG und Regionen des TLs. Als Erklärung für Aktivierungen in diesen Arealen könnten aus dem Modell von Hagoort (2005) die beiden Systeme eines Langzeit- und Arbeitsgedächtnisses, die bei der Sprachverarbeitung auf den verschiedenen Ebenen einerseits Speicherungs- und andererseits Unifikationsprozesse übernehmen sollen, herausgefiltert werden. Komplexitätseffekte ließen sich somit am ehesten aufgrund von AG - Ansprüchen bei der syntaktischen Unifikation dem lIFG und auf Basis eines Aufwands bei der lexikalischen Verarbeitung dem TL zuschreiben. Auch Er-

[122] In Subregionen des lIFGs lokalisiert Hagoort (2005: 420ff.) auch die neuroanatomischen Grundlagen für die semantische und phonologische Unifikation, wobei die Verarbeitungsprozesse dort als stark interaktiv bezeichnet werden.

gebnisse zur Verarbeitung hierarchischer im Gegensatz zu linearen Strukturen im lIFG könnten in dem Modell möglicherweise über die Unifikationskomponente hergeleitet werden. Andererseits erscheint der Ansatz bereits auf den ersten Blick zu undifferenziert, um die oben genannten Erkenntnisse zur Verarbeitung komplexer Sätze einzubinden. Darüber hinaus wurde in den vorherigen Abschnitten diskutiert, dass Komplexitätseffekte nicht alleine auf Gedächtnisansprüchen zu begründen sind, sondern bspw. von Faktoren wie Plausibilität oder Kanonizität abhängen sowie Aufgabeneffekte und die untersuchte Sprache zu beachten sind. Wie auch Bornkessel und Schlesewsky (2006: 815) anmerken, sind darüber hinaus Ergebnisse zur Verarbeitung syntaktischer Komplexität nicht erklärbar, die eine Aktivierung superiorer Temporalregionen beobachten zusätzlich zum IFG, in dem die Unifikationskomponente verortet wird. Letztendlich bleibt auch die Rolle des aTLs, zu dem einige Erkenntnisse und Annahmen aus den oben behandelten Studien vorliegen, vollkommen unklar.

Hickok und Poeppel (2004, 2007) präsentieren ein stärker auf zwei Pfade konzentriertes Modell der Sprachverarbeitung unter Trennung von Prozessen zur Ableitung einer Interpretation und der Übersetzung auf artikulatorische Mechanismen. Zu beachten ist, dass sich das Modell im Gegensatz zu dem von Hagoort (2005) nicht auf Satzebene bewegt und diesen Anspruch auch ausdrücklich nicht erhebt. Zur Frage, warum es in der vorliegenden Arbeit dennoch Beachtung finden soll, können zwei Hauptargumente angeführt werden. *Erstens* besitzt die grundsätzliche Architektur des Modells mit zwei Verarbeitungssträngen ausgehend vom primären auditorischen Kortex, wie in Abschnitt 2.4.3 näher ausgeführt wird, bezüglich der Komplexitätseigenschaft von Sprache eine neurobiologisch hergeleitete Basis. Die hierarchische Verarbeitung von einfachen zu zunehmend komplexen Stimuli entlang der beiden Pfade betrifft natürlicherweise alle Ebenen von Sprache. Wie unten gezeigt werden soll, beziehen sich auch Hickok und Poeppel auf diese relevante Beobachtung. *Zweitens* ist gerade die ID (siehe Abschnitt 2.2.2.3), die allgemein in der psycholinguistischen Forschung und speziell in der vorliegenden Arbeit eine wichtige Rolle spielt, als Komplexitätsmaß, das eine konzeptuelle Basis hat, zu bezeichnen. Die propositionalen Einheiten, die die ID erhebt, sind zudem nicht über die Einheit Äußerung bzw. Satz, sondern relativ zum Ausmaß an produzierten Wörtern definiert. Insbesondere aufgrund der Ebene, auf die sich das ID - Maß bezieht, und die zuerst erwähnte neurobiologische Basis der beiden Pfade, auf denen Komplexität über deren hierarchische Organisation verarbeitet werden kann, sind die Annahmen des Modells für die vorliegende Arbeit durchaus von Interesse.

Einige Hinweise auf Funktionen von Arealen, die oben erwähnt wurden, und deren Einbindung in das Modell sollen deshalb nun näher betrachtet werden. Ausgehend vom STG, der als bilateral, jedoch asymmetrisch organisiert bezeichnet wird, soll nach Hickok und Poeppel (2004: 72) ein **ventraler Pfad** wegführen mit der Funktion „mapping sound onto meaning“ oder nach Hickok und Poeppel (2007: 394) allgemein „Spracherkennung“. Der Pfad verläuft vom STG (bilateral), der für Lautrepräsentationen zuständig gesehen wird, in Richtung des posterioren ITK und MTG, denen wiederum „widely distributed conceptual representations“ zugeordnet werden (Hickok und Poeppel (2004): 67, 72). Hickok und Poeppel (2004: 79) nehmen für den STG (ausgedehnt in den STS anterior und posterior) eine „cortical auditory processing hierarchy“ an, d. h. ausgehend von einfachen akustischen Merkmalen sollen hier zunehmend komplexere, vor allem sprachliche Stimuli verarbeitet werden.[123] Während die Autoren 2004 noch eine Linksdominanz des ventralen Pfads annehmen, sprechen Hickok und Poeppel (2007: 393) von einer bilateralen Organisation.[124] Insbesondere der linke pITL erscheint nach Hickok und Poeppel (2004: 84) für die Verbindung zwischen Laut und Bedeutung zuständig, wobei sie anmerken, dass nicht genau zu sagen ist, welche Aspekte der Verarbeitung durch verschiedene Aufgaben in Experimenten beeinflusst sind und welche Prozesse genau wo ablaufen. Die **aTL - Region** wird bereits im ursprünglichen Modell explizit behandelt und als ein Areal eines Netzwerks von Regionen, die zur syntaktischen Verarbeitung beitragen, bezeichnet: „[. . .] one possibility is that aTL serves as an interface between posterior lexical - semantic systems and frontal systems involved in structuring information over time periods that extend beyond the duration of a sensory trace

[123] Die Verortung eines ventralen Pfads, der sich vom STG in Richtung des MTG und ITG bewegt, entspricht nicht der in vielen neurokognitiven Modellen vertretenen Annahme (vgl. Friederici, 2011, 2012; Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky, 2013; Bornkessel-Schlesewsky et al., 2015b), dass dessen Verlauf direkt in anteriore und posteriore Regionen des STG reicht. Diesen Aspekt kritisieren Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013: 65) insbesondere hinsichtlich der zeitlichen Abfolge der Aktivierung: „[. . .] they [Hickok and Poeppel] assume an initial projection from primary auditory areas to posterior temporal regions within this stream prior to information transfer to the aTL.“ Auf neurobiologischer Ebene ist nur die Variante von direkten Projektionen in anteriore und posteriore Areale des STG insbesondere in Hinblick auf die hierarchische Organisation der Pfade vertretbar (vgl. Rauschecker und Scott, 2009).

[124] Zu der Frage, welche Funktionen die beiden Hemisphären möglicherweise übernehmen, findet sich in Hickok und Poeppel (2007: 396) nur die Annahme, dass sich ein Unterschied in der Beteiligung ergibt hinsichtlich der Zeiträume, über die Informationen integriert werden müssen: „[. . .] we propose that neural mechanisms for integrating information over longer timescales are predominantly located in the right hemisphere, whereas mechanisms for integrating over shorter timescales might be represented more bilaterally.“

(Fuster, 1995)“ (zitiert nach Hickok und Poeppel (2004): 85). Hickok und Poeppel (2007: 399) präzisieren die Funktion des Areals schließlich als „higher - level syntactic and compositional semantic processing“.

Der **dorsale Pfad** (links lateralisiert), der eine andere Funktion, nämlich „mapping sound onto articulatory - based representations“, ausfüllen soll, verläuft in Richtung eines Areals, das von den Autoren als „area Spt“[125] bezeichnet wird und sich an der posterioren sylvischen Fissur dort, wo Temporal- und Parietallappen aneinandergrenzen, befindet und endet letztendlich in frontalen Regionen (Hickok und Poeppel (2004): 67, 72). Nach Hickok und Poeppel (2004: 67) kommt dem dorsalen Pfad nur eine untergeordnete Rolle beim natürlichen Sprachverstehen zu, wobei das Spt - Areal eine Funktion als „critical interface between sensory - and motor - based representations of speech“ (Hickok und Poeppel (2004): 89) einnehmen soll. Zu den relevanten pIF - Regionen werden einige der oben häufig erwähnten Areale gezählt: Teile des Broca - Areals, das FO, die Insula, das sogenannte „motor face area“ und dorsale präM - Areale (Hickok und Poeppel (2004): 72). Um die Sprachperzeption und -produktion zu gewährleisten, nehmen Hickok und Poeppel (2004: 73) darüber hinaus Bidirektionalität auf beiden Pfaden an.[126] Die Funktion eines AGs wird, wie bei Hagoort (2005), aber begründet auf der Annahme von Bidirektionalität, mit dem dorsalen Pfad verknüpft: „This sensory - motor loop in the dorsal stream provides the functional anatomic basis for verbal working memory (Baddeley, 1992), that is, the ability to use articulatory - based processes (rehearsal) to keep auditory - based representations (storage) active“ (zitiert nach Hickok und Poeppel (2004): 73).[127] Hickok und Poeppel (2007: 394) ergänzen später, dass der dorsale Pfad zwar eine wichtige Rolle bei der auditorisch - motorischen Integration einnimmt insbesondere in Hinblick auf den Spracherwerb und die Sprachproduktion. Auch Sprachperzeptionsaufgaben sollen jedoch hier übernommen werden unter der Annahme, dass es dabei nicht um den lexikalischen Zugriff geht, sondern exekutive Kontroll - und AG - Funktionen.

[125] Das „area Spt“ hat eine besondere Stellung im Vergleich zu anderen neurokognitiven Modellen, da es nur von Hickok und Poeppel (2004) diskutiert und trotzdem mit einer wichtigen Funktion versehen wird. Dessen Rolle ist allein auf dieser Basis anzuzweifeln.

[126] Nach Hickok und Poeppel (2004: 91) ist außerdem eine Überlappung der Sprachperzeptions- und -produktionssysteme anzunehmen.

[127] Teile des Modells von Baddeley (1992) werden nach Hickok und Poeppel (2004: 87) direkt auf die neuroanatomischen Systeme im STG und in frontalen Regionen des dorsalen Pfads zurückgeführt: „In our model, the phonological store overlaps with the STG systems supporting sound - based representations of speech, and the articulatory rehearsal component maps onto frontal systems supporting articulatory - based representations of speech.“

Was lässt sich nun aus diesem Ansatz bezüglich der Einordnung an der **Verarbeitung von Komplexität** möglicherweise beteiligter Regionen schlussfolgern? Wie bereits betont, bewegt sich das Modell von Hickok und Poeppel (2004, 2007) nicht auf Satzebene und ist vorrangig auf die Abbildung von Lauten zu Bedeutungen bzw. die Verbindung zwischen Lauten und deren Artikulation konzentriert. Nach Hickok und Poeppel (2004: 70) berufen sie sich dabei insbesondere auf verschiedene Arten von „mappings“, die ausgehend von variierenden Inputs und zum Erreichen unterschiedlicher Ziele angenommen werden können. Das ist im Lichte der oben behandelten Vielfalt der in Studien verwendeten Aufgaben durchaus als wichtige Grundüberlegung hervorzuheben. Darüber hinaus verfolgt das Modell einen aktuellen Ansatz von zwei Verarbeitungspfaden, die vom auditorischen Kortex bzw. dem STG ausgehend dorsal und ventral verlaufen (siehe unten) und denen im Grunde eine Trennung von Interpretations- und Artikulationsprozessen zugewiesen wird. Wie oben angemerkt, weicht jedoch u. a. der Verlauf dieser Pfade vom STG in den MTG und IFG von dem in anderen neurokognitiven Modellen angenommenen ab und widerspricht bspw. dem neurobiologisch begründeten Verarbeitungsmodell zum STG von Rauschecker und Scott (2009), die eine hierarchische Aktivierungsausbreitung unmittelbar in Richtung des anterioren und posterioren STG/ STS etablieren. Abgesehen davon wird der posteriore Teil des ITLs insgesamt in Hickok und Poeppel (2004, 2007) für die Verbindung zwischen Laut und Bedeutung verantwortlich gemacht, wobei konzeptuelle Repräsentationen über den TK ausgebreitet sind. Schwierig einzuordnen, aufgrund der betrachteten Ebene, sind die Erkenntnisse und Interpretationen zu diesem Areal z. B. von Friederici et al. (2009), Den Ouden et al. (2012) oder Wilson et al. (2014). Die Befunde von Caplan et al. (1998) und die mögliche Interpretation von Shetreet et al. (2009) zu einer Aktivierung bei der Verarbeitung von zwei im Vergleich zu einer Proposition in einer großen Region, die auch inferior temporale Areale einschließt, lässt sich am ehesten mit der von Hickok und Poeppel vorgeschlagenen semantisch - konzeptuellen Funktion des pTLs in Verbindung bringen. Im Gegensatz zum MUC - Modell wird zudem die Funktion des aTLs, der zur syntaktischen Verarbeitung sowie kompositionalen Semantik beitragen soll als „Interface“ zwischen posterioren temporalen und frontalen Arealen, zumindest diskutiert. Wie oben angemerkt, ist jedoch zum einen nach Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013: 65) alleine die Annahme eines Informationsflusses in vorerst temporale und dann anteriore Areale kritisch zu sehen. Zum anderen sind aufgrund der Ausrichtung des Modells auf phonetisch - phonologische und lexikalische Ebenen bzw. motorisch - artikulatorische Prozesse Annahmen zur syn-

taktischen Verarbeitung mit Vorsicht zu sehen. Eine „zwischengeschaltete“ Rolle bei der syntaktischen Verarbeitung würde zumindest oberflächlich zu den Ergebnissen von Obleser et al. (2011) (Komplexitätseffekt für Scramblingvariationen im Allgemeinen) und Brennan et al. (2012) (für Wörter mit einem erhöhten syntaktischen Node Count beim Hören einer Geschichte) passen. Allerdings sind auch Widersprüche zu bspw. dem Ergebnis von Wilson et al. (2014) erkennbar, die bei den von ihnen untersuchten Aphasikern mit einer Beeinträchtigung im aTL keine Auswirkungen auf syntaktische Fähigkeiten zeigen konnten. Schließlich sind Effekte, die in den oben vorgestellten Studien einer Art von syntaktischer Komplexität zugeschrieben wurden und Areale des dorsalen Pfads in diesem Modell betreffen, wie bei Hagoort (2005) am ehesten über die Annahme eines dort verorteten AGs zu erklären. Die Kritik an der Annahme wurde bereits diskutiert. Frontale Areale spielen eher bezüglich der Sprachproduktion eine Rolle und erschweren eine erweiterte Interpretation in Hinblick auf das Sprachverstehen. Insgesamt wird deutlich, dass ein allgemeiner Nachteil des Modells ist, dass eher eine funktionale Begründung der Verarbeitungspfade und beteiligten Areale des Modells versucht wird statt einer neuroanatomisch fundierten Herleitung.

Der Ansatz von **Friederici et al. (2006a) und Friederici (2009, 2011, 2012)** ist in starkem Gegensatz zu den beiden vorherigen Modellen hauptsächlich auf die Verarbeitung von (syntaktischer) Komplexität fokussiert und geht grundsätzlich von einer Linkslateralisierung aus (vgl. Friederici (2009): 177ff.). Außerdem baut er auf einer grundlegenden, evolutionär motivierten Annahme auf, dass sich menschliche und nicht - menschliche Primaten prinzipiell hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Verarbeitung von unterschiedlich strukturierten Sequenzen unterscheiden. Erstere sollen nach z. B. Friederici et al. (2006a: 2458) die Fähigkeit besitzen, hierarchische Strukturen, d. h. ineinander verschachtelte Einbettungen, verarbeiten zu können und letztere hingegen nur Abhängigkeiten zwischen adjazenten Elementen, die auf Übergangswahrscheinlichkeiten aufbauen, was beides wiederum mit der Entwicklung spezifischer Regionen im Frontallappen in Verbindung gebracht wird: „Processing of local transitions is subserved by the left frontal operculum, a region that is phylogenetically older than Broca's area, which specifically holds responsible the computation of hierarchical dependencies.“ Folglich ist das Modell auf zwei frontale Regionen des Gehirns ausgerichtet, die die Verarbeitung von Komplexität, definiert über das Hierarchiekonzept, ermöglichen sollen.[128]

[128] Friederici et al. (2006a) überprüfen diese Annahmen mittels eines fMRT - Experiments. Zwei Probandengruppen mussten dafür zuerst Grammatiken mit Konsonant - Vokalsilben als Elemen-

Zur **Rolle des BA 44/45** halten Friederici et al. (2006a: 2460) fest: [...] it is not processing difficulty per se that causes BA 44/45 activation but [...] activation in this area is a function of the presence of structural hierarchies.“ Aktivierungen im **pSTG** hingegen werden allgemeinen Integrationsprozessen zugeschrieben, die sowohl der Verarbeitung von Phrasenstrukturgrammatiken als auch hierarchischen Sequenzen sowie syntaktischer Komplexität unterliegen, während der **aTL** im Gegensatz dazu als Region angesehen wird, die zur Berechnung lokaler Phrasenstrukturen beitragen soll (Friederici et al. (2006a): 2461). Friederici (2012: 263) erweitert die Funktion des aTLs schließlich auf kombinatorische Prozesse im Allgemeinen und weist darauf hin, dass vom primären auditorischen Kortex zu dieser Region die Verarbeitung zunehmend komplexerer sprachlicher Einheiten „from phonemes to words to phrases“ möglich ist.

In einem Review-Artikel baut Friederici (2009) ihren Ansatz aus und bezieht nun einen neuen Aspekt, die **Fasersträange der weißen Substanz**, ein, die die einzelnen beschriebenen Regionen der grauen Substanz des menschlichen Kortex miteinander verbinden. Eine besondere Rolle wird auch hier – aus phylogenetischer Sicht hinsichtlich der Evolution des menschlichen Gehirns bzw. ontogenetisch in Hinblick auf die Sprachentwicklung bei Kindern – dem dorsalen Pfad zugewiesen und in Zusammenhang mit der Verarbeitung syntaktischer Komplexität gebracht:

> The dorsal pathway projecting from the posterior portion of Broca's area to the superior temporal region seems to be of particular importance for higher-order language functions. This pathway is particularly weak in non-human compared to human primates and in children compared to adults. It is therefore considered to be crucial for the evolution of human language, which is characterized by the ability to process syntactically complex sentences. (Friederici (2009): 175)

Auf Basis von Studien mittels Diffusion Tensor Imaging (DTI)[129] mit oder ohne zusätzlicher fMRT werden von Friederici (2009) bereits drei relevante Fasersträange der weißen Substanz mit verschiedenen potenziellen Funktionen bei der Sprach-

te lernen, die entweder nach lokalen Übergangswahrscheinlichkeiten („Finite-State Grammar (FSG)“) oder mit rekursiven, hierarchisch aufgebauten Phrasenstrukturen („Phrase-Structure Grammar (PSG)“) arbeiteten (Friederici et al. (2006a): 2459). Während der tatsächlichen Messung wurden neue Sequenzen präsentiert, die nach ihrer Korrektheit innerhalb der gelernten Grammatik beurteilt werden sollten. Die Ergebnisse wurden als Bestätigung der Vorhersagen des Modells interpretiert, da bei den PSG-Verletzungen spezifisch das BA 44/45 stärker aktiviert wurde, das FO allgemein bei Verletzungen beider Grammatiken (Friederici et al. (2006a): 2459).

[129] Für eine Kurzzusammenfassung der DTI-Methodik, die auch zur Detektion von Fasersträngen der weißen Substanz einsetzbar ist, sei der Leser z. B. auf Sommer (2010: 223ff.) verwiesen.

verarbeitung unterschieden: Der ventrale *Fasciculus Uncinatus (FU)* als Verbindung zwischen dem FO und aSTG soll der Verarbeitung lokaler Phrasenstrukturen dienen (Friederici (2009): 179). In Friederici (2011: 1364) wird dessen Funktion etwas allgemeiner auf grundlegende Prozesse, die „rule - based combinatorics of adjacent elements“ betreffen, zurückgeführt. Ein zweites ventrales Faserbündelsystem durch die *Capsula extrema (CapE)* verbindet das BA 45/47 und den mittleren Teil des STG/ MTG und wird mit semantischer Verarbeitung in Verbindung gebracht, während der dorsal verlaufende *Fasciculus Longitudinalis superior (FLS)* als dritte Verbindung des BA 44 mit dem pSTG/ STS für die Verarbeitung syntaktisch komplexer bzw. hierarchisch strukturierter Sätze verantwortlich sein soll (Friederici (2009): 179, (2011): 1383). Nach Friederici (2009: 176) lassen sich auf letzterem Pfad die Funktionen des BA 44 und pSTG zur Verarbeitung komplexer Sätze[130] über die Beteiligung der Semantik unterscheiden: „BA 44 seems to process hierarchical structures independent of semantics [...], whereas the posterior STG seems to support the integration of syntactic and semantic information to achieve understanding [...].“[131] In Friederici (2011: 1375) wird hervorgehoben, dass in frontalen Regionen eher dem BA 45/47 eine Rolle bei der Kombination syntaktischer und semantischer Informationen zukommt.

Neben seiner besonderen Rolle bei der Verarbeitung von Komplexität, die der **dorsale Pfad** in ihrem Modell trägt, wird er von Friederici (2011: 180) als einer der sich am spätesten vollständig entwickelnden angesehen ebenso wie die Fähigkeit, syntaktische Komplexität zu verarbeiten: „Thus, it seems that the evolution of language is tightly related to the maturation of the dorsal pathway connecting those areas which in the adult human brain are involved in the processing of syntactically complex sentences.“ In einem späteren Modell werden einige Änderungen bzw. Spezifikationen dieses Ansatzes vorgenommen: *Erstens* nimmt Friederici (2011: 1357) deutlicher eine zeitlich hierarchisch strukturierte Verarbeitung ausgehend vom auditorischen Kortex beim Sprachverstehen und eine anfängliche Bilateralisierung sowie spätere Linkslateralisierung insbesondere in Bezug auf syntaktische Prozesse an. *Zweitens* trennt sie hier auf Basis u. a. von neurophysiologischer Evidenz drei Phasen der Satzverarbeitung klar voneinander: Zuerst sollen lokale Phrasenstrukturen auf Basis von Wortkategorieinformationen abgeleitet werden, dann die Verbar-

[130] Erhöhte syntaktische Komplexität wird in Friederici (2009) hauptsächlich in nicht - kanonischen Objekt - erst Strukturen gesehen.

[131] Die funktionelle Zuordnung zu den Strängen ist mit Vorsicht zu betrachten, denn nach Friederici (2009: 179) können sowohl Unterschiede in den Aufgaben bei verschiedenen Studien als auch nach Friederici (2009: 176) Unsicherheiten auf Basis der DTI - Methodik diese erschweren.

gumentstrukturverarbeitung unter Einbeziehung syntaktischer sowie semantischer Relationen erfolgen und schließlich wird eine optionale Phase der Integration dieser Informationen angesetzt (Friederici (2011): 1358). *Drittens* wird nun auch eine Trennung zweier dorsaler Pfade vorgeschlagen: Einer aus dem präMK und einer aus dem BA 44, wobei zwar beide in den TK verlaufen, aber nur letzterer als derjenige, der sich später entwickelt, gilt (Friederici (2011): 1361). Nach Friederici (2012: 262) lässt sich als Grundlage dessen der white - matter Faserstrang des *Fasciculus Arcuatus (FA)* anführen. Entlang dieser beiden dorsalen Pfade unterscheidet Friederici (2011: 1361) nun die Richtung der Informationsverarbeitung und die Möglichkeit der Nutzung von Prädiktionen:

> In the domain of human language processing, projections from sensory to the premotor cortex [...] could support bottom - up information processes, whereas projections from Broca's area to the temporal cortex [...] could subserve top - down processes drawing prediction about the incoming information, thereby easing its integration.

Aktivierungen des pSTG/ STS und angularen Gyrus werden entsprechend der neu definierten Rolle des dorsalen Pfads nun als abhängig von „a word's predictability in sentential context“ umformuliert (Friederici (2012): 264). Sie stehen nach Friederici (2012: 266) in enger Verbindung mit dem pIFG, von wo aus die Vorhersagen möglich sind, um letztendlich die ursprünglich beschriebene Integration syntaktischer und semantischer Informationen zu gewährleisten. Ein wichtiger funktioneller Unterschied der beiden dorsalen Pfade ist, dass ersterer über den FLS für die sensorisch - motorische Verarbeitung zuständig sein soll, während letzterem über den FA, der einer späteren Entwicklung unterliegt, die spezifische Funktion der Verarbeitung syntaktischer Komplexität zugeschrieben wird (Friederici (2012): 265).

Das **Broca - Areal** teilt Friederici (2012: 264) in eine Region für syntaktische Prozesse sowie Scrambling in komplexen Sätzen im FO bzw. BA 44 und semantische Prozesse im BA 45/47 ein. Den IFG bzw. das BA 44 bezeichnet Friederici (2011: 1370) auf Basis ihres Modells explizit als „most critical region for processing syntactic complexity“ oder „core region of syntactic complexity“.[132] Sie bekräftigt außerdem im Modell von 2012 die Sichtweise, dass auf den jeweils doppelten Pfaden eine abweichende Richtung der Informationsverarbeitung anzunehmen ist und überträgt diese Annahme auch auf die **ventralen Pfade** zur semantischen

[132] Friederici (2011: 1373) führt auch den Zusammenhang zwischen einer Verschiebung der Aktivierung im IFG und erhöhten Aufgaben- bzw. Stimulusanforderungen an (vgl. die Interpretation von „Shifts“ in Obleser et al. (2011) bei der Verarbeitung von Komplexität unter verschlechterter Signalqualität).

Verarbeitung: Der Weg vom aTL zum präFK, wird als „bottom - up, input - driven“ charakterisiert, während die Verbindung aus letzterer Region zurück zum Temporallappen „top - down, controlled and predictive“ sein soll (Friederici (2012): 262).

Viele Ergebnisse der oben erwähnten Studien, die zu einem Großteil unter Erstautorenschaft oder Beteiligung von Friederici entstanden sind, stützen ihr Modell. Zur **Verarbeitung sprachlicher bzw. vor allem syntaktischer Komplexität** findet sich in ihrem Ansatz die „extremste“ Annahme: Einem spezifischen frontalen Areal, dem BA 44, und dem dorsalen Pfad, der dort beginnt und der über den FA in den TL führen soll, wird u. a. aufbauend auf phylogenetischen und ontogenetischen Überlegungen die ausschlaggebende Rolle bei der Verarbeitung syntaktischer Komplexität zugewiesen. Insbesondere Ergebnisse der oben genannten Studien, die sich die Verarbeitung von Sätzen mit Scrambling im Mittelfeld des Deutschen, nicht - kanonischen Wortstellungen im Allgemeinen, bestimmten Einbettungen oder einer hierarchischen Strukturierung anschauen und Aktivierung im BA 44 finden, könnten als Evidenz für diese Annahme angeführt werden. Vor dem Hintergrund der oben diskutierten Schwierigkeit, syntaktische Komplexität zu definieren u. a. aufgrund der Abhängigkeit von theoretischen Überlegungen und weiteren beeinflussenden Faktoren, ist die Zuordnung zu einem bestimmten Areal und Pfad jedoch großer mit Vorsicht zu sehen. Friederici et al. (2006b: 1709) formulieren zum Vergleich von komplexeren Scrambling - Variationen versus Ungrammatikalität selbst:

> Thus, complexity - based neural responses likely result from the combination of a variety of factors (syntactic, thematic, and possibly semantic complexity). Hence, we use ‘linguistic complexity’ as a cover term for these multiple influences throughout this paper, thereby avoiding stronger classifications that cannot be undertaken on the basis of the present manipulation.

Kritik üben z. B. Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013: 65) außerdem ganz grundlegend an der Trennung der Verarbeitung „einfacher“ versus „komplexer“ Sätze auf zwei unterschiedlichen Pfaden und stellen folgende Fragen:

> Conceptually, how does the processing system determine whether a sentence is „simple“ or „complex“ syntactically? Is there a threshold which controls whether a particular sentence or part of a sentence should be processed via the ventral stream only or whether dorsal stream involvement is required and, if so, how and where is this decision made?

Neben der Rolle frontaler Regionen ist eine Einordnung der oben genannten Studien hinsichtlich zweier anderer Regionen, der anterioren bzw. posterioren Areale des

STG/STS, im Modell von Friederici durchaus möglich und basiert im Gegensatz zu Hickok und Poeppels Ansatz auf neuroanatomischen Grundlagen. Wiederholt wird eine strikte Trennung hinsichtlich semantischer und syntaktischer Prozesse bzw. der Verarbeitung lokaler Phrasenstrukturen oder kombinatorischer Semantik versus hierarchischer Strukturen auf ventralen versus dorsalen Pfaden vertreten. Speziell der pSTG/STS wird eher als Integrationsstelle zwischen semantischen und syntaktischen Informationen verstanden, wenn Argumentzuweisungen im Satzkontext verarbeitet werden. Trotz dieser Erklärungsmöglichkeiten des Modells sind abschließend noch zwei ganz allgemeine kritische Aspekte festzuhalten: Die starke Konzentration des Ansatzes seit Friederici et al. (2009) auf die white-matter Stränge kann aufgrund der Methodik (siehe oben) momentan noch als wenig fundierte Grundlage bezeichnet werden. Zudem ist die Annahme, dass eine verzögerte Entwicklung des der Verarbeitung syntaktischer Komplexität zugeordneten dorsalen Strangs aus dem BA 44 mit der verzögerten Entwicklung komplexer Sätze im Spracherwerb einhergeht, u. a. auf Basis der ungenauen Definition und unterschiedlichen Sichtweisen zur kindlichen Sprachentwicklung (vgl. 2.2.1.3 und 2.2.2.2) sehr verallgemeinernd und nicht trivial.

2.4.3. Ein neurobiologisch motivierter Ansatz zur kognitiven Verarbeitung von Komplexität

Aktuelle neurokognitive Modelle wie auch die beiden im letzten Abschnitt vorgestellten von Hickok und Poeppel sowie Friederici beziehen zwei Pfade der Sprachverarbeitung ein, die den primären auditorischen Kortex mit dem Frontalkortex verbinden und ventral oder dorsal verlaufen (auch wenn unterschiedliche Annahmen auf neuronanatomischer sowie funktionaler Ebene gemacht werden). Die Hypothese zweier Pfade leitet sich aus Erkenntnissen zum **visuellen System** ab. Bereits Mishkin et al. (1983: 414) nehmen in Affengehirnen zwei kortikokortikale Pfade, ausgehend vom primären visuellen Kortex im Okzipitallappen mit unterschiedlichen Funktionen bei der Verarbeitung visueller Informationen an – einen ventralen Pfad zur Objektidentifikation und einen dorsalen Pfad zur räumlichen Wahrnehmung. Eine wichtige Eigenschaft, die in diesem Abschnitt herausgearbeitet werden soll und in den vorgestellten Modellen des vorherigen Abschnitts kaum Beachtung fand, ist die grundsätzlich **hierarchische Organisation** der Informationsverarbeitung auf beiden Pfaden. Hinsichtlich des visuellen Systems bedeutet das nach Mishkin et al. (1983: 414), dass zunehmend komplexe visuelle Informationen in Richtung der temporalen und parietalen Regionen verarbeitet werden.

Für das **auditorische System** bei Rhesusaffen können Rauschecker und Tian (2000) in den Umgebungsregionen des primären auditorischen Kortex im STG ebenfalls zwei Stränge definieren, einen eher anterior verlaufenden, der auf Primatenrufe reagiert, und einen, wie beim visuellen System, der eher für räumliche Reize sensitiv sein soll und von kaudalen Arealen in Richtung des parietalen Kortex verläuft (Rauschecker und Tian (2000): 11800ff.). Ausgehend vom Heschl'schen Gyrus, in dem einzelne Zellen spezifisch für bestimmte Frequenzen sensitiv sind, reagieren Neuronen in benachbarten Arealen zunehmend auf zeitlich komplexere, sogenannte „frequency - modulated sweeps" und unterschiedlich entlang der Pfade sowie schließlich auf bestimmte Affenrufe. Die Detektion dieser komplexeren Rufe wird über zwei grundlegende neuronale Verarbeitungsprinzipien hergeleitet. Die Kombination von einfacheren Informationen tieferer Ebenen ermöglicht nach Rauschecker und Tian (2000: 11802) **Selektivität** auf höheren Ebenen der Hierarchie: „[...] neurons in the lateral belt combine information from different frequency bands, and the nonlinear combination of information in the spectral domain leads to response selectivity." Dieses Prinzip deutet auf eine neurobiologisch begründete, hierarchische Organisation des auditorischen Systems beim Affen hin, wobei die Autoren die Wahrscheinlichkeit aufgrund von fMRT - Daten gegeben sahen, dass das Modell auf den menschlichen Kortex übertragbar sein könnte (Rauschecker und Tian (2000): 11803). Schließlich leiten Rauschecker und Scott (2009: 718) aus verschiedenen Studien ab, dass der auditorische Kortex von Primaten im Allgemeinen eine grundlegende, neuronale hierarchische Organisation auf zwei Verarbeitungspfaden (posterior und anterior verlaufend) aufweist: „[...] primate auditory cortex, across species, shows patterns of hierarchical structure, topographic mapping and streams of functional processing." Für den auditorischen Kortex wird entsprechend den Beobachtungen von Rauschecker und Tian (2000) eine Spezifizität in Bezug auf einzelne Neuronen tieferer Ebenen angenommen, die auf einfachere Informationen eines Signals reagieren können. Komplexere Eigenschaften werden nach Rauschecker und Scott (2009: 720) hierarchisch durch „convergence from lower - order neurons and nonlinear summation" zusammengeführt, was als **„combination sensitivity"** auf höheren Ebenen bezeichnet wird.

Auf dem anterior - ventralen Pfad ist nach Rauschecker und Scott (2009: 719) eine solche hierarchische Organisation bis hin zur Verarbeitung komplexer Sätze erkennbar, wobei nicht nur die Identifikation auditorischer Objekte auf diesem Pfad angenommen wird, sondern auch, dass die Verständlichkeit von Sprache hier zuneh-

mend eine Rolle spielt und damit „abstrakte“ **Sprachverarbeitung**.[133] Die Rolle des dorsalen Pfads wird auf weitere Funktionen außer der räumlichen Verarbeitung wie im visuellen System ausgeweitet. Auf Basis von internen Modellen, die Vorhersagen aus Vorwärtsmodellierungen ermöglichen, wird eine spezifische Rolle des dorsalen Strangs zur Integration von Feedforward - (vom motorischen System) und Feedback - Informationen (aus dem auditorischen Kortex oder sensorischen Arealen) bei der Sprachproduktion angenommen (Rauschecker und Scott (2009): 722). Durch die hierarchische Organisation ergeben sich schließlich wichtige Grundcharakteristika des Sprachsystems: Einerseits findet serielle Verarbeitung statt von einfachen zu darauffolgend komplexen Informationen, aber andererseits auch parallele Verarbeitung durch kortikale Areale, die in Strängen angeordnet sind, sowie Interaktion im dynamisch modulierten Netzwerk (Rauschecker und Scott (2009): 719).

Der nun behandelte Ansatz von Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013) und Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015b) baut auf diesen neurobiologisch begründeten Prinzipien auf und verbindet sie mit einem Modell zur Sprachverarbeitung auf Satzebene. Das Konzept der Komplexität bei der Sprachverarbeitung erhält somit eine vollkommen andere Bedeutung. Als Grundlage des Ansatzes müssen jedoch vorerst einige relevante Annahmen des sprachübergreifenden, neurokognitiven **„extended Argument Dependency“ - Modells (eADM)** zum Sprachverstehen auf Satzebene von Bornkessel und Schlesewsky (2006) vorgestellt werden. Der Ansatz bezieht sich zwar auf die Verarbeitung einfacher Sätze mit obligatorischen Argumenten, nach Bornkessel und Schlesewsky (2006: 816) kann jedoch bereits auf dieser Ebene eine Art der hierarchischen Komplexität angenommen werden: „[. . .] even in simple sentences containing only obligatory arguments, we are confronted with an interaction of multiple, hierarchically structured relational information types.“ Die Autoren definieren drei hierarchisch aufeinander aufbauende Phasen, in denen die beiden elementaren Grundkonstituenten eines Satzes, Verben und Argumente, verarbeitet werden: „(1) constituent structure building without relational interpretation, (2) argument role assignment via a restricted set of cross - linguistically motivated information types (e. g., case, animacy), and (3) completion

[133] Siehe dazu auch Okada et al. (2010), die die Annahmen einer hierarchischen Organisation des auditorischen Systems experimentell mittels fMRT und hinsichtlich der Sensitivität auf verständliche versus unverständliche Sprache sowie akustischer Varianz bzw. Invarianz verschiedener Areale vergleichen. Peelle et al. (2010) üben Kritik an den Grundlagen dieses Artikels und leiten schließlich ein um Regionen in weiteren temporalen sowie frontalen Bereichen erweitertes Modell zur auditorischen Sprachverarbeitung ab.

of argument interpretation using information from further domains (e. g., discourse context, plausibility)“ (Bornkessel und Schlesewsky (2006): 787). Die zweite Phase wird noch einmal unterteilt in den Aufbau relationaler Merkmale an sich (Aktivierung der grundsätzlichen Prominenzhierarchien der Argumente und der logischen Struktur des Verbs) und der tatsächlichen relationalen Verarbeitung (Berechnung der Prominenz, Linking zwischen der logischen Struktur des Verbs und abgeleiteten generalisierten Rollen zur Interpretation sowie Kongruenzverarbeitung), die darauf folgt (Bornkessel und Schlesewsky (2006): 789, 792f.).

Die im Zusammenhang mit der Verarbeitung von Komplexität erwähnten Regionen erhalten in diesem Modell folgende Zuordnung zu den verschiedenen Prozessen: Die Aktivierung und Auswahl eines sogenannten „phrase structure template“ in der allerersten Phase des Modells zum Aufbau von zugrunde liegenden Konstituentenstrukturen, die alleine auf Wortkategorieinformationen aufbauen und auch selbst nur solche Informationen enthalten, wird im FO und aSTG verortet (Bornkessel und Schlesewsky (2006): 789ff., 806). Der IFG und PO werden als Areale bezeichnet, die der Kongruenzbildung sowie der Prominenzberechnung in der späteren Hälfte der zweigeteilten zweiten Phase zugrunde liegen (Bornkessel und Schlesewsky (2006): 789). Im pSTS setzen Bornkessel und Schlesewsky (2006: 807) hingegen Prozesse an, die zur Berechnung des Linkings der logischen Struktur eines Verbs und dessen Argumenten dienen (unter möglicher Einbeziehung zuvor in Phase 1 berechneter Merkmale wie Prominenz auf Basis z. B. von Merkmalen wie Animatheit (Bornkessel und Schlesewsky (2006): 790, 793)).

Einige **Annahmen zu „komplexeren“ Verarbeitungsschritten** werden ebenfalls getroffen. Sowohl in Bezug auf Berechnungsprozesse bei der Verarbeitung von NPs als auch von Verben im zweiten Schritt von Phase 2 setzen die Autoren bei bestimmten Konflikten erhöhte Verarbeitungskosten an. Bspw. werden hier zwei Prozesse angenommen, die aufeinander aufbauen. Zuerst überprüft nach Bornkessel und Schlesewsky (2006: 793) ein „establish agreement“ Prozess, ob die Kongruenzeigenschaften des verarbeiteten Verbs mit einem positiven Kongruenzmerkmal eines bereits wahrgenommenen Arguments übereinstimmen unter folgender Voraussetzung: „The verb’s agreement properties are compatible with the previous input if the argument bearing +agrt matches the features of the verb or, in case this condition is not met, if there is a possible alternative assignment of +agrt.“ Das Ergebnis dessen wird dann an den zweiten Prozess „compute linking“ weitergeleitet, wobei in letzterem Fall stärkere Verarbeitungskosten anzunehmen sind, da die Kongruenzbedingungen erst über eine alternative Annahme erfüllt werden können.

Bei der Berechnung der Prominenzrelationen von NPs in derselben Phase sehen Bornkessel und Schlesewsky (2006: 796) „increased processing cost associated with having to assign an actor role to an inanimate argument“ oder beim Scrambling „when the prominence status of an argument is not compatible with previously established phrase structure representations“. Vor allem erstere Annahme kann direkt als Unterstützung der differenzierten Beobachtungen von Chen et al. (2006) und Caplan et al. (2008) zu Komplexitätseffekten unter Einbeziehung der Plausibilität und Animatheit von Argumenten angesehen werden. Darüber hinaus machen die Autoren Annahmen zu bestimmten Strukturen, die häufig in der Diskussion um sprachliche Komplexität auftreten, jedoch je nach Sprache unterschieden werden sollten. Nach Bornkessel und Schlesewsky (2006: 800) ergibt sich in Relativsätzen im Deutschen eine Ausnahmesituation, die andere Annahmen erfordert als bspw. im Englischen und letztendlich die Beteiligung des PO an der Prominenzberechnung in diesem Modell spezifiziert. Objektsrelativsätze führen nach Bornkessel und Schlesewsky (2006: 806) nämlich im Englischen zu einer Aktivierungszunahme in dieser Region, da aufgrund der starken Abhängigkeit des Englischen von der Wortstellung eine direkte Übereinstimmung dieser Informationen zur Zuweisung generalisierter Rollen erwartet wird, was nicht gegeben ist mit einem Resultat für die Berechnung von Prominenz: „Therefore, objects preceding subjects are always mapped onto an inverse hierarchy and therefore always give rise to increased pars opercularis activation.“ Im Deutschen hängt die Einordnung von Prominenzrelationen hingegen nach Bornkessel und Schlesewsky (2006: 806) von der jeweiligen Satzposition ab „only the medial section of the clause (the so - called ‘middlefield’) directly encodes prominence relations (e. g., actor > undergoer, animate > inanimate) in terms of linear precedence“, weshalb nur eine verstärkte PO - Beteiligung bei Scrambling-variationen im Deutschen Mittelfeld zu erwarten sei. In der letzten Phase werden schließlich Relationen der Kernargumente auf andere Relationen und Merkmale, die zuvor nicht einbezogen wurde, abgebildet z. B. auch später involvierte Plausibilitätsinformationen zur finalen Interpretation generalisierter Rollen (Bornkessel und Schlesewsky (2006): 802). Das entspricht der Sichtweise, dass es sich hierbei um einen späten Prozess handelt. Aktivierungen in den Basalganglien auf Ebene der Satzverarbeitung werden mit Phase drei und einem abschließenden Check, ob die vorher abgeleiteten Annahmen wohlgeformt sind (unter Einbeziehung anderer Informationen wie dem Kontext), in Verbindung gebracht. Erst bei dieser späten Phase sehen Bornkessel und Schlesewsky (2006: 804) einen möglichen Einfluss durch weitere Faktoren wie erhöhte AG - Anforderungen, wenn zurückliegende semantische

Repräsentationen abgerufen werden müssen.

Auf Basis des eADM - Modells entwickelten **Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013)** ein neues neurokognitives Modell mit zwei Pfaden, die grundlegenden Prinzipien der neuronalen bzw. neurobiologischen Verarbeitung unterliegen. Die Funktionen der Pfade bringen Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013: 60) mit zeitabhängiger und -unabhängiger Verarbeitung in Verbindung und grenzen sie deutlich von allgemeinen kognitiven Kontrollprozessen im Frontallappen ab:

> We posit that the ventral stream performs time - independent unifications of conceptual schemata, serving to create auditory objects of increasing complexity. The dorsal stream engages in the time - dependent combination of elements, subserving both syntactic structuring and a linkage to action. Furthermore, frontal regions accomplish general aspects of cognitive control in the service of action planning and execution rather than linguistic processing.

Die Annahme der hierarchisch organisierten, auditorischen Verarbeitung nach z. B. Rauschecker und Scott (2009) bringen Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013: 61) auf diese Weise mit einer „temporal hierarchy in information processing“ beim Sprachverstehen zusammen. Damit zeigt sich in diesem Ansatz zum ersten Mal ein **neurobiologisch motiviertes und domänenübergreifendes Komplexitätskonzept der Sprachverarbeitung**. Auf beiden Pfaden vom primären auditorischen Kortex ausgehend und direkt in den anterioren sowie posterioren Teil des STG/ STS projizierend (Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013): 62) sollen nach Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013: 61) „successively more complex linguistic units“ verarbeitet und entsprechend der unterschiedlichen Ebenen hierarchisch und quasi aufeinanderfolgend zusammengesetzt werden.[134]

Auf Basis dessen wird eine **„temporo - spatial hypothesis (TSH)“** formuliert, die besagt, dass mit der hierarchischen räumlichen Verarbeitung automatisch eine zeitliche Abfolge der Informationsverarbeitung einhergeht. Auf dem ventralen Pfad sollen zeitunabhängig, d. h. ohne Einbeziehung syntaktischer Berechnungen, konzeptuelle Schemata zu zunehmend komplexen Repräsentationen auf semantischer Ebene unifiziert werden (Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013): 67). Die aTL - Aktivierung in Bezug auf verschiedene Arten von Kombinationen und auch Komplexität lässt sich nach Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013: 67) darüber erklären. Der dorsale Pfad hingegen wird sowohl in Bezug auf die

[134] Feedback von höheren Ebenen schließen Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013: 62) dennoch nicht aus, was zu einer Bidirektionalität der Pfade beiträgt.

Sprachproduktion als auch -perzeption (Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013): 69) mit zeitabhängigen Berechnungen in Verbindung gebracht, die das Ziel haben, eine syntaktische Repräsentation zu bilden, er folgt jedoch ebenfalls dem hierarchischen Grundprinzip (Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013): 67). Posteriore Temporalregionen beschreiben Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013: 70) als Bereich zur Erstellung einfacher, binär - verzweigender syntaktischer Strukturen und als „bridge to action - understanding systems in the brain". Insbesondere die veränderte Rolle des lIFG ist jedoch in ihrem Modell zu beachten, neben der Tatsache, dass hier beide Pfade zusammengeführt werden (Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013): 67). Da der Ablauf syntaktischer Berechnungen nach Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013: 64) bereits zeitlich früher und damit auch auf den hierarchisch organisierten Verarbeitungspfaden näher in Richtung des auditorischen Kortex angenommen werden sollte, bleiben dem IFG nur spätere Prozesse wie die Ausführung von Kontrollfunktionen. Hinsichtlich der Funktionen temporaler, parietaler und frontaler Regionen schließen die Autoren deshalb:

> Frontal cortex does not subserve linguistic processing functions. In accordance with the notion of hierarchical processing, we propose that linguistic processing per se only takes place in temporal and parietal regions, but not in frontal cortex. Frontal cortex subserves control functions only and serves to link linguistic processing to behaviour. Moreover, it serves to integrate information from the ventral and dorsal streams and to provide top - down feedback information to each stream. (Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013): 67)

Somit kann insbesondere die Rolle des Frontalkortex in ihrem Modell in Kontrast zu den Annahmen von Friederici und Hagoort gestellt werden, die hier grundlegende Prozesse der syntaktischen Verarbeitung oder Unifikation verorten. Die oben angesprochenen Problematiken bezüglich der Definition von Komplexität (vgl. Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013): 69) werden darüber hinaus umgangen bzw. kommen nicht auf, da eine andere Motivation gewählt wurde. Der dorsale Pfad ist nicht nur als verantwortlich für die Verarbeitung von Komplexität oder reine Arbeitsgedächtnisansprüche zu sehen, was sich nach Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013: 69) mit der theoretischen Annahme deckt, dass keine qualitativ unterschiedlichen Operationen für einfache und komplexe Syntax angenommen werden sollten: „In all existing theories of grammar, syntactic mechanisms are identical between 'simple' and 'complex' sentences (i. e. complex sentences may involve an increased number of iterations of these operations, but not the application of

qualitatively different principles).“

Zur Frage, inwiefern sich menschliche und nicht - menschliche Primaten in der kognitiven Verarbeitung gleichen oder unterscheiden, entwickelten **Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015b)** schließlich ein etwas allgemeineres Modell, das die hierarchische Organisation der beiden auditorischen Verarbeitungspfade als Grundlage für Ähnlichkeiten zwischen beiden Primatenarten hervorhebt. Für beide gilt nach Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015b: 143), dass auf dem dorsalen und ventralen Pfad einfach unterschiedliche Grundprinzipien der Kombination von Elementen greifen: „We propose here that sequence - based (order - sensitive) and dependency - based (order - insensitive) combinatorics are supported by the dorsal and ventral cortical streams, respectively.“ Die zeitunabhängige Verarbeitung und einfache Kombination auditorischer Objekte wird dem anterior - ventralen Pfad (über aST - Regionen in Richtung des anterior - ventralen IFK (BA 45)) zugewiesen (Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015b): 142). Da hier nur grundlegende Abhängigkeiten gebildet werden, spielt nach Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015b: 143) die Anordnung der Elemente letztendlich keine Rolle: „An important characteristic of this combinatorial property is its commutativity, that is, order is not important (AB = BA).“ Der posterior - dorsale Pfad (über den pTS, IPL und präMK zum posterior - dorsalen IFK) wird mit Wortstellungsverarbeitung in Verbindung gebracht und „more abstract sequencing demands“ (Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015b): 142), die bspw. unabhängig von spezifischen Wörtern greifen. Nach Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015b: 145) übernimmt der frontale Kortex sowohl eine Kontrollfunktion als auch die Integration der Informationen, um top - down Feedback vom einen zum anderen Pfad zu ermöglichen. Letztendlich kann nach Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015b: 147) nur die hierarchische Verarbeitung als auf neuronaler Ebene beschränkender Faktor der Verarbeitung bei nicht - menschlichen Primaten, die möglicherweise eine „reduced hierarchical ‘depth’“ aufweisen, angesehen werden.

Abschließend sollen an dieser Stelle einige Aspekte des präsentierten, neurobiologisch motivierten Ansatzes zusammengefasst werden, die verdeutlichen, warum dieser als Basis des Definitionskonzepts für die vorliegende Arbeit zur Verarbeitung sprachlicher Komplexität vorgezogen wird:

- Erstens nehmen Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013) und Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015b) Abstand von einer theoriegeleiteten Definition von (insbesondere syntaktischer) Komplexität. Stattdessen wird die Motivation des

Konzepts aus einem grundlegenden, neuronalen Verarbeitungsprinzip, der hierarchischen Organisation, abgeleitet. Das entspricht der im gesamten Theorieteil immer wieder herausgearbeiteten relevanten Rolle des Hierarchiekonzepts zur Komplexitätsdefinition. Wie in z. B. Simon (1962) diskutiert, wird dadurch eine systemimmanente, automatische Herleitung von Komplexität sichergestellt, ohne weitere Annahmen machen zu müssen. Das Grundprinzip der hierarchischen Verarbeitung über Sensibilität tieferer Ebenen für einfache Stimulusmerkmale und Komposition auf höheren Ebenen zu komplexeren Eigenschaften, was zur Sensitivität auf diesem Hierarchielevel führt, wird in dem Modell auch auf die beiden Pfade der auditorischen Verarbeitung übertragen. Somit bildet es die Basis aller Verarbeitungsannahmen.

- Darüber hinaus müssen keine zusätzlichen Annahmen für die Verarbeitung sprachlicher Komplexität gemacht werden, da das eADM - Modell, das einzelsprachliche und sprachübergreifende Überlegungen sowie neurophysiologische und - anatomische Erkenntnisse gleichermaßen einbezieht, die Grundlage des späteren neurobiologisch begründeten Ansatzes darstellt. Der Ausgangspunkt liegt durch dessen Konzentration auf einfache Sätze und deren Kernargumente nicht in der Komplexitätseigenschaft an sich. Die Verarbeitung von Komplexität erfordert dementsprechend, ebenso wie oben für die neurobiologische Ebene formuliert, nicht die Annahme eines eigenen Mechanismus, sondern baut auf grundlegenden Verarbeitungsprinzipien für einfache Sätze auf.
- Zuletzt beziehen Bornkessel und Schlesewsky (2006) differenzierte Annahmen zu erhöhten Verarbeitungskosten ein. Der Einfluss von Aufgabeneffekten, die Faktoren Plausibilität und Animatheit, der Unterschied zwischen Scramblingeffekten im Deutschen versus der üblichen Objektsrelativsatzkomplexität im Englischen und der Zusammenhang zu entsprechend aktivierten temporalen, parietalen und frontalen Regionen sind letztendlich auch über diesen Ansatz, wie oben erläutert, erklärbar.

Aus diesen drei Punkten leitet sich ab, dass die Sichtweise des präsentierten Ansatzes zu den neuronalen Korrelaten sprachlicher Komplexität, der über das Hierarchiekonzept motiviert ist, in der vorliegenden Arbeit präferiert wird.

Als **Fazit zum gesamten Kapitel**, das die neurokognitive Perspektive zu sprachlicher Komplexität beleuchtet hat, kann Folgendes festgehalten werden: Bereits in den Ergebnissen der Nonnenstudie und weiteren Untersuchungen vor allem zur ID hat sich gezeigt, dass die psycholinguistisch hergeleiteten Maße Korrelationen zu

bestimmten neuropsychologischen/-pathologischen Veränderungen z. B. durch eine Demenz-/Alzheimererkrankung oder kognitive Beeinträchtigungen, die das Gedächtnis betreffen, zeigen. Bei einer Betrachtung der Methodiken und Befunde aus neurophysiologischen bzw. -anatomischen Untersuchungen im Zusammenhang mit sprachlicher Komplexität werden einige Parallelen zum Bereich der Psycholinguistik deutlich. Zum einen erweist sich die zugrunde gelegte Definition des Komplexitätskonzepts und die Quantifizierung dessen auch hier häufig als problematisch, da beides stark von theoretischen Annahmen abhängig ist bzw. sogar als unzureichend bezeichnet werden muss. Zum anderen stellt sich heraus, dass unterschiedliche Einflussfaktoren, die in den oben behandelten Studien neben den Komplexitätsmanipulationen Effekte zeigten, eine Interpretation wiederum erschweren können.

Dennoch ist festzuhalten, dass gerade in diesem Bereich eine grundlegende Basis für die Relevanz des Komplexitätskonzepts zu finden ist, aus der sich weitere empirische Untersuchungen, wie sie auch in der vorliegenden Arbeit verfolgt werden, motivieren lassen. Gerade die Anwendung der ID zur Quantifizierung von Komplexitätsunterschieden, möglicherweise im Vergleich zu anderen Komplexitätsmaßen aus der psycholinguistischen Forschung, empfiehlt sich aufgrund der oben genannten Problematiken mancher Untersuchungen auch für Studien aus dem Feld der neurokognitiven Forschung. Von besonderer Bedeutung für die beiden empirischen Teile der vorliegenden Arbeit ist außerdem, dass sprachliche Komplexität, deren Verarbeitung ganz automatisch auf hierarchischen Prozessen begründet werden kann, bereits auf neuronaler Ebene fundiert ist. Das bietet einerseits eine anders hergeleitete Motivation für die Erwartung eines Zusammenhangs zwischen Ausprägungen der sprachlichen Komplexität und der mentalen Gesundheit, die wiederum auf neurobiologische Veränderungen struktureller oder chemischer Art (z. B. bezüglich unterschiedlicher Prozesse in den Neurotransmittersystemen) zurückgeführt werden könnten. Andererseits erscheint auch die Frage interessant, ob die sprachliche Komplexität eines Menschen mit seinen individuellen Charakteristika auf neurobiologischer Ebene korreliert. Die beiden folgenden Empirieteile greifen diese Punkte als Forschungsfragen auf und knüpfen an die Herangehensweise aus der Psycholinguistik zur Untersuchung von Komplexität an.

III. Empirischer Teil I: Sprachliche Komplexität in der psychotherapeutischen Behandlung – Objektive Maße für die mentale Gesundheit?

Der erste Empirieteil basiert auf verschiedenen Argumenten bzw. Überlegungen, die im vorherigen theoretischen Kapitel präsentiert und diskutiert wurden. Die wichtigsten Erkenntnisse sollen an dieser Stelle noch einmal zusammengefasst werden:

Erstens ist hervorzuheben, dass die Grundlage der Komplexitätsdefinition für die vorliegende Arbeit im Hierarchiekonzept liegt. Das gilt selbstverständlich für die beiden empirischen Teile und kann letztlich aus jeder der unterschiedlichen, oben eingenommenen und diskutierten Perspektiven abgeleitet werden. Bedeutsam ist, dass in Bezug auf sowohl sprachliche als auch über Sprache hinausgehende Ansätze letzten Endes der Faktor einer hierarchischen Organisation oder Strukturierung als bestimmende und natürlicherweise gegebene, automatische Eigenschaft von Komplexität hervorsticht. Beginnend mit Simons (1962) überzeugender Herleitung, dass jedes komplexe System naturgemäß eine hierarchische Struktur aufweisen muss, lässt sich ebenso in Bezug auf verschiedenen Ansätze zu sprachlicher Komplexität immer wieder die Hierarchie als bestimmende Eigenschaft herausarbeiten. Viele Abschnitte des vorangegangenen Theorieteils können also als Motivation herangezogen werden, um eine relevante Definition von Komplexität über diese Eigenschaft herzuleiten. Das betrifft die typologische Diskussion zu Komplexität und die damit verbundene Definitionsproblematik auf der einen Seite und das psycho-/neurolinguistische Verständnis auf der anderen Seite. Insbesondere die Beobachtung von Rauschecker und Scott (2009), Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013) und Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015b), dass eine hierarchische Organisation bereits auf neurobiologischer Ebene der Verarbeitung sprachlicher Komplexität zugrunde liegen könnte, ist als die Hauptmotivation für eine hierarchiebasierte Komplexitätsdefinition in der vorliegenden Arbeit hervorzuheben. Somit ergibt sich ein theorieunabhängiges, aus sich heraus motiviertes, für die Sprachverarbeitung und neuronale bzw. kognitive Prozesse relevantes Konzept, das als Grundlage der beiden Theorieteile sehr gut zu vertreten ist.

Zweitens ist der erste Empirieteil aus der psycholinguistischen Perspektive zu sprachlicher Komplexität abgeleitet. Zum einen werden verschiedene Instrumente des großen Pools an definierten Maßen aus der Satz- bzw. Textverarbeitungsforschung herangezogen. Zum anderen soll hauptsächlich an die allgemeine Herangehensweise aus der psycholinguistischen Forschung zur Thematik angeknüpft werden, verschiedene außersprachliche bzw. kognitive Faktoren mit sprachlicher Komplexität und deren Verarbeitung zu korrelieren.

Drittens sind vor allem Erkenntnisse, die in Abschnitt 2.3.2 zum Verhältnis zwischen sprachlicher Komplexität und kognitiven Beeinträchtigungen bzw. Erkrankungen präsentiert wurden (hauptsächlich aus der Nonnenstudie und ähnlichen Untersuchungen), als Motivation der ersten empirischen Studie und deren Zielsetzung sowie Herangehensweise zu sehen. Die drei im Titel der vorliegenden Arbeit genannten Faktoren kognitive Veränderungen, Individualität und Prädiktion sollen dabei abgedeckt werden.

Der Aufbau des Empirieteils I, der die im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführte und von jetzt an als **„Komplexität und Mentale Gesundheit (KMG)“** benannte psycholinguistische Untersuchung behandelt, setzt sich aus den folgenden Kapiteln zusammen: Zuerst soll in **Kapitel 1** die Motivation der KMG - Studie zu sprachlicher Komplexität in der psychotherapeutischen Behandlung abgeleitet werden. Spezifische Fragestellungen, die letztendlich eine Einordnung betreffen, ob sprachliche Komplexitätsmaße objektive Maße für die mentale Gesundheit darstellen können, werden dann im **Kapitel 3** aufgestellt. Da die linguistische Analyse auf das Material und die Daten aus einer Untersuchung der Klinik und Poliklinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie der Johannes Gutenberg - Universität Mainz zurückgreift, sollen deren Hintergrund, Ziele und Methodik vor der Ableitung von Fragestellungen für die KMG - Studie vorgestellt werden. **Kapitel 2** beschäftigt sich deshalb mit dem dort entwickelten GSA - Online Programm (vgl. Zwerenz et al., 2013; Becker et al., 2015). Methodische Aspekte der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten KMG - Untersuchung nehmen Bezug auf die bereits vorgestellten Abschnitte zu Komplexitätsmaßen und führen die untersuchte Stichprobe, das besondere Material (Blogtexte) sowie das Vorgehen bei der Datenanalyse in **Kapitel 4** ein. Die Ergebnisse in **Kapitel 5** decken schließlich Erkenntnisse zu den drei erwähnten Faktoren ab, sodass eine differenzierte Diskussion des ersten Empirieteils im letzten **Kapitel 6** möglich wird.

1. Motivation der Studie „Komplexität und Mentale Gesundheit“

Als **Hauptmotivation** des ersten Empirieteils und der hier präsentierten KMG-Studie zu sprachlicher Komplexität in der psychotherapeutischen Behandlung sind, wie erwähnt, Erkenntnisse aus und in Anlehnung an die Nonnenstudie (siehe Abschnitt 2.3) zu nennen. Wie in Abschnitt 2.3.2 ausführlicher dargestellt, konnten z. B. Snowdon et al. (1996, 2000), Kemper et al. (2001a) und Riley et al. (2005) für die von ihnen untersuchten homogenen Stichproben von Nonnen zeigen, dass sprachliche Komplexität im frühen Erwachsenenalter das Risiko, eine Demenz- bzw. Alzheimererkrankung zu entwickeln oder eingeschränkte kognitive Leistungen (vor allem im Bereich des Gedächtnisses) ca. 60 Jahre später zu zeigen, recht gut vorhersagen konnte. Im Gegensatz zu weiteren Annahmen, die von einer Verknüpfung der sprachlichen Komplexität eines Menschen mit seinem Alter ausgehen oder einen Einfluss des Arbeitsgedächtnisses annehmen (siehe Abschnitte 2.3.1 und 2.3.3), erwies sich die erwähnte Korrelation als deutlich robuster. Bereits das hebt die Bedeutsamkeit des Ergebnisses hervor. Darüber hinaus verfestigen sowohl die unterschiedlichen Beiträge zur Nonnenstudie, als auch weitere longitudinale Erhebungen zum Maß der ID (z. B. Engelman et al., 2010) die äußerst interessante und wegweisende Annahme, dass ein prädiktives Potenzial, das mentale Veränderungen abbildet, in der Erhebung linguistischer Komplexität aus mündlichen und schriftlichen Sprachproben von Individuen liegen könnte. Zudem scheinen aus querschnittlicher Sicht diagnostische Möglichkeiten nicht nur in Bezug auf voll ausgeprägte Symptome einer neurodegenerativen Erkrankung, sondern auch in Relation zu unterschiedlichen Ausprägungen kognitiver Beeinträchtigungen zu liegen (vgl. Lyons et al., 1994, Chand et al., 2012b; aber vgl. zu gegensätzlichen Erkenntnissen Spencer et al., 2015). Letzteres betrifft vor allem die ID, jedoch auch andere Maße wie die MLU, MCU, das DSS und DL sowie unterschiedliche Modalitäten (vgl. Johnson et al. (2003) zum Sprachverstehen). Zusammengenommen bestärken alle diese Erkenntnisse weitere Studien, die der möglichen **Korrelation zwischen linguistischer Komplexität und kognitiven Veränderungen** nachgehen und das sowohl hinsichtlich prädiktiver Effekte als auch der direkten Abbildung des mentalen Gesundheitsverlaufs versuchen.

Wie im Kapitel 2.3.2 ebenfalls dargelegt, bleibt weiterhin die relevante Frage unbeantwortet, worin die **Ursache eines solchen Zusammenhangs** zu sehen ist. Im Sinne eines „Henne-Ei-Problems“ sind zwei Hypothesen möglich, wobei beide

in der Literatur vertreten wurden: Entweder sind bereits vorhandene, aber nicht offensichtliche bzw. diagnostizierbare Veränderungen der strukturellen oder prozeduralen Eigenschaften des Gehirns die Quelle für früh ausgeprägte, abweichende linguistische Merkmale oder verschiedene sprachliche Fähigkeiten haben im Laufe des Lebens Einfluss darauf, wie sich die mentale Gesundheit entwickelt. Der von Stern (2002, 2006, 2009) vertretene Ansatz einer „kognitiven Reserve“ würde letztere Annahme zwar untermauern (vgl. Engelman et al., 2010; Chand et al., 2012b; Farias et al., 2012), ist aber aktuell als zu wenig fundiert zu bezeichnen. Insbesondere bei diesem Punkt besteht eine Forschungslücke, die eine Interpretation der durchaus interessanten Befunde der Nonnenstudie und vergleichbarer Arbeiten nachdrücklich erschwert. Untersuchungen, die sich mit der Relation zwischen sprachlicher Komplexität und mentalen Veränderungen auseinandersetzen, sollten entsprechend folgende drei Analyseaspekte in den Fokus rücken, um auch der geschilderten Frage nach der Ursache eines hypothetischen Zusammenhangs näherzukommen:

1. Welche Auswirkungen hat der **initiale Wert** der unterschiedlichen sprachlichen Komplexitätsmaße bzw. das Ausgangsniveau, das einem Erwachsenen zuzuordnen ist, hinsichtlich sowohl seiner weiteren linguistischen als auch vor allem kognitiven Entwicklung?
2. Wie **verändert** sich, longitudinal gesehen, die sprachliche Komplexität mit der Zeit parallel zum Verlauf der mentalen Gesundheit?
3. Lassen sich **individuell variierende Muster** in eventuellen Zusammenhängen erkennen?

Die Studien von Kemper et al. (2001b) und Farias et al. (2012) beziehen z. B. einige dieser Aspekte bereits ein.

Obwohl die Theorie der kognitiven Reserve als Erklärungsansatz unzureichend ist, kann daraus ein wichtiger Aspekt für Folgeuntersuchungen abgeleitet werden. Stern (2002, 2006, 2009) stellt die Hypothese auf, dass wahrscheinlich verschiedene Faktoren auf neuronaler Ebene die Annahme einer individuellen Reservekapazität des menschlichen Gehirns ausmachen können. Insofern stellt sich die Frage, ob die Beobachtung robuster Korrelationen zwischen sprachlicher Komplexität und Demenz bzw. Alzheimer auf neurodegenerativen Veränderungen durch diese Erkrankungen zu begründen ist oder ob andere, z. B. neuromodulatorische Prozesse als alternative oder zusätzliche Erklärung herangezogen werden können.[1] Eine

[1] Es ist zu erwähnen, dass auch bei der Alzheimer - Krankheit Veränderungen in verschiedenen Neurotransmittersystemen des Gehirns in der Literatur beschrieben werden. Z. B. schreiben Tölle

Überprüfung der Übertragbarkeit von Erkenntnissen aus der Nonnenstudie hinsichtlich neurodegenerativer Erkrankungen auf **andere psychische Beeinträchtigungen oder psychiatrische Erkrankungen**, die nicht neurodegenerativer Art sind, erscheint vor diesem Hintergrund vielversprechend. Einige Studien zu Patienten, die entsprechende Symptome (z. B. Schizophrenie, Depression) aufweisen, sind, wie oben aufgezeigt wurde, bereits zu finden, allerdings ergeben sie ein weniger deutliches Bild (vgl. Covington et al., 2007, 2009; Cohen et al., 2014; Moe et al., 2016). Daraus leitet sich die Notwendigkeit ab, weitere Daten zu anderen Patientengruppen zu erheben.

Durch eine kooperative Anknüpfung an Erhebungen der sogenannten **„GSA - Online“ Studie** (siehe Zwerenz et al., 2013; Becker et al., 2015) konnten einige der oben genannten Punkte in der linguistischen KMG - Untersuchung abgedeckt werden. Das Ziel der psychologischen Untersuchung aus Sicht der Therapeuten war ein internetbasiertes Nachsorgeprogramm begleitend zum Wiedereinstieg in den Beruf für Patienten nach einer stationären Rehabilitationsphase zu evaluieren (vgl. Zwerenz et al. (2013): 1). Im Rahmen der online - Intervention wurde von den Patienten und auf Anregung des Therapeuten hin über einen dreimonatigen Zeitraum hinweg das Schreiben eines wöchentlichen Blogtexts gefordert. Zusätzlich zu einer darauf aufbauenden Sprachprobenanalyse ist eine Einordnung des „Therapieerfolgs“ aus Sicht der Therapeuten möglich durch verschiedene psychologische Zielgrößen, die zu Beginn und Ende der Nachsorge eingesetzt wurden. Deren Messwerte können als grobe Abbildungen kognitiver Veränderungen im Verlauf der Therapie herangezogen werden. An dieser Stelle ist allerdings bereits zu erwähnen, dass die Patienten nur sehr gering belastet waren (vgl. Becker et al. (2015): 13), auch wenn ein grundsätzlicher Bedarf an einer Nachsorge und für die Begleitung durch das Programm als Einschlusskriterium bestimmt wurde (vgl. Zwerenz et al. (2013): 1). Nach Becker et al. (2015: 15) kann als Motivation der GSA - Online Studie die Erwartung angeführt werden, dass Patienten, die aus einer Rehabilitationsphase wieder in den Beruf einsteigen, verstärkte (negative) Auswirkungen auf ihre „somatische und psychische Gesundheit“ erfahren. Insofern ist davon auszugehen, dass bedingt durch die Grunderkrankung der Patienten zusätzlich zur Situation des Wiedereinstiegs und die therapeutische Intervention „mentale Veränderungen“ vor und/ oder während des Nachsorgezeitraums anzunehmen waren. Diese lassen sich wahrschein-

und Windgassen (2014: 302) zu diesbezüglichen Veränderungen bei der Alzheimer - Demenz: „Dem Untergang cholinerger Neurone entsprechend besteht ein cholinerges Defizit [. . .]. Hierin sieht man einen pathogenetischen Faktor für die Gedächtnisstörungen (cholinerge Hypothese der Alzheimer - Krankheit). Tangiert sind auch das noradrenerge, dopaminerge und serotonerge System.“

lich zusammenfassend auf den Hauptfaktor „Stress“ zurückführen. Darüber hinaus knüpft die Schreibintervention nach Zwerenz et al. (2013: 2) an eine Methode, die auf dem **Paradigma des „expressiven Schreibens (ES)“** beruht, an. Das ES geht auf Pennebaker und Beall (1986) zurück und basiert auf der Annahme, dass alleine das Verfassen kurzer Texte (unter bestimmten Vorgaben) positive gesundheitliche Auswirkungen haben kann. Allerdings unterscheidet sich die Vorgehensweise in der GSA - Online Studie, da bei Pennebakers Paradigma kein Austausch mit einem Therapeuten vorgesehen ist (vgl. Van Emmerik et al. (2013): 83). Auf Basis verschiedener Studien zum ES (z. B. Campbell und Pennebaker, 2003; Baikie, 2008) sind ebenfalls mentale Veränderungen im Verlauf des Nachsorgeprogramms zu erwarten. Eine Anknüpfung an die GSA - Online Studie bietet folglich die Möglichkeit, eine linguistische Komplexitätsanalyse der Sprachproben von Patienten parallel zu kognitiven Veränderungen im Sinne eines Therapieerfolgs während eines Zeitraums von drei Monaten zu erheben. Allerdings muss an dieser Stelle auf einige Einschränkungen hingewiesen werden, die sich aus der Kooperation ergeben. Da longitudinale Sprachproben von Patienten im Allgemeinen selten zur Verfügung stehen, ergibt sich eine besondere Situation für die vorliegende Untersuchung. Es war erforderlich, bestimmte Vorgaben wie z. B. die beschränkte Stichprobengröße, zu der eine linguistische Analyse überhaupt möglich war, hinzunehmen. Darüber hinaus bestand im Vorhinein Klarheit darüber, dass weitere Informationen zu den Patienten, die aus linguistischer Sicht von Interesse gewesen wären (z. B. zur Erstsprache oder zu einer Mehrsprachigkeit der Patienten), nicht vorlagen. Trotz dieser Einschränkungen wurde bewusst die Entscheidung getroffen, diese hoch explorative Studie anhand des zur Verfügung gestellten Materials durchzuführen, da die oben genannten Untersuchungsmöglichkeiten gegeben waren.[2]

Eine Motivation für die Herangehensweise, linguistische und kognitive Veränderungen in einem **kürzeren Zeitraum** zu beobachten, kann in den oben genannten Studien von Kemper et al. (2001b) und Farias et al. (2012) gesehen werden. Allerdings wurden dort längere Zeiträume von zweieinhalb bzw. vier Jahren und gröber, über nur halb- oder jährliche Erhebungen, abgedeckt. Dennoch war eine Erkenntnis, die zum Ende des entsprechenden Absatzes in Abschnitt 2.3.2 festgehalten wurde und an die hier angeknüpft werden kann, dass sich insbesondere die ID eher als sensitiv für Veränderungen vor der Diagnose einer neurodegenerativen Erkrankung

[2] Auch andere Studien aus dem Bereich der Psychotherapieforschung von Zinken et al. (2010) und Arntz et al. (2012) zum Zusammenhang zwischen linguistischen Merkmalen und dem Therapieerfolg betonen den stark explorativen Charakter ihrer Methodik.

oder ohne eine solche in so einem kurzen Zeitraum erwiesen hat. Insofern ist davon auszugehen, dass sich bei der gering belasteten Patientenstichprobe der vorliegenden KMG - Studie Effekte in dem kurzen Intervall zeigen könnten.

Ein besonderes Augenmerk soll auch auf **individuelle Unterschiede** zwischen den Patienten z. B. hinsichtlich ihrer Grunderkrankung oder ihrem jeweiligen Ausgangsniveau in der sprachlichen Komplexität gelegt werden. Damit verbunden ist vor allem die Frage, ob die Patienten gewisse Voraussetzungen, die ihre weitere Entwicklung beeinflussen oder sogar vorgeben, in die Therapie mitbringen. Das wäre sowohl aus linguistischer als auch therapeutischer Sicht äußerst interessant. Wie in verschiedenen Abschnitten oben angedeutet wurde, sind verschiedene individuelle Faktoren bzw. Unterschiede zwischen Versuchspersonen in der Literatur zur Verarbeitung sprachlicher Komplexität aufgefallen. Bspw. überprüften Cheung und Kemper (1992) bei ihrem Vergleich von Komplexitätsmaßen im Zusammenhang mit dem Alter auch individuelle Unterschiede und Miller und Kintsch (1980: 3488) geben zu bedenken, dass diese mit der Verarbeitung von Textmerkmalen interagieren können (siehe Abschnitt 2.2.2). Spencer et al. (2012) sehen für speziell die ID einen anderen, aber starken Einflussfaktor in der variablen Sprachprobenlänge, die jeder einzelne Proband produziert und auf der das Maß letztendlich aufbaut (siehe Kapitel 2.3.1). Die angesprochene Theorie der kognitiven Reserve basiert außerdem ganz grundlegend auf der Annahme individueller Einflussfaktoren auf neuronaler Ebene, genauso wie die in Abschnitt 2.3.3 dargelegte Hypothese zu einem Arbeitsgedächtnis mit individuell variierender Kapazität. Zur neurokognitiven Perspektive ist z. B. die Arbeit von Den Ouden et al. (2012) zu nennen, die individuell sehr unterschiedliche Verbindungen in einem mit Komplexitätsverarbeitung in Zusammenhang gebrachten Sprachnetzwerk feststellen (siehe Abschnitt 2.4.1.2).

Hinsichtlich der untersuchten **Modalität** kann festgehalten werden, dass sich die KMG - Studie in einem geringer abgedeckten Feld der Psycholinguistik bewegt. Viele experimentelle Studien aus dem Bereich der psycholinguistischen Forschung basieren eher auf Untersuchungen zum Sprachverstehen und Modelle der Sprachverarbeitung wurden fokussiert dazu ausgearbeitet. Durch die Definition bestimmter Analyseinstrumente für sprachliche Komplexität ist jedoch die Möglichkeit gegeben, mündlich oder schriftlich produzierte Sprachproben von Individuen in einem natürlichen Setting zu untersuchen. Das wurde vielfach genutzt und soll auch in beiden Empirieteilen der vorliegenden Arbeit entsprechend verfolgt werden.

Die computergestützten oder „-vermittelten“ bzw. **neuen medialen Kommunikationsformen** wie z. B. Weblogs (kurz: Blogs) oder Chats (vgl. Schlobinski,

2006; Storrer, 2009) bieten in zunehmendem Maße eine einzigartige Chance an ein großes Ausmaß solcher Sprachproben zu gelangen. Die Forscher der GSA - Online Studie sehen in dem Umstand, dass vielen Menschen in Deutschland heutzutage ein Internetzugang zur Verfügung steht, die Grundlage für eine „internet - based therapy“, die den Patienten die Teilnahme an einer Begleitung bei der Wiedereingliederung erleichtern soll, gegeben (vgl. Zwerenz et al., 2013: 2). Das bietet für die hier vorgenommene linguistische Analyse des Pools an Blogtexten der Patienten den zusätzlichen Vorteil, Material einer zeitgemäßen Kommunikationsform untersuchen zu können. Im Rahmen eines kleinen Exkurses in Abschnitt 4.2.2 sollen Besonderheiten der Blogs, die im Sinne einer „Sprache des Internets“ auffallen (Storrer, 2009, 2013), behandelt werden. Dabei ist vor allem herauszuarbeiten, dass eine Zuordnung zu Mündlichkeit oder Schriftlichkeit bei dieser Kommunikationsform nicht eindeutig möglich ist (vgl. Runkehl et al. (1998): Kapitel 2; Storrer (2009): 2218f., (2013): 333), was die Komplexitätsanalyse letztendlich auf einen neuen Bereich ausweitet.

Eine linguistische Analyse der **Sprachproben aus einer (Online-)Therapie** bietet sich schließlich aus mehreren Gründen an. Von psychotherapeutischer Seite her widmen sich mittlerweile in zunehmendem Maße Studien diesem Forschungsbereich. Patiententexte aus sowohl Face - to - Face als auch Internettherapien wurden auf bestimmte linguistische Merkmale hin analysiert und mit verschiedenen Aspekten des Therapieerfolgs korreliert. Allerdings basieren viele dieser Studien auf spezifischen psychischen Erkrankungen, die eine Veränderung bestimmter linguistischer Parameter erwarten lassen (z. B. depressive Symptome bei einer posttraumatischen Belastungsstörung), und beruhen zumeist auf der Analyse des thematischen Inhalts (z. B. Howes et al., 2013, 2014; Svartvatten et al., 2015) oder spezifischer Wortkategorien mittels des „Linguistic Inquiry and Word Count (LIWC)“ - Instruments nach Pennebaker (vgl. Zinken et al., 2010; Arntz et al., 2012; Van der Zanden et al., 2014; Dirkse et al., 2015). Die Methodik in diesem Feld ist folglich stark begrenzt (vgl. Wolf et al. (2008): 233). In allen Arbeiten wird das Ziel, mittels linguistischer Parameter aktuelle Entwicklungen und Veränderungen über Therapieverläufe hinweg zu erkennen oder bspw. vorzeitige Ausstiege aus einem Programm vorherzusagen, als Ansatzpunkt für weitere Forschungsvorhaben immer wieder empfohlen.

Auf Basis der Erkenntnisse aus der Nonnenstudie lässt sich jedoch im Gegensatz zu diesen Untersuchungen eine sowohl linguistisch fundierte als auch neurokognitiv begründete Analyse unter Einbeziehung struktureller sowie inhaltlicher Aspekte von Sprache durchführen. Das Interesse im hier vorgestellten KMG - Projekt soll also ganz klar auf einer **Auswertung der Komplexität der Blogtexte** liegen.

Als Grundlage dessen ist, wie oben aufgezeigt wurde, ein recht großer Pool an definierten und evaluierten psycholinguistischen Komplexitätsmaßen vorhanden, deren Anwendbarkeit im Bereich der Sprachproduktion für Probanden- bzw. Patientengruppen mit kognitiven Beeinträchtigungen größtenteils gezeigt wurde. Dadurch kann eine eigene Auswahl an Maßen getroffen werden, die für die zu untersuchenden Fragestellungen geeignet erscheinen. Zusätzlich handelt es sich um objektive Maße[3], sodass alleine auf Grundlage der Sprache und unter blinder Auswertung Zusammenhänge hergestellt werden können. Im Gegensatz zu vielen anderen Analysen sind aus linguistischer Sicht durch die Komplexitätsmaße außerdem Faktoren, die die Satz- oder sogar Textebene (im Fall der ID) betreffen, analysierbar. Falls eine gute Anwendbarkeit auf die therapeutischen Blogtexte oder sogar das prädiktive Potenzial der Maße gezeigt werden könnte, hätte das auch für bspw. Psychologen einen bedeutsamen Vorteil. Das Material, das ihnen häufig im Rahmen von Therapien bereits zur Verfügung steht, könnte einer fundierten und linguistisch motivierten Analyse unterzogen werden als Ergänzung bzw. Unterstützung zu den bewährten psychologischen Testinstrumenten, die jedoch teils stark subjektiver Natur sind oder Selbsteinschätzungen erfordern. Auf Grundlage z. B. der Vorgehensweise vieler der oben erwähnten psycholinguistischen Studien zu Komplexität oder des Rats von Waters und Caplan (2003) hinsichtlich deutlicher Vorteile eines „composite measure“ aus mehreren Arbeitsgedächtnismaßen wurde auch für die vorliegende Untersuchung schließlich die Entscheidung getroffen, mehrere Komplexitätsmaße gleichzeitig einzubeziehen. Die letztendlich gewählten drei bzw. vier Maße sollen verschiedene Aspekte von Komplexität abdecken, wobei deren Auswahl auf folgenden Voraussetzungen basierte: Sie mussten so definiert und mittels Beispielen veranschaulicht sein, dass eine gute Anwendung und Übertragbarkeit auch auf das Deutsche gewährleistet war. Die ID kann eindeutig als ein solches Maß, das sich in vielen Kontexten als geeignet für eine inhaltsbasierte Komplexitätsanalyse auf Textebene erwiesen hat (siehe Abschnitt 2.2.2.3), bezeichnet werden. Zur Auswertung auf Äußerungsebene wurden außerdem die beiden Längenmaße MLU in Wörtern und in Morphemen ausgewählt, sowie das syntaktisch ausgerichtete Maß DC, das sensitiv für das Ausmaß und die Anzahl unterschiedlicher Konstruktionen, Strukturen und Einbettungen ist. Dadurch kann eine Bandbreite an Komplexitätsaspekten abgedeckt werden.

[3] In Bezug auf manche Konstruktionen muss ab und zu eine subjektive Entscheidung gefällt werden (siehe Abschnitt 4.3). Dennoch kann gerade im Vergleich zu den psychologischen Outcome - Maßen und in Hinblick auf die vordefinierten Kategorien der Komplexitätszuordnung von Objektivität gesprochen werden.

Zusammengenommen bewegt sich die im Folgenden vorgestellte KMG - Studie also in einem aktuellen und spannenden Forschungsfeld, sowohl aus linguistischer Perspektive in Bezug auf die Komplexitätsthematik und die Analyse von Blogtexten als auch allgemein hinsichtlich der Untersuchung des Verhältnisses von sprachlicher Komplexität zu kognitiven Veränderungen bzw. der mentalen Gesundheit. Dass es sich beim Faktor Stress, der als Hauptursache für die psychischen Belastungen der Patienten angeführt werden kann, sowie dessen Auswirkungen und Bewältigung vor allem im beruflichen Umfeld um ein äußerst zeitgemäßes Thema handelt, kann bereits an den vielen aktuellen Ratgebern (z. B. Litzcke et al., 2013; Kaluza, 2018) und Reporten auch von offizieller Seite (z. B. der „Stressreport Deutschland 2012“ von Lohmann-Haislah (2012), der Bericht „Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt“ von Rothe et al. (2017) (beide herausgegeben von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) oder die „TK - Stressstudie 2017“ von Wohlers und Hombrecher (2016)) abgelesen werden. Hauptsächlich die Methodik der Untersuchung baut zudem auf einer breiten Forschungsgrundlage auf. Neue Wege werden insbesondere hinsichtlich des kurzen Beobachtungszeitraums, der untersuchten Patientenstichprobe und der Verknüpfung zwischen sprachlicher Komplexität und einer psychologischen Einschätzung des Therapieerfolgs beschritten.

2. Grundlage der KMG - Untersuchung: Die GSA - Online Studie

Das Programm „GSA - Online“, auf dessen Daten die vorliegende Studie aufbaut, wurde von einer Arbeitsgruppe unter der Leitung von Rüdiger Zwerenz an der Mainzer psychosomatischen und psychotherapeutischen Klinik in einem Zeitraum zwischen 2010 bis 2014 entwickelt und evaluiert.[4] Die Planung des Programms wurde in einem Studienprotokoll von Zwerenz et al. (2013) festgehalten und Becker et al. (2015) berichten die Durchführung und Ergebnisse der abgeschlossenen Untersuchung. Das Projekt bewegte sich im Rahmen des zunehmenden Einsatzes von elektronisch basierten sowie online - Angeboten zur therapeutischen Versorgung, die man unter dem Begriff **„E - Mental - Health“** zusammenfassen kann. Bauer und

[4]Zu ethischen Fragen der GSA - Online Studie geben Zwerenz et al. (2013: 5) an: „The study protocol and the final version of the written informed consent form were approved by the Ethics Committee of the Federal State of Rhineland Palatinate (Germany), which is responsible for the Principal Investigator (Ref. No. 837.415.10[7424]) and by the ethics committees responsible for the cooperating rehabilitation clinics.“

Kordy formulieren im einleitenden Kapitel eines von ihnen herausgegebenen Buchs, das einen Überblick zu verschiedenen Möglichkeiten und Studien zum Thema bietet:

> Auch wenn die Entwicklungen in diesem Bereich noch immer relativ am Anfang stehen, weicht diese Skepsis mittlerweile zunehmend der Auffassung, dass der Einsatz neuer Technologien die Erreichbarkeit von psychosozialen Versorgungsangeboten verbessern, ihre Nachhaltigkeit steigern und so ihren Gesamtnutzen erhöhen kann. (Bauer und Kordy (2008): 4)

Die Interventionsformen erstrecken sich über eine große Bandbreite an computergestützten Angeboten, zu denen nach Bauer und Kordy (2008: 4) sowohl „online“ - als auch „offline“ - Programme (einfach unter Zuhilfenahme eines Computers) gerechnet werden können. Häufig erfolgt der Einsatz sogenannter „asynchroner“ Formen der Kommunikation, zu denen Klein und Berger (2013: 151) insbesondere die E - Mail - Therapie zählen im Gegensatz zu den ebenfalls häufig verwendeten „synchronen“ Chat - Therapien. Aufgrund der Tatsache, dass Blogs, wie die im GSA - Online Programm verwendeten, in asynchroner Art und Weise keine zeitgleiche Kommunikation zwischen Patient/ Klient und Therapeut oder einem anderen Teilnehmer voraussetzen, gleichen sie eher ersteren (siehe dazu auch Abschnitt 4.2.2).[5] Neben tatsächlich psychotherapeutisch ausgerichteten Interventionen sind nach Klein und Berger (2013: 150) jedoch auch Ansätze zur Selbsthilfe durch den Nutzer des Angebots zu finden, wobei sie durch einen Therapeuten bzw. Experten „geleitet“ oder „ungeleitet“ konzipiert sein können.[6]

Die Vielfalt der neuen E - Therapiemöglichkeiten bringt gewisse Vorteile gegenüber z. B. klassischen Face - to - Face - Therapien mit sich, die eine weitere Erforschung der Praktikabilität und Abschätzung des Nutzens rechtfertigen: Eine gute Erreichbarkeit über Entfernungen und zu Hause, mehr Anonymität, eine Möglichkeit zur Nachbetreuung, Zeit- und Kostenersparnis (vgl. Bauer und Kordy (2008): 6f.; Barak und Grohol (2011): 155f.; Klein und Berger (2013): 149f.). Untersuchungen, die sich der Entwicklung und Evaluation von E - Mental - Health Angeboten widmen, wie es die Gruppe der GSA - Online Studie getan hat, oder Effekte solcher Interventionen analysieren, beschäftigen sich hauptsächlich mit folgenden Fragen:

[5] Das Internet bietet natürlich neben diesen stärker textbasierten Formen auch die Möglichkeit über Audio- oder Bildkanäle (z. B. Skype) zu kommunizieren, was wiederum eher Face - to - Face - Therapien nahe kommt (zumindest bei Videoansätzen). Zusätzlich zu Chat- und Mailtherapien gibt es nach Barak und Grohol (2011: 160) entsprechend die Möglichkeit von „audio - only or webcam interactions where both therapist and client meet virtually online“.

[6] Barak und Grohol (2011: 158, 168) ordnen Blogs eher dem Bereich der Selbsthilfeprogramme zu, wenn sie wie ein normaler öffentlicher Weblog gestaltet und gedacht sind.

Welche Art der Internetbetreuung ist für unterschiedliche Situationen und Gesellschaftsgruppen im Allgemeinen oder Patientengruppen im Speziellen am besten geeignet? Wie ist die Beziehung zwischen Therapeut und Patient, die sogenannte „therapeutische Allianz“, wenn sich beide nicht unmittelbar, Face - to - Face, gegenübersitzen (vgl. Bauer und Kordy (2008): 11; Klein und Berger (2013): 154)? Welche Effekte lassen sich in Bezug auf die Effektivität der Intervention beobachten bzw. wie ist der Therapieerfolg z. B. im Vergleich zu einer Kontrollgruppe, die das Programm nicht oder anders durchlaufen hat? Nach Bauer und Kordy (2008: 11) kann ganz allgemein festgehalten werden, dass sich sowohl die „Akzeptanz und Zufriedenheitsraten“ als auch die „Wirksamkeit und Effektivität“ entsprechender E - Mental - Health Angebote zeigen ließ. Um Effekte von mentalen Veränderungen im Verlauf der online - Nachsorge zu verschiedenen Zeitpunkten zu messen, wurden in der GSA - Online Studie spezifische psychologische Testinstrumente als „primäre“ und „sekundäre Zielkriterien“ (Becker et al. (2015): 26), die für die untersuchte Stichprobe von Patienten anwendbar waren, eingesetzt. Einige der Maße, die für die linguistische KMG - Studie von Relevanz sind, sollen in Abschnitt 2.2 vorgestellt werden. Vorerst geht das nächste Kapitel jedoch auf den Aufbau des Programms, dessen Zielsetzung und abschließende Erkenntnisse der Psychologen ein.

2.1. Hintergrund, Aufbau und Erkenntnisse von GSA - Online

Das **GSA - Online Programm** wurde im Gegensatz zu den meisten der oben erwähnten Studien nicht für eine Gruppe mit spezifischen psychischen oder psychiatrischen Erkrankungen konzipiert. Es zielt hingegen vornehmlich darauf ab, für eine sehr heterogene und breite Gruppe von Rehabilitanden aus verschiedenen Kliniken in Deutschland ein Nachsorgeprogramm zum Wiedereinstieg in den Berufsalltag bereitzustellen und zu evaluieren (vgl. Zwerenz et al. (2013): 1). Grundlage des Projektes sind nach Zwerenz et al. (2013: 1f.) Beobachtungen und Erkenntnisse zu berufsbedingtem Stress und mentalen Auswirkungen bis hin zu „mentalen und somatischen Erkrankungen“. Darüber hinaus möchten sie an die Option anschließen, auch parallel zum Beruf therapeutisch begleiten zu können. Damit sollen bspw. gelernte Techniken auch in die „alte“ Umgebung und den Alltag übertragen werden, um zu verhindern, dass sich die Situation des Patienten wieder oder zusätzlich durch die unterschiedlichen Stressoren[7], verbunden mit der Wiedereingliederung ins

[7] Der Begriff des Stressors findet in vielen Veröffentlichungen zum Thema Stress Verwendung und ist als recht oberflächliche bzw. allgemeine Bezeichnung für Faktoren, die Stress verursachen können, anzusehen. Kaluza (2018: 8) definieren Stressoren z. B. als „Anforderungsbedingungen

Berufsleben, verschlechtert. Die Offenheit des Programms gegenüber der angesprochenen, sehr heterogenen Patientengruppe ergibt sich aus der Annahme, dass die große Bandbreite chronischer Grunderkrankungen von Patienten mit dem Einfluss von Stress in starker Wechselwirkung steht: „Work - related stress often leads to serious somatic and psychosomatic complaints and, vice versa, chronic diseases of different indications have a negative impact on job strain“ (Zwerenz et al. (2013): 6). Aus dieser Konzentration auf stressbedingte Ursachen für einen möglichen Therapiebedarf der untersuchten Patientengruppe und der Ausrichtung der Intervention auf solche Belastungen und psychischen bzw. psychosomatischen Beschwerden, lässt sich bereits an dieser Stelle die Konzentration der KMG - Studie auf die Annahme stressbedingter mentaler Veränderungen während des Therapiezeitraums herleiten und begründen. Zudem soll nach Zwerenz et al. (2013: 2) das Nachsorgeprogramm hauptsächlich auf einen bestimmten Primärfaktor, das Herabsetzen des Risikos einer Frühberentung, ausgerichtet sein. Der Bedarf an einer solchen Intervention wird schließlich von Becker et al. (2015: 15) speziell für Rehabilitanden als gegeben eingeschätzt. Entsprechend der oben genannten Entwicklungen im Bereich E - Mental - Health für eine Psychotherapie hatte ein online - Angebot auch für die dort betrachtete Patientengruppe deutliche Vorteile (vgl. Becker et al. (2015): 12). Zum potenziellen Nutzen von GSA - Online äußern sich Becker et al. (2015: 20) zusammengefasst folgendermaßen: „Internetbasierte Interventionen sind im Bereich der Rehabilitation noch wenig evaluiert, besitzen unseres Erachtens jedoch großes Potenzial, Wartezeiten zu ambulanten Nachsorgemaßnahmen zu überbrücken, fehlende Angebote zu ersetzen und sowohl die berufliche Wiedereingliederung als auch den weiteren Gesundungsprozess zu unterstützen.“

Die **Rekrutierung** der Teilnehmer an dem Programm bzw. der Studie erfolgte direkt über die Rehabilitationskliniken, sodass die Patienten bereits während der Endphase der stationären Behandlung aufgrund ihrer Primärerkrankung erreicht und vorbereitet werden konnten. Dort wurden sie einem bereits entwickelten und überprüften sogenannten „Gesundheitstraining ‘Stressbewältigung am Arbeitsplatz’ (GSA)“ von Hillert et al. (2007) (zitiert nach Becker et al. (2015): 22) zugeführt. Das Ziel dieses Trainings war, den Patienten in Bezug auf ihre oben geschilderte besondere Situation im Spannungsfeld von chronischer Erkrankung, beruflicher Wiedereingliederung und Stress Hilfestellungen zu bieten. Nach Becker

in unserer Umwelt, in deren Folge es zur Auslösung einer Stressreaktion kommt“. Häufig wird dabei der erleichterte Umgang mit Stress auf ein größeres Ausmaß an zur Verfügung stehenden „Ressourcen“ zurückgeführt (z. B. Lohmann-Haislah (2012): 13).

et al. (2015: 20f.) war das **Ziel** des online angebotenen Nachsorgeprogramms dann diese Hilfen zu verfestigen bzw. verstetigen über die Rehabilitation hinaus und in der neuen Situation bzw. Umgebung des Berufsalltags. Eine Nebenhypothese nimmt zusätzlich eine Verbesserung der allgemeinen und vor allem mentalen Gesundheit der Probanden an. Zur Evaluation des Nachsorgeprogramms sollten im Rahmen der GSA - Online Studie ursprünglich 800 Patienten rekrutiert werden (Zwerenz et al., 2013), letztendlich wurden jedoch 664 Patienten (Becker et al., 2015) unter Erweiterung der unten genauer behandelten Einschlusskriterien ausgewählt und zufällig jeweils zur Hälfte einer **Interventions- und Kontrollgruppe** zugewiesen. Die Kontrollgruppe bekam nach Zwerenz et al. (2013) im Sinne einer „passiven Intervention“ nur Material zur weiteren Stressbewältigung online zur Verfügung gestellt, während die tatsächliche „aktive Intervention“ das Schreiben von Blogeinträgen von den Patienten erwartete unter Anleitung und mit anschließender Rückmeldung eines Psychotherapeuten. Zu verschiedenen Zeitpunkten wurden bei beiden Gruppen verschiedene psychologische Testinstrumente eingesetzt, um den aktuellen Stand der Patienten zu erfassen und letztendlich auf mentale Veränderungen unterschiedlicher Art und den damit verbundenen Therapieerfolg rückschließen zu können.

Die Abbildung III.1 soll den zeitlichen **Ablauf des Nachsorgeprogramms** (vgl. Becker et al. (2015): 22), das sich in drei aufeinanderfolgende Phasen gliedert, für die Interventionsgruppe schematisch darstellen. Zu Beginn der stationären Rehabilitation, dem Zeitpunkt T0, zu dem bereits die Rekrutierung der Patienten vorgesehen war, konnte eine erste Erhebung des „Ausgangszustands“ erfolgen. Im Verlauf der Rehabilitation wurde dann das erwähnte GSA - Training durchgeführt. Der Zeitpunkt T1 markiert das Ende des stationären Aufenthalts und den Beginn der tatsächlichen GSA - Online Nachsorge. Die psychologischen Zielkriterien messen an dieser Stelle also die Situation der Patienten zum Ende der Rehabilitation, vor der Wiedereingliederung und vor dem Start der therapeutischen Begleitung. Über drei Monate hinweg, bis zum Zeitpunkt T2, hatten die Patienten dann die Gelegenheit einen wöchentlichen Blogtext (also maximal 12 Blogs) zu verfassen. Auf die Nachsorge folgte schließlich eine Nachbefragung, um den Psychologen katamnestische Effekte, die über die Therapie hinausreichten, aufzuzeigen. Ausschließlich interessant für die linguistische Analyse war ein Teil der wöchentlichen Schreibintervention, der in der Abbildung durch eine Umrahmung hervorgehoben ist. Die therapeutische Nachsorge gliederte sich wiederum in drei theoretisch wöchentlich wiederholte Schritte. Zuerst stellte der Therapeut dem Patienten eine Anregung zur Verfügung zu möglichen Themen, die der Blog behandeln konnte (siehe un-

ten), woraufhin der Patient seinen Blog verfassen sollte. Nach Becker et al. (2015: 38) wurde dann als Antwort auf den fertigen Blog innerhalb von 24 Stunden (unter gewissen Voraussetzungen) eine Kommentierung des Therapeuten eingestellt. Letztendlich bestand für den Patienten die Möglichkeit, den gesamten Blogverlauf inklusive der Antworten des Therapeuten immer wieder einzusehen, bis zu zwei Wochen nach der Nachsorge. Diese Funktion der Einsehbarkeit des zeitlichen Verlaufs eines Weblogs mit allen seinen Einträgen kann als Vorteil der Verwendung des Mediums hervorgehoben werden (vgl. Barak und Grohol (2011): 158).

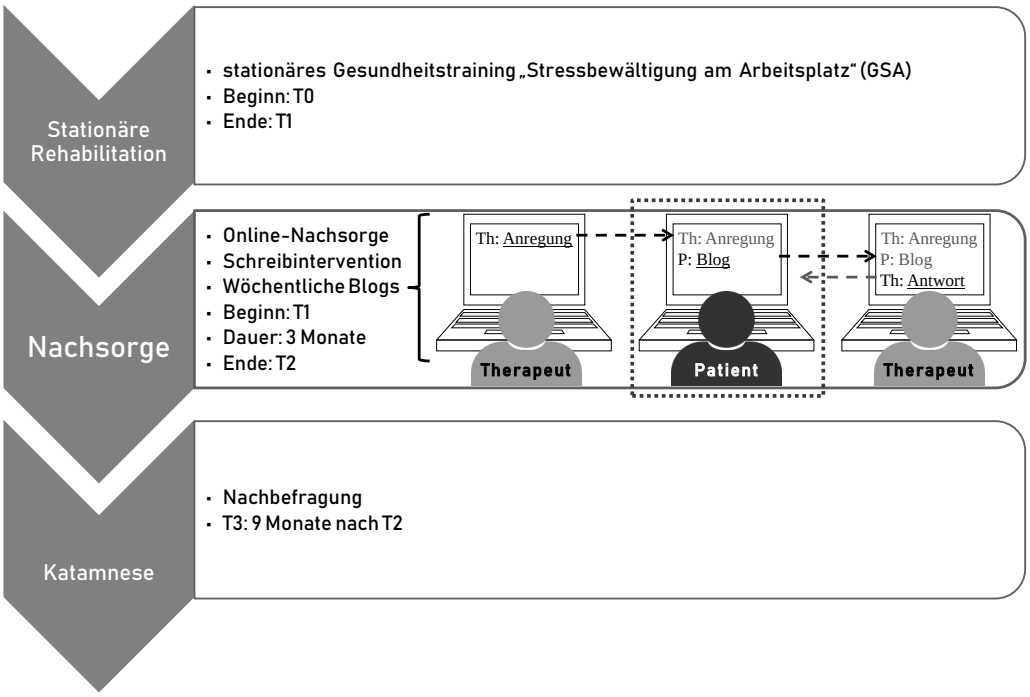


Abb. III.1.: Aufbau des gesamten GSA - Online Nachsorgeprogramms und der wöchentlichen Schreibintervention im Speziellen. Gestrichelter Kasten: Fokus auf die Blogs der Patienten als Grundlage der Komplexitätsanalyse der KMG - Studie. T = Erhebungszeitpunkte der psychologischen Zielkriterien; Th = Therapeut; P = Patient.

Zum **Verfassen der Blogtexte** sind einige wichtige Details aus psychotherapeutischer Sicht festzuhalten: Bspw. gab es für deren Bearbeitung eine Zeitbegrenzung, denn dem Patienten standen ca. 45 Minuten zur Verfügung, die durch einen Hinweis, dass das Schreiben zu beenden sei, kontrolliert wurden. Außerdem war es den Patienten natürlich freigestellt, ob sie einen Wochenblog verfassen wollten oder nicht. Aufgrund dessen variiert die Anzahl der von den maximal 12 mögli-

chen tatsächlich vervollständigten Blogs erheblich.[8] Die Schreibintervention wurde zwar an das ES von Pennebaker angelehnt, jedoch durch ein Feedback des Therapeuten ergänzt sowie mit individuell zugeteilten Anregungen versehen (Zwerenz et al. (2013): 2). Acht verschiedene „strukturierte Schreibaufgaben“ (Becker et al. (2015): 37f.) wurden im Vorhinein konzipiert, aber in teils variierender Abfolge jedem einzelnen Patienten je nach Bedarf zugewiesen. Einige Aspekte waren allen Anregungstexten gemein: Da nicht alle Patienten auch notwendigerweise in den Berufsalltag einstiegen, hatten sie auch die Möglichkeit über vergangene Situationen oder Erwartungen an die Zukunft zu schreiben. Außerdem wurden die Patienten bei den meisten Schreibaufgaben darauf gelenkt, sich auf bewegende Kontaktsituationen mit anderen Personen auf der Arbeit zu konzentrieren, negative und positive Erlebnisse immer in Betracht zu ziehen und zu behandeln sowie online zur Verfügung gestellte Materialien zu nutzen. Folgende vier Themen zu festen Zeitpunkten im Therapieverlauf sollten theoretisch alle Patienten (insofern sie nicht ausgestiegen waren) erreichen (vgl. Becker et al. (2015): 37f.):

- Beginn/ T1 *„Rückkehr an den Arbeitsplatz“*: Schwerpunkte auf dem emotionalen Erleben und den eigenen Vorstellungen
- Nach ca. 6 Wochen *„Zwischenbilanz“*: Konzentration auf emotionale und verhaltensbezogene Veränderungen und Reflexion auch auf noch nicht Erreichtes und zukünftige Entwicklungen
- Kurz vor Ende/ T2 *„Wahrnehmen von Veränderungen“*
- Ende/ T2 *„Ausblick“*: Aufbauende Kommentare des Therapeuten zu Erfolgen bzw. für die Zukunft und Konzentration darauf, was aus der Therapie auch für kommende Situationen mitgenommen werden kann

Für das linguistische KMG - Projekt zu mentalen Veränderungen während der Nachsorge ist ein Aspekt dieses Vorgehens interessant: Die Betonung bzw. Rückbesinnung auf Entwicklungen, die mit dem Zeitverlauf der Therapie gekoppelt sind, könnte möglicherweise einen verfestigenden oder sogar verstärkenden Einfluss auf eventuelle Veränderungen haben. Die folgenden 4 Themen konnten hingegen variabel und auch durchaus direkt hintereinander (was manchmal zu Irritationen bei den Patienten führte) zugewiesen werden:

[8] Wie im Methodenteil unten dargelegt werden soll, wurde für die linguistische Untersuchung eine obligatorische Mindestanzahl verfasster Blogs eines Patienten, der in die Studie eingeschlossen wurde, gesetzt, um ausreichend Daten für eine Ableitung der Veränderung über die Zeit zu haben.

- *„Die Rolle der Gedanken“*: Konzentration auf positive und negative Situationen sowie das emotionale Erleben
- *„Selbstsichere Konfliktbewältigung“*: Besonderer Fokus auf das verbale und non - verbale Verhalten eines Gegenübers in Konfliktsituationen
- *„Umgang mit Stresssignalen“*
- *„Wahrnehmen von Anspannung/Stress“*: Einfluss von Stresssignalen auf sowohl das mentale als auch körperliche Empfinden

Ein besonderer Fokus wurde folglich im Verlauf des Nachsorgeprogramms auf die Stressthematik, Emotionen und Veränderungen bzw. Entwicklungen gelegt. Es ist jedoch anzumerken, dass sich einige Patienten für die Option entschieden, nicht das vorgeschlagene, übergeordnete Thema einzuhalten und über etwas anderes zu reflektieren.[9]

Zur **Stichprobe der Patienten** in der GSA - Online Studie ist zu sagen, dass sie drei Indikationsbereichen, die ihrer Grunderkrankung entsprechen, zuzuordnen sind. Nach Zwerenz et al. (2013: 2) handelt es sich dabei um eine Auswahl der „major indications in the German medical rehabilitation system comprising most of the main causes for work disability and premature pension“. Dazu zählen kardiovaskuläre, orthopädische und psychosomatische Primärerkrankungen. Weitere Voraussetzungen für eine Teilnahme am Nachsorgeprogramm waren nach Zwerenz et al. (2013: 2): Ein Alter zwischen 18 - 59 Jahren[10], ein bestehendes Arbeitsverhältnis und eine damit verbundene berufliche Belastung (über den SIBAR (siehe unten) bestimmt), eine sehr vage definierte Befähigung die deutsche Sprache zu sprechen, eine Zugangsmöglichkeit zum Internet und das Fehlen von „severe physical or psychological complaints“. Zur Bestimmung eines erhöhten Therapiebedarfs über den SIBAR schreiben Zwerenz et al. (2013: 2): „Patients are eligible if they report high occupational stress or risk of early retirement appropriate to the cutoff reported by the authors of the SIBAR or if they state a high subjective need for

[9] Becker et al. (2015: 20) fassen das therapeutische Vorgehen ihrer Studie unter Rückgriff auf ein bereits entwickeltes Therapiekonzept folgendermaßen zusammen: „Mithilfe der Supportiv - Expressiven - Therapie (SET) werden maladaptive Beziehungsmuster identifiziert, die dann, unterstützt durch den Online - Therapeuten, reflektiert, auf Situationsangemessenheit geprüft und gegebenenfalls verändert werden können (Luborsky, 1999). Die so entwickelte Hauptintervention ‘GSA - Online’ fokussiert die Bearbeitung vorgenannter Ängste, Unsicherheiten und zwischenmenschliche Konflikte bei der beruflichen Wiedereingliederung, die unabhängig von der Indikation vorliegen.“

[10] Becker et al. (2015: 36) geben eine abweichende Altersspanne von 18 - 57 Jahren an.

occupational treatment.“ Schließlich wurden die Zugangsvoraussetzungen jedoch noch etwas heruntergesetzt, um eine angemessene Stichprobengröße zu erreichen (vgl. Becker et al. (2015): 25). Die Ausrichtung auf die berufliche Belastung der Patienten und ein erhöhtes Frühberentungsrisiko bei der Auswahl blieb aber erhalten. Wie oben bereits erwähnt, geben Becker et al. (2015: 13) bezüglich der Belastung der untersuchten Stichprobe und hinsichtlich erwartbarer Effektgrößen letztendlich zu Bedenken: „[...] es muss [...] berücksichtigt werden, dass alle teilnehmenden Patienten, unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit, gering belastet waren und somit nur geringfügige Verbesserungen möglich waren.“

Auf Basis des Abschlussberichts von Becker et al. (2015) lassen sich einige relevante **Ergebnisse** der GSA-Online Studie und Interpretationen durch die Therapeuten anführen. Es ist zu betonen, dass dieser Bericht erst zum Abschluss der Analysen und vieler Auswertungen des unten behandelten linguistischen KMG-Projektes vorlag und konsultiert wurde. Die meisten Entscheidungen zum Vorgehen wurden also ohne die folgenden Erkenntnisse getroffen und ausgeführt. Die Analysen der Psychologen zielen insbesondere darauf ab, mögliche positive Veränderungen unmittelbar nach der Therapie und zur Katamnese im Vergleich zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe, die keine Schreibintervention bekamen, herauszufiltern. Ein besonderes Augenmerk wurde auf das primäre Zielkriterium, die Ergebnisse zum Frühberentungsrisiko, gemessen durch den SIBAR und eine kurze Abfrage „subjektive Prognose der Erwerbstätigkeit“ (siehe unten „SPE“) gelegt (Becker et al. (2015): 12). Gerade der SIBAR, auf dem das Nachsorgeprogramm aufbaut, erwies sich, den Ausführungen von Becker et al. (2015: 13, 51f., 99) folgend, als unbeeinflusst durch die Intervention, da keine Effekte zu den beiden Zeitpunkten im Vergleich der beiden Studiengruppen erkennbar waren. Sie unterschieden sich folglich nach dem Nachsorgeprogramm und auch nach einigen Monaten nicht hinsichtlich ihres Frühberentungsrisikos. Nach Becker et al. (2015: 13, 55, 99f.) können allerdings in Bezug auf die Selbsteinschätzungsfragen zur Erwerbstätigkeit (mittels SPE) sowie anderen „psychische[n] Belastungen (Depression, Ängstlichkeit, Stress, Somatisierung, Panikattacken)“ (Becker et al. (2015): 13) Effekte hinsichtlich einer Verbesserung für die Interventionsgruppe abgeleitet werden. In Bezug auf das unten beschriebene Instrument PHQ-9 zur Depressivitätseinordnung ist nach Becker et al. (2015: 65) unter Kontrolle der beiden Variablen Baseline-Wert zum Zeitpunkt T1 und Indikation, die keinen Einfluss zeigte, eine signifikante Verbesserung zu den Zeitpunkten T2 und T3 festzuhalten, auch wenn die Effekte sehr schwach sind.

Das Schlussfazit von Becker et al. (2015: 13) hinsichtlich des primären Interesses an der beruflichen Belastungssituation und einer Verbesserung durch die Schreibintervention wird vor allem auf den SPE - Daten aufgebaut: „Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass die Patienten der Interventionsgruppe auf vielen Ebenen von der Teilnahme am Programm profitiert haben und dass sie zum Ende der Intervention ein leicht geringeres Risiko für eine Frühberentung aufweisen als die Kontrollgruppe." Weitere interessante Erkenntnisse für die vorliegende Arbeit ergeben sich aus den Daten zur Ausführung und Akzeptanz des Blogschreibens. 65 % von 194 befragten Patienten gaben eine positive Bewertung ab, dass sie die Intervention als „etwas", „ziemlich" oder „sehr hilfreich" empfanden (Becker et al. (2015): 82). In einem ähnlichen Rahmen bewegt sich die Einschätzung, wie gut sich die Patienten vom Therapeuten verstanden fühlten (Becker et al. (2015): 81). Wie bereits erwähnt, ist diese Information für die Psychotherapeuten von besonderer Relevanz, da sie u. a. einen ersten Hinweis auf die therapeutische Allianz geben kann. Beide Informationen motivieren nachdrücklich dazu, das Textmaterial linguistisch genauer zu analysieren, da die grundsätzliche Idee einer therapeutischen Begleitung über das Schreiben von Blogs von den Patienten angenommen wurde. Der Mittelwert tatsächlich geschriebener Blogs liegt unter den Patienten, die überhaupt das Programm begonnen haben, lediglich bei der Hälfte der maximal möglichen 12 Blogs. Das ist als Grundlage für die Analyse kognitiver Veränderungen während des Therapieverlaufs eine zu beachtende Information, da sich die Stichprobengröße der einbeziehbaren Patienten unter einer Begrenzung der Minimalanzahl an Blogs dadurch deutlich reduziert. Unterschiede zwischen den einzelnen Indikationsbereichen in Verbesserungen durch die Intervention wurden im Rahmen der GSA - Online Studie ebenfalls überprüft, konnten aber z. B. in Bezug auf die Zufriedenheit, den SIBAR und den PHQ - 9 keine Effekte zeigen (Becker et al. (2015): 96f.). Die Indikationsbereiche verhalten sich entsprechend in dieser Studie sehr ähnlich.

2.2. Relevante Instrumente zur Erhebung mentaler Veränderungen

Die Outcome - Maße der Psychologen basieren auf meist online ausgefüllten Fragebögen und umfassen die drei Erhebungszeitpunkte T1, T2 und T3. Bei allen Instrumenten handelt es sich um psychologische Skalen, die eine Selbsteinschätzung der Patienten hinsichtlich unterschiedlicher Faktoren abdecken und individuelle Veränderungen während der Therapie abbilden sollen. Nur die beiden Erhebungszeitpunkte zu Beginn und direkt zum Ende der Nachsorge sind für die Untersuchung

des Therapieerfolgs basierend auf unmittelbaren Effekten der Schreibintervention im Rahmen der KMG - Studie von Interesse. In den kommenden Abschnitten folgt eine kurze Vorstellung der drei psychologischen Zielkriterien, die in der KMG - Untersuchung für die Beurteilung kognitiver Veränderungen einbezogen wurden. Die Erhebungsinstrumente SIBAR, SPE und PHQ - 9 können nach Becker et al. (2015: 26) alle als validierte Fragebögen herangezogen werden. Letztendlich zielen sie auf eine Abbildung des Frühberentungsrisikos, der Erwerbstätigkeitsprognose und der Depressivität ab. Die Vorgehensweise, die für die KMG - Studie gewählt wurde, mehrere der Zielkriterien auch zur Abschätzung kognitiver Veränderungen bzw. des Therapieerfolgs in der vorliegenden Untersuchung einzubeziehen, findet sich u. a. auch bei Farias et al. (2012). Sie verweisen auf die Möglichkeit damit die Stabilität eines möglichen Effekts verlässlicher überprüfen zu können: „We chose to include multiple cognitive outcomes [...] primarily as a means to test the robustness of any observed effect“ (Farias et al. (2012): 678).

2.2.1. Screeninginstrument Beruf und Arbeit in der Rehabilitation (SIBAR)

Der SIBAR („Screeninginstrument Beruf und Arbeit“) wurde von Bürger und Deck (2009) in Form eines kurzen Patientenfragebogens entwickelt und evaluiert. Mittels des Screenings bestimmten die Psychologen der GSA - Online Studie, wie oben dargestellt, zum einen den Bedarf einer Teilnahme der Patienten an einem Nachsorgeprogramm. Für den Zweck einer Zuweisung zu berufsorientierten Rehabilitationsmaßnahmen wurde es ursprünglich von den Autoren auch konzipiert (vgl. Bürger und Deck (2009): 212). Zum anderen diente der Fragebogen als Zielkriterium zur Bestimmung des Therapieerfolgs und wird in Zwerenz et al. (2013: 1) als „primary outcome“ bzw. in Becker et al. (2015: 26) als „primäre Zielgröße“ der GSA - Online Studie bezeichnet. Der Fragebogen ist grundlegend auf eine Selbsteinschätzung der beruflichen Situation und Belastung im Zusammenhang mit der Erkrankung des Patienten ausgelegt neben einigen objektiven Angaben. Eine Einbeziehung gerade der subjektiven Wahrnehmung von Patienten zu ihrer eigenen gesundheitlichen und, damit verbunden, beruflichen Situation halten Bürger und Deck (2009: 212) für äußerst relevant.

Gegliedert ist der Fragebogen in drei Subskalen, in der GSA - Online Studie wurde jedoch nur der **SIBAR - I** „Sozialmedizinisches Risiko (Frühberentungsrisiko)“ (Bürger und Deck (2009): 213) berücksichtigt. Diese erste Skala des Tests umfasst 9 Fragen[11], die sich in zwei Teile gliedern: Zuerst werden grobe quantitative

[11] Die 9 Fragen wurden in der GSA - Online Studie in 8 Items zusammengefasst.

Angaben, abgestuft nach Zeiträumen, zu Krankschreibungen und der beruflichen Situation im letzten Jahr und aktuell abgefragt. Danach schließen sich 6 Fragen an, die mittels Likertskalen oder dichotomen Entscheidungen bewertet werden sollen. Dort wird, immer unter Einbeziehung des persönlichen Gesundheitszustands, gefordert, die aktuellen und längerfristigen beruflichen Möglichkeiten (Erwerbs-/ Leistungsfähigkeit) und das zukünftige Rentenverhalten abzuschätzen. Eine Verbesserung in Werten dieses Maßes über die Zeit könnte folglich dahingehend interpretiert werden, dass Patienten den Konflikt zwischen gesundheitlichen Beschwerden und beruflichen Anforderungen als weniger belastend empfinden bzw. mehr Strategien für einen Umgang damit sehen. Somit werden möglicherweise „Ressourcen“ freigesetzt, die eine verstärkte Bewältigung von (berufsbezogenen) Stresssituationen, wie sie die GSA - Online Studie thematisiert, erlaubt und eine Verbesserung der mentalen und physischen Gesundheit nach sich zieht. Bürger und Deck (2009: 212f.) sehen den Hauptnutzen des Screenings insbesondere „in der Fähigkeit, das spätere Reintegrationsverhalten und den berufsbezogenen Behandlungsbedarf valide abzubilden“ und fokussieren sich auf eine „möglichst gute prognostische Vorhersagequalität des Frühberentungsgeschehens“. Je nach Gewichtung werden bei der Auswertung Punktwerte für die unterschiedlichen Antwortvarianten vergeben, sodass sich letztendlich ein Skalenwert von 0 für keine Belastung und kein erhöhtes Risiko bis 19 für ein maximal hohes Risiko und die im Rahmen der Skala messbar stärkste Belastung ergeben kann. Bürger und Deck (2009: 215f.) berichten bezüglich der Reliabilität des Maßes eine recht gute interne Konsistenz in unterschiedlichen Stichproben von über 1000 Reha - Antragstellern oder tatsächlichen Rehabilitanden, während die Retestreliabilität bei einer kleinen Stichprobe von nur 40 Personen vor einer Rehabilitation sehr hoch ist. Hinsichtlich der Validität des SIBAR - I können Bürger und Deck (2009: 216) eine hoch signifikante Korrelation zu Frühberentungsanträgen bei einer Stichprobe von über 1000 Personen ableiten. Auf Basis einer Vorhersageanalyse für das Frühberentungsrisiko schlagen sie schließlich einen „Cut - off - Wert“ von 8 vor. Wer darüber liegt, sollte ein deutlich erhöhtes Risiko aufweisen. Die Patienten der GSA - Online Studie erreichten nach Becker et al. (2015: 99) allerdings größtenteils deutlich geringere Werte sowohl zu T0 als auch T1. Darüber hinaus lässt sich nach Bürger und Deck (2009: 216f.) eine sehr signifikante Korrelation zum „Erwerbsstatus ein Jahr nach der Rehabilitation“ ableiten. Die Ausrichtung des Screenings liegt also klar auf der Vorhersage des zukünftigen Renten- und Erwerbsverhaltens von Rehabilitanden.

An dieser Stelle ist noch darauf zu verweisen, dass sich das **Maß in der GSA -**

Online Studie als nicht sensitiv für die dort möglicherweise erreichten Veränderungen durch die Schreibintervention im Vergleich zur Kontrollgruppe erwiesen hat. Auf Basis der im Abschlussbericht berichteten Nulleffekte des primären Zielkriteriums SIBAR merken Becker et al. (2015: 99) zu dessen Verwendung für ihre Zielsetzung kritisch an:

> Es stellt sich deshalb die Frage, inwieweit der sozialmedizinische Risikoindex des SIBAR, der als Indikator für das Gelingen der beruflichen Reintegration gewählt wurde, dazu überhaupt geeignet ist, wenn die Stichprobe wie im vorliegenden Fall ein sehr niedriges Risiko aufweist. So ist der SIBAR aufgrund der eingeschränkten Streuung in unserer Stichprobe womöglich nicht trennscharf genug, um Veränderungen, die möglicherweise stattgefunden haben, zu detektieren. Darüber hinaus als kritisch zu werten ist der Einsatz des SIBAR als Veränderungsmaß, da er als Screeninginstrument entwickelt worden ist.

Aufgrund der Tatsache, dass der SIBAR als primäres Outcome - Maß von Zwerenz et al. (2013) vorgesehen war, sollen dessen Daten trotz der Ergebnisse des Abschlussberichts aus psychotherapeutischer Sicht für die Einordnung kognitiver Veränderungen im Sinne der oben vorgebrachten Überlegungen dennoch einbezogen werden.

2.2.2. Patient Health Questionnaire (PHQ - 9)

Der PHQ („Patient Health Questionnaire“) geht zurück auf Spitzer et al. (1999) und ist ein Maß zur Diagnose unterschiedlicher Formen der Depression sowie des Ausmaßes depressiver Symptome. Er wurde von den Autoren spezifisch auf Selbstberichte und -einschätzungen von Patienten ausgerichtet. Mithilfe des Fragebogens sollen verschiedene Arten der Depression diagnostizierbar sowie der Schweregrad der Beeinträchtigung durch Symptome einer depressiven Erkrankung bestimmbar sein (Spitzer et al. (1999): 1738). Für verschiedene Depressionsformen wird deshalb durch eine Selbsteinschätzung und meist mehrfach abgestuft erhoben, wie stark, wenn vorhanden, einzelne Symptomatiken den Patienten in den letzten zwei Wochen belastet haben. Für den PHQ berichten Spitzer et al. (1999: 1743) im Vergleich zu einem älteren Fragebogen, der von Therapeutenseite beurteilt wurde, eine ähnliche Validität und kürzere Auswertungszeit hinsichtlich einer diagnostischen Anwendung.

Nur der erste, aus 9 Items bestehende Teil des Fragebogens, dessen Daten von den Psychologen der GSA - Online Studie für die KMG - Studie zur Verfügung gestellt wurden, bildet die kürzere Version **„PHQ - 9“** und erfasst grob die allgemeine

Depressivität eines Patienten. Der verkürzte Index wurde von Löwe et al. (2004) auf seine Sensitivität für Veränderungen der Depressivität bei Patienten hin untersucht. Nach Zwerenz et al. (2013) stellt er für die Psychologen ein „secondary outcome measure“ bzw. nach Becker et al. (2015) eine „sekundäre Zielgröße“ dar. Der Patient soll für die Erhebung des PHQ eine Einschätzung abgeben, wie oft er im erwähnten Zeitraum von Beschwerden aus neun unterschiedlichen Kategorien beeinträchtigt wurde, anhand einer vierwertigen Skala von der geringsten Stufe „überhaupt nicht“ über eine Bewertung „an einzelnen Tagen“ oder sogar „an mehr als der Hälfte der Tage“ zur höchsten Stufe „beinahe jeden Tag“. Die 9 Items der Skala decken eine große Bandbreite an psychischen Symptomen aus den Bereichen Antrieb, Gemütszustand, Schlafverhalten, Energie, Ernährung, Selbstwertgefühl, Konzentrationsfähigkeit, physische Auffälligkeiten in Bezug auf Sprache oder Motorik und suizidale Gedanken ab. Den einzelnen Skalenpunkten eines Items werden aufsteigend Werte von 0 für die niedrigste Stufe, wenn keine Beeinträchtung vorhanden ist, bis 4 für die höchste Stufe mit einer fast täglichen Beeinträchtigung zugeteilt. Die Summe dieser Wertezuordnung soll letztendlich das Ausmaß von Beeinträchtigungen in Bezug auf ein umfassendes Feld von möglichen Symptomen einer depressiven Erkrankung erfassen und recht differenziert für einen individuellen Patienten widerspiegeln. Nach Löwe et al. (2004: 64f.) sind die Ergebnisse des PHQ darüber hinaus auch explizit dafür geeignet eine Entwicklung der Depressivität abzubilden: „[...] changes in the PHQ - 9 score correspond with changes in depression diagnostic status over time, providing preliminary evidence that the PHQ - 9 can be used for longitudinal as well as for cross - sectional studies.“ Im Gegensatz zum SIBAR - Index ist der Outcome des PHQ - 9 direkt auf spezifische psychische Störungssymptomatiken, die mit Depressionen zusammenhängen können, ausgerichtet. Außerdem ist eine differenzierte Abstufung und Gewichtung nach der Schwere der Beeinträchtigungen einbezogen. Durch eine Erhebung zu verschiedenen Zeitpunkten im Verlauf einer Therapie kann insofern konkreter auf mentale Veränderungen in Verbindung mit depressiven Symptomen geschlossen werden.

Ebenfalls entgegen der Ergebnisse zum SIBAR können nach Becker et al. (2015: 102) für den PHQ - 9 stärkere Verbesserungen für die Interventionsgruppe der **GSA - Online Studie** im Vergleich zu den Kontrollen abgeleitet werden, auch wenn die Effekte schwach sind: „Am Ende der Intervention weisen die Patienten der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe geringere Depressivitätswerte auf.“ Folglich empfiehlt sich die Einbeziehung des PHQ - 9 auch in der KMG - Studie einerseits aufgrund seiner stärkeren Spezifizität für depressive Symptome, die gezieltere

Rückschlüsse auf die Grundlage mentaler Veränderungen zulassen, und andererseits als Ergänzung zum SIBAR, der sich in der GSA - Online Studie als wenig sensitiv für Effekte des Nachsorgeprogramms erwiesen hat. Darüber hinaus lassen sich die oben bereits erwähnten Studien von Howes et al. (2014), Dirkse et al. (2015) oder Svartvatten et al. (2015) aus dem Bereich der psychotherapeutischen Forschung als Beispiele anführen, die auch linguistische Analysen mit dem Outcome - Maß PHQ - 9 korrelieren. Allerdings wurden dort eher inhaltliche Aspekte oder verschiedene Wortkategorien untersucht.

2.2.3. Fragebogen Subjektive Prognose der Erwerbstätigkeit (SPE)

Die „Skala zur subjektiven Prognose der Erwerbstätigkeit“ (SPE) wurde in Mittag und Raspe (2003) und Mittag et al. (2003, 2006) evaluiert. Mittag und Raspe (2003: 174) verteidigen explizit ihre Annahme, dass es sich beim SPE tatsächlich um eine subjektive Prognose der Erwerbstätigkeit eines Versicherungsnehmers handelt. An über 4000 berufstätigen Versicherten (meist mit Rückenbeschwerden) überprüften Mittag und Raspe (2003) die Validität der Skala. Besonders interessant ist, dass diesbezüglich eine Korrelation der SPE - Skala mit Maßen, die eine Bandbreite unterschiedlicher körperlicher und mentaler Gesundheitsaspekte erfassen, gezeigt werden konnte: „Zusammenhänge mit anderen Maßen der beruflichen Leistungsfähigkeit, körperlichen Funktionskapazität, Begleit- und Vorerkrankungen, psychischem Status sowie ausgewählten sozialmedizinischen Indikatoren bestätigen die (Konstrukt-)Validität des Instruments“ (Mittag und Raspe (2003): 169). Um einen für die vorliegende Untersuchung relevanten Faktor herauszugreifen: Bei der Abfrage von Begleiterkrankungen zeigte sich u. a. ein signifikanter Zusammenhang zu „seelischen Leiden“, zu denen Mittag und Raspe (2003: 172) auch Depressionen zählen. In einer anderen Studie berichten Mittag et al. (2003: 365) „eine hohe prädiktive Validität hinsichtlich der (vorzeitigen) Rentenantragstellung bzw. (Früh-)Berentung im Beobachtungszeitraum von zwei bis drei Jahren“. Mittag et al. (2006) bestätigen die gute Vorhersagbarkeit der Erwerbstätigkeit durch den SPE für einen längeren Zeitraum von 5 Jahren.

Die drei Items des SPE wurden in der **GSA - Online Studie** folgendermaßen formuliert (z. B. Becker et al. (2015): 141f.):

- Wenn Sie an Ihren derzeitigen Gesundheitszustand und Ihre berufliche Leistungsfähigkeit denken: Glauben Sie, dass Sie bis zum Erreichen des gesetzlichen Rentenalters berufstätig sein können?
- Sehen Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand Ihre Erwerbsfähigkeit dauerhaft

gefährdet?

- Überlegen Sie, einen Antrag auf Rente wegen verminderter Erwerbsfähigkeit (Frührente aus Gesundheitsgründen) zu stellen?

Für die Beantwortung standen den Patienten dichotome Antwortmöglichkeiten (*Ja* oder *Nein*) zur Verfügung. Grundsätzlich handelt es sich um die gleichen Fragen wie von Mittag und Kollegen vorgeschlagen, allerdings wurden ein paar Anpassungen, die insbesondere die Skalierung betreffen, vorgenommen. Das zweite Item des SPE ist im Fragebogen der GSA - Online Studie unter dem SIBAR zu finden und somit losgelöst von den anderen beiden. Außerdem wurde eine Veränderung des ersten Items in der Bewertungsskala vorgenommen, da es ursprünglich nicht abgestuft ist, letztendlich jedoch bei der Auswertung in zwei Gruppen gegliedert wird. Nach Mittag und Raspe (2003: 171) und Mittag et al. (2003: 362) erfolgt die Einordnung der Antworten der SPE - Skala entsprechend des Kriteriums „subjektive Gefährdung der Erwerbsfähigkeit“. D. h., wenn die Antwort eine größere Gefährdungseinschätzung widerspiegelt, dann wird der Wert 1 zugewiesen, sonst der Wert 0. Somit kann ein über alle Antworten summierter Wert zwischen 0 - 3 erreicht werden, wobei 0 für keine und 3 für die stärkste Gefährdung stehen würde.[12]

Zur **Einordnung des Summenwerts** aus den SPE - Items kann festgehalten werden, dass ein zunehmend höherer Wert auch eine um das Dreifache erhöhte „Wahrscheinlichkeit einer Rentenantragstellung innerhalb der folgenden zwei bis drei Jahre“ bedeuten kann (Mittag et al. (2003): 364). Da der Test jedoch nach Mittag et al. (2003: 367) eher die „tatsächliche *Erwerbstätigkeit*“ abbilden soll, ist erklärbar, warum die Skala trotz dieses Ergebnisses nicht so gut die tatsächlichen Rentenanträge vorhersagt, wenn der Test auf eine erhöhte Gefährdung hindeutet.

[12] Eigentlich ist gerade die Anordnung der Items und Bewertung der Antworten in der ursprünglichen Version des SPE beachtenswert. Eine Besonderheit der Konzipierung des SPE - Maßes ist nach Mittag und Raspe (2003: 171), dass eine sogenannte Guttman - Skalierung, die auf die Reliabilität des SPE hinweist, erreicht werden konnte durch die eigentlich vorgesehene genaue Abfolge der drei Items. D. h., wenn eines der aufeinanderfolgenden Items den Wert „1“ in der Bewertung erhält, sollten die nachfolgenden diesen Wert ebenfalls zugewiesen bekommen, was bedeutet, dass das „zugrunde liegende Merkmal in aufsteigender Schwierigkeit [erfasst wird]“ (Mittag und Raspe (2003): 171). Das war in 98 % der Fälle tatsächlich gegeben. Allerdings ist anzumerken, dass dieser Konzeptionsaspekt der Originalskala in der GSA - Online Studie nicht erhalten wurde. Durch die abweichende Anordnung im Fragebogen und die Verbindung mit einer anderen Skala verlieren die einzelnen Items des SPE sowohl visuell als auch thematisch ihre Verknüpfung. Somit ist folgende Zielsetzung von Mittag und Raspe (2003: 170) nicht übertragbar: „[Die] drei Items wurden so konzipiert, dass sie eine Gefährdung der Erwerbstätigkeit und damit die subjektive Prognose der Erwerbstätigkeit mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad abbilden. Das letzte Item [...] stellt eher eine Zuspitzung der beiden übrigen Items dar.“

Schließlich halten Mittag et al. (2006: 301) bezüglich eines Grenzwerts (in Richtung eines Cut - offs) für die Rentenantragstellung fest, „dass ab einem SPE - Wert von '2' zumindest von einer verdoppelten Wahrscheinlichkeit für das jeweilige Ereignis ausgegangen werden kann." Aufgrund der Konzentration auf das Rentenverhalten durch die Maße des SIBAR und SPE ist von ähnlichen zugrunde liegenden Konzepten auszugehen, auch wenn der SPE stärker auf die Erwerbstätigkeit als auf die Frühberentung ausgerichtet ist. Folglich sollen hier ähnliche Annahmen zu kognitiven Veränderungen, die sich in diesem Maß zeigen könnten, gemacht werden. Auch Bürger und Deck (2009: 218) beziehen den SPE zum Abgleich der Vorhersagbarkeit mit dem SIBAR ein und berichten signifikante Korrelationen zwischen den Skalen, auch wenn dort ebenfalls auf eine bessere Prädiktivität von Frühberentungsanträgen durch letzteres Maß hingewiesen wird. Für die vorliegende Untersuchung sollen entsprechend der thematischen Nähe und der Fragebogenkonzeption in der GSA - Online Studie, die eine stärkere Verschränkung der beiden Maße vorgibt, teils Daten beider Maße einbezogen werden.[13]

3. Herleitung konkreter Fragestellungen zur KMG - Studie

Die GSA - Online Studie bietet für die linguistische KMG - Untersuchung a) eine Stichprobe stressbedingt psychisch belasteter Patienten, b) schriftliche Sprachproben dieser Personen über einen dreimonatigen Zeitraum hinweg und c) Daten aus drei verschiedenen psychologischen Zielkriterien, die eine Einordnung des Therapieerfolgs zulassen. Auf Basis dessen sollen durch ein hoch exploratives Vorgehen einige Fragestellungen zum Zusammenhang zwischen einer linguistischen Untersuchung der Blogtexte einerseits und mentalen, therapiebedingten Veränderungen andererseits auf zwei Ebenen verfolgt werden. Diese sind im vorliegenden Abschnitt zunächst noch einmal zu präzisieren vor der Präsentation der Methodik der KMG - Studie.

Erstens wird eine Analyse, die **longitudinale Veränderungen in der sprachlichen Komplexität** mit Ausprägungen der mentalen Gesundheit über den Nachsorgezeitraum hinweg in Verbindung bringt, angestrebt. Eine Erörterung folgender Fragen soll in diesem Kontext erfolgen:

1. Können über einen vergleichsweise kurzen Zeitraum von drei Monaten hinweg

[13] Bei der Modellierung auf Populationsebene zur Prädiktion des Therapieerfolgs aus den longitudinalen Komplexitätsveränderungen wird der SPE aufgrund der hohen Korrelation mit dem SIBAR aus der statistischen Analyse letztlich herausgenommen (siehe Abschnitt 5.2.2).

variierende Muster sprachlicher Komplexitätsveränderungen aus den Blogtexten der Patienten abgeleitet werden?

2. Gibt es auf Populationsebene ein Potenzial zur Vorhersage des Therapieerfolgs bzw. von Veränderungen in der mentalen Gesundheit, abgleitet aus den psychologischen Zielgrößen, über die longitudinalen Komplexitätsverläufe in den verschiedenen linguistischen Maßen?
3. Unterscheiden sich die linguistischen Maße, die unterschiedliche Aspekte sprachlicher Komplexität wie Länge, syntaktische Struktur und semantische Dichte fokussiert bewerten, in möglichen Effekten?

Zweitens soll eine Untersuchung hinsichtlich **individueller Einflussfaktoren und Unterschiede** erfolgen. Auf Basis der im theoretischen Teil präsentierten Erkenntnisse zu den unterschiedlichen Komplexitätsmaßen und vor allem der Ideendichte wird der Fokus auf einige interessante Faktoren, die letztendlich in den Daten der GSA - Online Studie überhaupt verfügbar bzw. daraus ableitbar sein mussten, gerichtet. Sie umfassen sowohl personenbezogene Merkmale der Patienten als auch unterschiedliche Aspekte, die das verwendete Material und den Ablauf bzw. die individuelle Ausführung der Therapie betreffen.

4. Welchen Einfluss hat der Faktor der Länge eines Blogtextes auf die sprachliche Komplexität?
5. Gibt es Unterschiede in Bezug zur Anzahl der Blogtexte, die ein Patient tatsächlich verfasst hat im Verlauf des Nachsorgezeitraums?
6. Lassen sich auf Populationsebene Effekte der patientenbezogenen Merkmale Alter und Geschlecht auf die longitudinalen Komplexitätsentwicklungen beobachten?
7. Unterscheiden sich die Ergebnisse in Bezug zu den Grunderkrankungen der Patienten bzw. dem Indikationsbereich, dem sie zuzuordnen sind?
8. Wie wirkt sich der Ausgangswert der Komplexität, der aus dem ersten Blogtext eines Patienten hervorgeht, auf dessen weitere Entwicklung der mentalen Gesundheit über den Nachsorgezeitraum hinweg, d. h. dessen Therapieerfolg aus?

Eine Erörterung dieser Punkte auf den beiden Ebenen der Untersuchung soll letztendlich Rückschlüsse in Bezug auf die unten stehenden übergeordneten Punkte i. - iv. zur Verarbeitung sprachlicher Komplexität ermöglichen. Welche Fragen am ehesten auf Informationen zu diesen Hauptaspekten ausgerichtet sind, ist jeweils in Klammern dahinter angegeben:

i. Können die Erkenntnisse aus der Nonnenstudie zum Zusammenhang zwischen sprachlicher Komplexität und Demenz/ Alzheimer auch auf durch Stress verursachte und eine Therapie beeinflusste kognitive Veränderungen erweitert werden? $(1, 2, 8)$

ii. Hat die longitudinale Entwicklung und/ oder individuelle Ebene der sprachlichen Komplexität im ersten Blog prädiktives Potenzial zur Vorhersage der Entwicklung der mentalen Gesundheit bzw. des Therapieerfolgs über den Therapiezeitraum hinweg? $(2, 8)$

iii. Haben sprachliche Komplexitätsmaße, angewendet auf von Patienten im Rahmen einer Psychotherapie verfasste Texte, ein Potenzial als objektive Maße im Sinne einer Ergänzung zu subjektiven Einschätzungen? $(1, 2, 3, 7)$

iv. Welche Bedeutung haben die unterschiedlichen personenbezogenen und anderen individuellen Faktoren in der Untersuchung? $(4, 5, 6, 7)$

Ganz allgemein lässt sich natürlich auch die Anwendbarkeit der Instrumente zur Bestimmung sprachlicher Komplexitätsunterschiede in einem solchen Kontext und auf das zur Verfügung gestellte Blogtext - Material überprüfen, was weitere Einsatzmöglichkeiten der psycholinguistisch fundierten Satz- bzw. Textebenenmaße aufdecken könnte. Als Einschränkung der Studie ist allerdings festzuhalten, dass eine direkte Beantwortung der Frage, worauf potenzielle Zusammenhänge zwischen sprachlichen Komplexitäts- und mentalen Veränderungen genau beruhen würden, aufgrund der Konzeption der Studie nicht möglich ist. Dennoch ist im vorliegenden Empirieteil I auf das Ziel hinzuarbeiten, dass weitere Erkenntnisse zu diesem Verhältnis festgehalten werden können.

4. Methode

In den folgenden vier Abschnitten sollen die Grundlagen der KMG - Studie präzisiert werden. Der **Abschnitt 4.1** begründet die Grundlagen der Stichprobenziehung aus der GSA - Online Studie und stellt personenbezogene Merkmale und einige weitere Daten zu den untersuchten Patienten vor. Z. B. wurden die psychologischen Outcome - Maße zur Einordnung kognitiver Veränderungen bzw. des Therapieerfolgs bereits unter der Vorstellung der GSA - Online Studie behandelt, weshalb hier nur noch auf die von den Patienten der vorliegenden Stichprobe erreichten Werte eingegangen werden muss. In **Abschnitt 4.2** wird das Material, das einer Komplexitätsanalyse unterzogen wurde, vorgestellt. Da es sich bei den Sprachproben

der Patienten aus dem Nachsorgeprogramm um Blogtexte handelt, sollen die Besonderheiten der „Sprache des Internets“ in einem Exkurs kurz genauer betrachtet werden. Vor der Beschäftigung mit den sprachlichen Besonderheiten der Kommunikationsform „Blog“ findet außerdem die Art der Intervention Berücksichtigung. Der **Abschnitt 4.3** geht auf die einzelnen ausgewählten Maße zur Analyse verschiedener Aspekte sprachlicher Komplexität ein mit einem Fokus auf der spezifischen Anwendung in der vorliegenden Untersuchung.[14] Im letzten **Abschnitt 4.4** soll schließlich die Vorgehensweise zur Datenauswertung berichtet werden, unterteilt nach Analysen der longitudinalen Komplexitätsverläufe (auf Populationsebene) einerseits und der individuellen, initialen Komplexitätslevel (über einfache Korrelationsanalysen) andererseits, beides als potenzielle Prädiktoren des Therapieerfolgs.

4.1. Patienten

Aus der GSA - Online Studie wurde eine **Stichprobe** von 70 Patienten unter Berücksichtigung einiger Kriterien gezogen. Eine Voraussetzung für die Einbeziehung in die KMG - Untersuchung war, dass mindestens 7 Blogtexte von einem Teilnehmer verfasst wurden und für eine Analyse zur Verfügung standen. Zu den Sprachkenntnissen der Patienten gibt es keine weiteren Informationen außer der sehr allgemeinen Teilnahmebedingung, dass sie Deutsch sprechen mussten. Die Altersspanne liegt zwischen 25 - 59 Jahren mit einem mittleren Alter von 47,9 Jahren (SD = 7,6), was dem in Becker et al. (2015: 43) angegebenen mittleren Alter der Gesamtstichprobe von 48,7 Jahren fast entspricht. Das ist zudem ein Altersbereich, der bei einigen der oben vorgestellten Studien zu sprachlicher Komplexität explizit nicht einbezogen wurde, jedoch gerade, was die Konzentration auf stressbedingte kognitive Veränderungen durch den Wiedereinstieg ins Berufsleben angeht, von besonderem Interesse sein sollte. Die Stichprobe gliedert sich darüber hinaus in 30 männliche und 40 weibliche Teilnehmer auf, die noch einmal in Gruppen einteilbar sind entsprechend ihrer Primärerkrankung, wegen der sie in der Rehabilitation behandelt wurden. Aufgrund des Fokus auf psychische Veränderungen in den oben konkretisierten Fragestellungen wurden in den Datenauswertungen teilweise die Patienten mit einer kardiologischen (n = 25) oder orthopädischen (n = 15) Beeinträchtigung einem Bereich „nicht - Psychosomatik“ (23 weibliche Patientinnen) zugeordnet und den 30 Patienten (davon 17 weibliche) mit psychosomatischen Beschwerden gegenübergestellt.

[14] Für weitere Hintergründe auch zur Entwicklung der Maße sei an dieser Stelle noch einmal auf die jeweiligen Abschnitte des Kapitels 2.2.2 verwiesen.

Vor dem Hintergrund der Nutzung des Mediums Internet für die Schreibintervention und die grundsätzliche Ausrichtung des Nachsorgeprogramms auf die online-Therapie, sind außerdem Informationen zum **Internetnutzungsverhalten** der Patienten einzubeziehen. Dazu liegen Daten zum Zeitpunkt T0 (Beginn der Rehabilitation) vor, die im Mittel eine durchschnittliche Nutzung des Internets von 1,3 Stunden (SD = 1,2) pro Wochentag für die gesamte Stichprobe ergeben, wobei sich bis auf einen Wert alle Angaben in einem Bereich von 0-4 Stunden bewegen. Um diesen Durchschnittswert einordnen zu können, bietet sich ein Vergleich zum online-Verhalten in Deutschland an. Da Becker et al. (2015: 24) den geplanten Beginn ihrer Patientenrekrutierung für April 2011 angeben, können Daten der „ARD/ZDF-Onlinestudie" für das Jahr 2011 herangezogen werden. Van Eimeren und Frees (2011: 347) geben darin für eine Stichprobe von ca. 1300 Nutzern ab 14 Jahren eine „durchschnittliche Verweildauer bei der Onlinenutzung" von 137 Minuten pro Tag an. Insofern liegt der Mittelwert der hier untersuchten Stichprobe mit einem etwas anderen Altersprofil ca. 1 Stunde unter diesem Vergleichswert.

Die folgende Tabelle III.1 fasst einige **weitere Daten** zur Patientenstichprobe der KMG-Studie insgesamt und zu zwei Gruppenvergleichen zusammen:

	gesamt (n = 70) M (SD)	**PS** (n = 30) M (SD)	**nicht-PS** (n = 40) M (SD)	**weiblich** (n = 40) M (SD)	**männlich** (n = 30) M (SD)
Alter	47,9 (7,6)	45,6 (9,0)	49,7 (5,9)	47,9 (7,9)	48,0 (7,4)
Internet (h/Tag)	1,3 (1,2)	1,6 (1,6)	1,1 (0,8)	1,3 (1,3)	1,3 (1,0)
SIBAR-T1	3,7 (2,7) (n = 69)	4,2 (2,0) * (n = 29)	3,3 (3,1)	3,5 (2,8)	3,9 (2,6) (n = 29)
SIBAR-T2	3,4 (3,5) (n = 67)	3,5 (2,8) (n = 29)	3,3 (4,1) (n = 38)	3,2 (4,1) (n = 39)	3,6 (2,5) (n = 28)
SPE-T1	0,8 (0,9) (n = 69)	0,8 (0,9) (n = 29)	0,7 (1,0)	0,7 (0,9)	0,9 (1,0) (n = 29)
SPE-T2	1,0 (1,0) (n = 69)	1,0 (1,1) (n = 29)	0,9 (1,1) (n = 39)	0,8 (1,0) (n = 39)	1,2 (1,0) (n = 29)
PHQ-9-T1	9,1 (5,9) (n = 69)	10,6 (5,8) * (n = 29)	8,0 (5,8)	10,2 (6,5)	7,5 (4,6) (n = 29)
PHQ-9-T2	7,5 (4,6) (n = 66)	7,9 (3,9) (n = 29)	7,1 (5,1) (n = 37)	7,7 (4,8) (n = 39)	7,1 (4,3) (n = 27)

Tab. III.1.: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die Faktoren Alter, Internetnutzung und die psychologischen Testwerte der KMG-Stichprobe im SIBAR, SPE und PHQ-9. Zeitpunkte: T1, T2. Gruppenvergleiche: Patienten der Psychosomatik (PS) vs. nicht-PS, weiblich vs. männlich (Ergebnisse der Kruskal-Wallis-Tests nur bei Signifikanz markiert, * $p < .05$). Bei fehlenden Werten für einzelne Patienten ist die reduzierte Anzahl jeweils angegeben.

Die Daten zur Altersstruktur, dem Internetnutzungsverhalten und den Testergebnissen der psychologischen Zielkriterien SIBAR, SPE und PHQ - 9 deuten auf keine auffallenden und der Untersuchung zugrunde liegenden Unterschiede zwischen der Gesamtstichprobe sowie den Gruppierungen nach Indikationsbereich oder Geschlecht hin. Die aufgrund nicht normalverteilter Daten durchgeführten nicht - parametrischen Kruskal - Wallis - Tests (ohne Korrektur für multiples Testen) deuten an, dass alleine die bei den Psychosomatikpatienten im Mittel höheren Werte sowohl im SIBAR als auch im PHQ - 9 signifikant von den Werten der nicht - Psychosomatikpatienten zum Zeitpunkt T1 abweichen. Zum Ende des Nachsorgezeitraums, d. h. zum Zeitpunkt T2, gleicht sich das wieder aus.

Bei einer Betrachtung der oben genannten „Cut - offs“ für den SIBAR und SPE (siehe Tabelle III.2) wird, ähnlich wie oben für die GSA - Online Studie festgehalten, die geringe Belastung der hier untersuchten Stichprobe von Patienten deutlich.

	gesamt (n=70)	**PS** (n=30)	**nicht - PS** (n=40)	**weiblich** (n=40)	**männlich** (n=30)
SIBAR - T1 $\geq$ 8	6 (8,7 %)	2 (2,9 %)	4 (5,8 %)	3 (4,35 %)	3 (4,35 %)
SIBAR - T2 $\geq$ 8	7 (10,45 %)	2 (2,99 %)	5 (7,46 %)	5 (7,46 %)	2 (2,99 %)
SPE - T1 $\geq$ 2	18 (26,09 %)	8 (11,59 %)	10 (14,49 %)	8 (11,59 %)	10 (14,49 %)
SPE - T2 $\geq$ 2	19 (27,54 %)	9 (13,04 %)	10 (14,49 %)	8 (11,59 %)	11 (15,94 %)

Tab. III.2.: Anzahl (Anteil) der Patienten aus der KMG - Studie über oder gleich dem „Cut - off“ von 8 im SIBAR und von 2 im SPE zu den Zeitpunkten T1 und T2.

Die **Zufriedenheit** der Patienten hinsichtlich der Schreibintervention kann auf Basis von Daten, die zusätzlich von den Psychologen zur Verfügung gestellt wurden und Antworten auf die beiden folgenden allgemeinen Fragen bieten, interpretiert werden:

1. Wie hilfreich war das Blogschreiben?
2. Wie gut haben Sie sich vom Online - Therapeuten verstanden gefühlt?

Mittels einer fünfstufigen Likert - Skala von „gar nicht“, „kaum“ über „etwas“ zu „ziemlich“, „sehr“ konnten die Patienten ihre Einschätzung abgeben. Von den 67 Patienten der KMG - Studie, für die Ergebnisse zu diesen Testfragen vorliegen, gaben 73 % an das Schreiben des Blogs als „ziemlich“ oder „sehr hilfreich“ empfunden zu haben und sogar 84 % fühlten sich „ziemlich“ oder „sehr verstanden“ vom Therapeuten. Das deutet einerseits auf eine deutliche Akzeptanz der Schreibintervention und andererseits eine gute therapeutische Allianz aus Sicht der Patienten hin.

Beides spricht für eine hohe Zufriedenheit der untersuchten Patientenstichprobe mit dem Nachsorgeangebot, was als wichtige Grundlage für die angestrebte Untersuchung kognitiver Veränderungen durch die Intervention anzuführen ist. Becker et al. (2015: 13) halten in ihrem Abschlussbericht ebenfalls fest, dass „etwa die Hälfte der Interventionsgruppenpatienten mit der Intervention zufrieden“ waren. Zu Abbrüchen in der untersuchten KMG - Stichprobe liegen keine direkten Daten vor. In Abschnitt 4.2 sind jedoch zumindest Hinweise darauf zu finden, da erhoben werden kann, wie häufig der letzte „Ausblick“ - Blog eines Patienten vorliegt. In der Gesamtstichprobe der GSA - Online Studie sind nach Becker et al. (2015: 48) keine Unterschiede zwischen Abbrechern und durchgängig Teilnehmenden in ihren SIBAR - und PHQ - 9 - Werten festzustellen.

Abschließend zu diesem Kapitel sind noch einige Punkte zur Datensicherheit zu beachten. Zwerenz et al. (2013: 3) geben dazu an:

> Data security is guaranteed by secure sockets layer - coded internet connections as used in bank transfers and a firewall - protected webserver [...]. All patients are instructed to use pseudonyms to login and for all actions on the internet platform so that no personal data is stored on the webserver; therefore, identification of the user is not possible.

Außerdem wurden den Patienten sowohl die Untersuchungsziele als auch -abläufe des Nachsorgeprogramms, deren Kenntnisnahme unterschrieben werden musste, im Vorhinein erläutert (Zwerenz et al. (2013): 5; Becker et al. (2015): 36). Für die KMG - Studie erfolgte von Seiten der Psychologen eine Übermittlung der durch Codes vollständig anonymisierten Daten und Blogtexte, sodass keinerlei Rückverfolgung auf die hinter den Nummern stehenden Personen möglich war bzw. ist.

4.2. Material

Das Material der KMG - Studie setzt sich aus den Blogs der Online - Schreibintervention zusammen. Wie in Abbildung III.1 oben gezeigt, besteht die Interaktion zwischen Therapeut und Patient aus drei Beiträgen, die wöchentlich geschrieben und zur Einsicht von beiden Seiten verfügbar gemacht werden sollen. Die Analyse wird sich jedoch ausschließlich auf die Auswertung des Patiententextes stützen, um bei ihnen Veränderungen während des Nachsorgezeitraums nachzuverfolgen. Aufgrund der besonderen Form der „computervermittelten Kommunikation“ (Bauer und Kordy (2008): 4) über die Online - Plattform ist besonders auf Unterschiede zur klassischen Face - to - Face Kontaktsituation zu achten.

Zwei wichtige Empfehlungen von Seiten der Psychologen zum **Verfassen der Blogtexte** sind außerdem bei der linguistischen Analyse einzubeziehen: Zum einen wurde die Zeit zum Schreiben durch eine automatisierte Messung zwar signalisiert, das Schreiben sollte daraufhin jedoch nur zu einem Ende geführt werden. Die zeitliche Begrenzung stellt also keine definitive Größe dar. Die Länge der Blogtexte kann deshalb stark von Patient zu Patient und zwischen den Texten eines Patienten variieren. Aufgrund der Beobachtung, dass der Faktor Textlänge z. B. für das Maß der ID eine besonders wichtige Rolle spielt, soll der nächste Abschnitt diese Eigenschaft der untersuchten Sprachproben genauer beleuchten.

Zum anderen wurden die Teilnehmer in der Online - Anleitung der Schreibintervention gebeten nicht auf „Rechtschreibung, Satzstellung oder Grammatik“ zu achten und den Schreibfluss aufrecht zu erhalten. Entsprechend ist zu erwarten, dass die Texte zumindest größtenteils ohne Korrektur und eher spontan geschrieben wurden. Das könnte wiederum die Eigenschaft von schriftlicher Internetkommunikation, dass sie konzeptionell in den Bereich der Mündlichkeit eindringt und einige dem zuzuordnende Besonderheiten aufweist (vgl. Runkehl et al. (1998): Kapitel 2; Storrer (2009): 2218f., (2013): 333), zusätzlich verstärken. Deshalb soll in Abschnitt 4.2.2 neben der Beschäftigung mit der Kommunikationsform „Blog“ ein Fokus auf diese Merkmale oder Besonderheiten gerichtet werden. Zudem sind die Texte durch ihre möglicherweise erhöhte Natürlichkeit und ökologische Validität für eine linguistische Untersuchung besonders interessant. Im Gegensatz zu einer normalen Face - to - Face Situation fallen allerdings auch bspw. einige nonverbale Informationen wie Mimik und Gestik weg (Barak und Grohol (2011): 161). Die „Sprache des Internets“ bietet zwar zunehmend weitere Mittel, z. B. den Rückgriff auf Emotikons (siehe nächster Abschnitt), um prosodische oder pragmatische Informationen zu transportieren, allerdings ist zu überprüfen, inwieweit das in den Blogs der Patienten, die auf die psychotherapeutische Nachsorge ausgerichtet sind, tatsächlich genutzt wurde. Für die Auswertung der vorliegenden Blogtexte hätte eine geringe Nutzung solcher Elemente den Vorteil, dass eine Anwendung der Komplexitätsmaße, die eine Einbeziehung dieser sprachlichen Ebenen nicht vorsehen, vorgenommen werden kann, ohne einen diesbezüglichen starken Informationsverlust hinzunehmen.

Ein weiterer relevanter Faktor, der oben bereits angesprochen wurde und hier Beachtung finden sollte, sind Hinweise auf die individuelle **Ausführung der Online - Therapie** durch die Patienten, d. h., wie viele Texte wurden von den 12 möglichen tatsächlich verfasst und erfolgte z. B. ein Abschluss mit dem letzten „Ausblick“ -

Blog? Becker et al. (2015: 46) merken zur Relevanz des Abbruch - Faktors in ihrem Abschlussbericht an: „Durch diese Drop - Outs besteht die Gefahr der positiven Verzerrung der Stichprobe, da die Vermutung besteht, dass nur bestimmte Personen, die bspw. stärker belastet sind, die Teilnahme an der Studie abbrechen.“ Das wäre dann bei der Ergebnisauswertung letztendlich zu beachten.

Auch zur Dokumentation und Analyse der Blogtexte liegt nach Zwerenz et al. (2013: 3) von Seiten der Patienten eine Erlaubnis vor: „With the participants' consent, all blog contacts between therapist and patient are fully documented in the database, allowing subsequent comparisons and analyses concerning the contents.“

4.2.1. Blogtexte

Hinsichtlich des Umfangs der analysierbaren Sprachproben sind einige Punkte festzuhalten. *Erstens* haben nicht alle Patienten tatsächlich die 12 möglichen Blogtexte verfasst. Die Grenze der **Anzahl eingetragener Blogs** für die Stichprobenziehung wurde, wie oben erwähnt, auf 7 festgelegt. Allerdings fielen bei 18 der 70 ausgewählten Patienten im Nachhinein noch einmal zusammen 25 Texte aus der Analyse heraus und 4 waren ohne Inhalt (leer) verzeichnet. Die Entscheidung, manche Blogtexte auszuschließen, begründet sich auf der Überlegung, dass eine wöchentliche Sprachprobe mit nur einer geringen Anzahl an Äußerungen (bis zu 5) und zusätzlich keiner inhaltlichen Auseinandersetzung im Sinne der Therapie (u. a. Entschuldigungen für das nicht - Verfassen eines Blogs, Verwunderung über die nochmalige Zuweisung desselben Themas wie in der vorangegangenen Woche, Krankmeldung, Beschreibung technischer Probleme) keinen verlässlichen Komplexitätswert erbringt, da entweder über Äußerungen gemittelt wird oder bei der ID erst bei einer größeren Anzahl an Äußerungen oder Wörtern (siehe Abschnitt 2.2.2.3) ein konstanter Wert erreicht werden kann. Deshalb sind auch zwei Patienten mit nur 6 Texten in der untersuchten Stichprobe zu finden. Die Verteilung der Anzahl an Blogtexten ist aus der Abbildung III.2 abzulesen. 87 % der Patienten haben mindestens 2/3 der Texte verfasst, wobei von ca. 31 % sogar 11 oder 12 Blogs für die Analyse zur Verfügung stehen. Darauf aufbauend lässt sich eine Ableitung der sprachlichen Komplexitätsentwicklung der Patienten über den dreimonatigen Nachsorgezeitraum folglich gut durchführen. Interessant unter Berücksichtigung der Anmerkung von Becker zu den „Drop - Outs“[15] ist außerdem die Frage, wie häufig Patienten den letzten Blog mit

[15] Diese Daten standen für die vorliegende Untersuchung nicht zur Verfügung. Dennoch lässt sich aus dem Vorhandensein des letzten „Ausblick“ - Blogs zumindest die Information ableiten, ob die

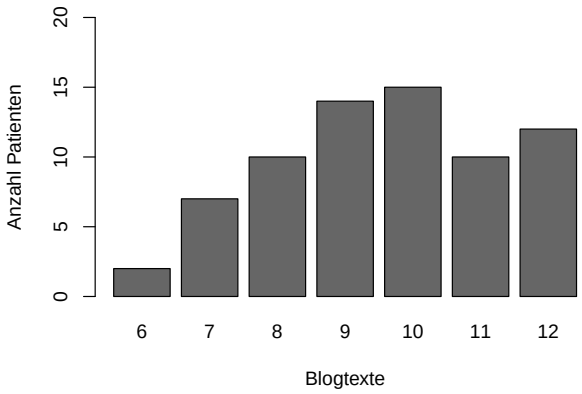


Abb. III.2.: Anzahl an Patienten nach verfassten Blogtexten.

dem Thema „Ausblick“ nicht mehr geschrieben haben. Von ca. 71 % der Stichprobe ist der „Ausblick“ - Blog vorhanden, was zusammen mit der Anzahl vorhandener Texte den Eindruck bestätigt, dass ein Großteil der Patienten das Nachsorgeprogramm auf die intendierte Art und Weise zu Ende gebracht und nur ab und zu einen Blog verpasst hat. Allerdings unterscheidet sich das etwas für die beiden Indikationsgruppen, da bei den Psychosomatikpatienten sogar über 83 % den letzten Blog verfasst haben, während das nur bei 62 % der nicht - Psychosomatikpatienten der Fall war.

Aufschluss darüber, ob die Anzahl der von einem Patienten verfassten Blogtexte mit ihrer **Zufriedenheit** hinsichtlich der Schreibintervention zusammenhängt, können die zur Verfügung gestellten Likert - skalierten Antworten auf die Frage „Wie hilfreich war das Blog - Schreiben?“ geben. Die Ergebnisse für die einzelnen Kategorien von „gar nicht hilfreich“ bis „sehr hilfreich“ sind in der Abbildung III.3, aufgegliedert nach der von einem Patienten vorhandenen Anzahl an Blogs, abgetragen. Daraus wird ersichtlich, dass nur vereinzelt Patienten, verteilt über die Textmengen hinweg, die Schreibintervention als „gar nicht“ oder „kaum“ hilfreich empfanden. Ab 8 Blogs nimmt die Kategorie mit der höchsten Bewertung „sehr hilfreich“ bis zur Gruppe mit 11 Texten kontinuierlich zu, während die zweitbeste Antwortkategorie „ziemlich hilfreich“ von der Gruppe mit 7 Blogs zu der mit 10 Blogs durchgängig ansteigt. Zusammen mit der Tatsache, dass nur drei Personen mit 11 oder 12 Texten das Schreiben nicht „ziemlich“ oder „sehr hilfreich“ einschätzten, kann geschlussfolgert werden, dass die Einhaltung der wöchentlichen

Therapie bis zum Ende geschrieben wurde. Die Hintergründe, warum ein letzter Blog in manchen Fällen fehlt, können natürlich nicht erschlossen werden.

Blogtexte durchaus mit der Zufriedenheit der Patienten mit der Schreibintervention zusammenzuhängen scheint.

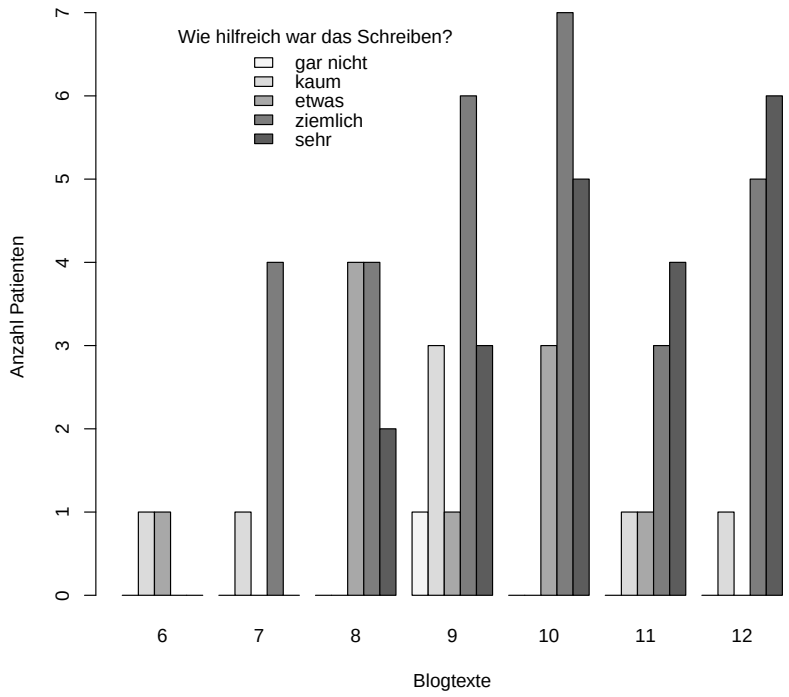


Abb. III.3.: Anzahl an Patienten nach verfassten Blogtexten und nach Einschätzung der Frage „Wie hilfreich war das Schreiben für Sie?“ in die Kategorien „gar nicht“, „kaum“, „etwas“, „ziemlich“ oder „sehr“ hilfreich.

Neben der Anzahl verfasster Texte ist für die linguistische Komplexitätsanalyse die **Länge der Blogs** von besonderem Interesse. Die Satzanzahl aller Blogs der untersuchten Stichprobe reicht von 3 bis 89 Sätzen (M = 20,78; SD = 13,37). Die über alle Blogs eines Patienten gemittelte Satzanzahl liegt zwischen 6,71 bis 51,91 (M = 20,77; SD = 10,55) und wie das Histogramm in Abbildung III.4 zeigt, bewegen sich die meisten Patienten zwischen 10 - 20 Sätzen gemittelt pro Blog. Vergleicht man das mit der Nonnenstudie, die für ihre Analyse die letzten 10 Sätze einer Autobiografie auswählten (siehe Abschnitt 2.3), bewegen sich über 83 % der insgesamt 673 analysierten Blogs in einem angemessenen Bereich für eine Komplexitätsanalyse. Bezieht man zudem die von Ferguson et al. (2014) und Spencer et al. (2015) (siehe Abschnitt 2.2.2.3) empfohlene Grenze von 60 Wörtern, ab der das ID - Maß für ihre Stichprobe Stabilität zeigt, ein, kann festgehalten werden, dass bis auf 7 Texte wiederum alle diese Mindestlänge erreichen.

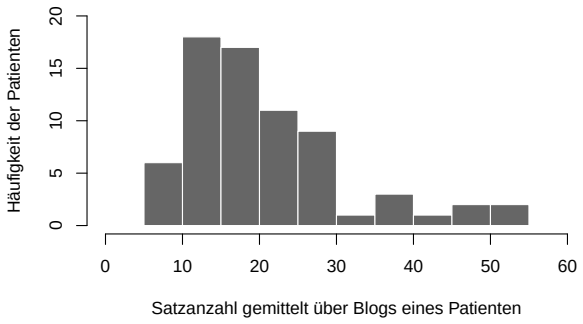


Abb. III.4.: Häufigkeit (Anzahl) der Patienten nach Satzanzahl, gemittelt über alle Blogtexte eines Patienten.

Die Anzahl der Wörter pro Blog liegt im Mittel bei 333 Wörtern (Spanne = 34 - 1264; SD = 204,77), was zudem fast genau der von Kemper (1987: 324) angegebenen mittleren Länge der von ihnen zur Analyse einbezogenen zwei längsten Tagebucheinträge von 372 Wörtern entspricht. Spencer et al. (2012) schlossen in ihre Analyse von schriftlichen Sprachproben darüber hinaus nur Texte über 35 Wörtern Länge ein; ein Text der vorliegenden Stichprobe liegt ein Wort unter dieser Grenze. Alle diese Daten zeigen eindrücklich, dass die untersuchten Blogtexte zu einem Großteil eine angemessene Länge (in Sätzen und Wörtern) haben.

Zuletzt soll noch auf den **Stil bzw. besondere Merkmale der Blogtexte** eingegangen werden. Diese sind zwar den neuen medialen Kommunikationsformen zuzuordnen, die Frage ist jedoch, wie sich das in den Therapie - ausgerichteten Texten, die durch eine Schreibanregung von Seiten der Therapeuten zusätzlich gesteuert sind, äußert. Eine Einordnung soll dann im nächsten Abschnitt, der einen Exkurs zu den Besonderheiten der „Sprache des Internets“ bietet, erfolgen. Die Verwendung folgender oberflächlicher, vor allem grapho - stilistischer Auffälligkeiten wurde vereinzelt festgestellt: Emotikons (Smileys)[16], häufiges Auftreten von Auslassungs-

[16]Emotikon kann als Überbegriff für Zeichen beschrieben werden, die nach Dresner und Herring (2010: 249) in der Computer - vermittelten Kommunikation auftreten: „The term ‘emoticons’ – a blend of ‘emotion’ and ‘icons’ – refers to graphic signs, such as the smiley face, that often accompany textual computer - mediated communication (CMC).“ Smileys, die als Emotikon klassifiziert werden, haben nach Runkehl et al. (1998: 99) allgemein die Funktion Merkmale aus der Face - to - Face Kommunikation in den schriftlichen Diskurs über neue Medien zumindest in Ansätzen zu übertragen: „Der Gebrauch der Smileys kann aufgrund seiner kommunikativen Funktionen als eine Kompensationsstrategie für den Gebrauch verbaler und non - verbaler Merkmale in der

punkten (...) und/oder mehr als drei Punkte (z. B. *In diesemFall kam ich mir vor wie ein Pokerspieler, der sein eigenes Blatt nicht kennt....* (P 1-202)[17]), ganze Wörter in Majuskeln (z. B. *Was Gut für den Anderen ist, muss dieser auch als Gut empfinden und NICHT ich.* (P 1-155)), Iterationen von Ausrufe-/Fragezeichen (z. B. *Dann denke ich wieder, ist dies nicht nur ein wegrennen???* (P 1-155)). Nach Runkehl et al. (1998: 99) wird letzteres und die Wiederholung von Zeichen im Allgemeinen am wahrscheinlichsten gesetzt „für Dehnungen und Intonationskonturen, meist um Emphase zu markieren".

54 % der Patienten zeigten keine dieser Stilmerkmale und auch beim Rest treten sie nur in geringem Ausmaß auf. Am häufigsten ist die Verwendung der sogenannten „Brülltaste", d. h. der Einsatz von Majuskeln mit dem Zweck, ein Wort zu betonen bzw. zu „schreien" oder „den sprechsprachlichen Parameter >Lautstärke<" (Runkehl et al. (1998): 99) zu markieren, bei 17 Patienten zu finden. Allerdings ist nicht klar, wie am Beispiel eines Satzes von P 1-090 *Ehrlich gesagt, graust mir vor mAI; WENN ICH WIEDER ARBAEITEN muss!!* deutlich wird, ob die Brülltaste tatsächlich strategisch und in dieser Funktion eingesetzt wurde. Bei 14 Patienten sind die Emotikons :-), :-(, :-((und ;-) zu finden, allerdings in seltener Verwendung und am häufigsten der erste, lachende Smiley. Außerdem wurde für die gesamte Stichprobe erhoben, ob Begrüßungen wie in einem Brief oder einer E-Mail (z. B. *Liebes Team*, *Sehr geehrte Damen u. Herren/ Sehr geehrter Online-Therapeut*, *Guten Abend*, *Hallo*) und/oder Verabschiedungen (z. B. *Mit freundlichen Grüßen*, *Liebe Grüße/ Lg*, *Gruß*, *Ihre...*), die auf eine dialogische Ausrichtung der Blogs hindeuten könnten, zu finden sind. Bei ca. 50 % wird meist oder immer eine Begrüßungs- und/oder Verabschiedungsformel zu Beginn aller Blogs gesetzt und bei ca. 15 % manchmal; 35 % der Patienten verwenden beides überhaupt oder fast nicht. Viele Blogs ähneln insofern E-Mails oder sogar Briefen, ein größerer Teil hingegen nicht, was auf eine diesbezügliche Heterogenität hindeutet. Zu einer kleinen Stichprobe von 26 der 70 Patienten wurde auch eine syntaktische Besonderheit der schriftlichen Blogbeiträge, das Auslassen von Pronomen der 1. Person Singular (a) und Plural (b), die im folgenden Beispiel (13) von P 3-254 sehr deutlich wird (eckige Klammern markieren die leeren Positionen), erhoben:

---

gesprochenen Sprache begriffen werden."

[17] Viele Beispiele in diesem Kapitel wurden aus den Originalblogs entnommen. Der Bezug zum jeweiligen Patienten wird über dessen anonymisierte GSA-Online Codierung in Klammern unter der Markierung „P" angegeben. Die erste Nummer gibt den Indikationsbereich der Patienten an: 1 = Psychosomatik, 3 = Kardiologie, 4 = Orthopädie. Die Ausschnitte werden ohne Korrekturen, so wie sie geschrieben wurden, wiedergegeben.

(13) (a) [ ] Habe nun meine erste Woche Wiedereingliederung hinter mir. [ ] War nach den 4 Std immer ganz schön kaputt und mußte mich immer erstmal hinlegen. [ ] Bin an einem Arbeitsplatz eingeteilt gewesen der ganz schön streßig ist und den ich auch noch nie gemacht habe.

(b) [ ] Haben seit einem dreiviertel Jahr einen neuen Chef der vom alten Chef eingearbeitet wird.

Da Pro - Drop im Deutschen eigentlich keine Option ist, wird dieser „Wegfall der Sprecher - Deixis“ unter dem Begriff „(Person-)Ellipse“ geführt und kann als auffälliges syntaktisches Reduktionsphänomen sowohl der Spontan- als auch der Internetsprache angesehen werden (vgl. Androutsopoulos und Schmidt (2002): 66; Zifonun et al. (1997): 414 - 417). Ähnlich wie bei den oben betrachteten Auffälligkeiten tritt auch dieses Merkmal jedoch nur sehr selten (bei 2 der 26 Patienten in größerem Ausmaß und bei 13 nur gelegentlich) oder gar nicht auf. Wie die Blogs auf Basis dieser Punkte einzuordnen sind, soll im nächsten Abschnitt abgeleitet werden.

4.2.2. Exkurs: Blogs und die „Sprache des Internets“

Oben wurde bereits gezeigt, dass die der KMG - Untersuchung zugrunde liegenden Blogtexte gewisse Besonderheiten aufweisen, die möglicherweise mit dem Umstand in Verbindung gebracht werden können, dass sie am Computer von den Patienten verfasst und über das Internet dem Therapeuten vermittelt wurden. Deshalb soll hier eine kurze Einordnung dieser sprachlichen Auffälligkeiten und der Textsorte „Blog“ erfolgen. Einige **Eigenschaften bzw. Vorteile** betreffen zuerst einmal nicht nur Blogs, sondern beziehen sich auf die durch das Internet zur Verfügung stehenden Kommunikationsformen im Allgemeinen: Sie bieten mehr Schnelligkeit, aber geringere Kosten und ermöglichen eine intensive Interaktivität sowie gute Erreichbarkeit zwischen Personen über Distanzen hinweg (vgl. Runkehl et al. (1998): 28; Dürscheid (2004): 150; Freyermuth (2006): 20; Storrer (2009): 2213).

Das Schreiben eines **Weblogs** oder kurz Blogs bezeichnen Schlobinski und Siever (2005a: 8) als „relativ junge[.] Online - Kommunikationsform“, was diese vor allem aus linguistischer Sicht interessant macht. Androutsopoulos und Schmidt (2002: 51) oder Dürscheid (2005: 14) betonen, dass sich die Definition als „Kommunikationsform“ auf das Medium zur Übermittlung bezieht, was bei den Blogs der Computer ist. Als „kommunikative Gattung“ im Sinne der Autoren ließe sich dann möglicherweise die spezielle Form des psychotherapeutischen Bloggens, wie sie im GSA - Online Programm praktiziert wurde, einordnen, wenn sich diese konventionalisieren würde. Verschiedene Aspekte, die die medialen oder technischen Grundvor-

aussetzungen und den Aufbau betreffen, können als primäre Merkmale von Blogs zuerst einmal festgehalten werden: „Ein Weblog oder Blog ist medial in erster Linie ein Textmedium und technisch eine dynamische Website, die automatisch und mehr oder weniger periodisch neue Einträge entlang einer Zeitachse enthält“ (Schlobinski und Siever (2005a): 9). Meist zeichnen sich Weblogs dadurch aus, dass die einzelnen Einträge in umgekehrter chronologischer Reihenfolge unter Angabe des Datums und Themas aufeinander folgen (vgl. Schönberger (2006): 234; Puschmann (2012): 4). Das ist in den untersuchten Blogs der Schreibintervention jedoch nur teilweise der Fall, da sie von oben nach unten mit der Zeit fortlaufend gelistet werden. Dennoch ist die Konzentration der Kommunikationsform auf die zeitliche Abfolge der Einträge von besonderem Vorteil, da sie bereits graphisch den Therapieverlauf für den Patienten veranschaulicht und ein nochmaliges Lesen ermöglicht. Aufgrund der Konzeption als eine Art „Tagebuch“, in dem vorrangig die Beschreibung von Emotionen oder persönlicher Erfahrungen im Mittelpunkt steht (vgl. Schlobinski und Siever, 2005a; Schönberger (2006): 234), bietet sich ein Blog für die online - Therapie außerdem an. Im Gegensatz z. B. zu Chats, die mit dem Attribut „synchron“[18] assoziiert werden (vgl. Runkehl et al. (1998): 72; Beißwenger (2003): 198; Storrer (2009): 2211, 2218), lassen sich Weblogs im Allgemeinen und die therapeutischen Blogs im Speziellen aufgrund ihrer zeitlich nicht unmittelbar angeschlossenen Kommentierung eindeutig als „asynchron“ bezeichnen ähnlich der Kommunikation über E - Mails (vgl. Runkehl et al. (1998): 29; Storrer (2009): 2211, 2218). Es vergeht also einige Zeit zwischen dem Verfassen eines Blogs und dessen Beantwortung, was die Texte sehr deutlich von einem natürlichen Face - to - Face - Gespräch, in dem unmittelbar reagiert und unter Umständen auch formuliert werden muss, unterscheidet. Im Vergleich zu online - Blogs, die häufig einer größeren Öffentlichkeit zugänglich sind und auch von mehreren Personen kommentiert werden können, handelt es sich bei der therapeutischen Schreibintervention allerdings um eine private Kommunikation zwischen nur zwei Personen (vgl. Androutsopoulos und Schmidt, 2002 zu einer ähnlichen Einordnung von SMS). Insofern ist zu erwarten, dass sich manche der Blogs an diesem Verhältnis orientieren.

Um die Kommunikationsformen des Internets und deren sprachliche Besonderheiten einordnen zu können, orientieren sich die meisten Autoren (z. B. Runkehl et al., 1998; Androutsopoulos und Schmidt, 2002; Schlobinski und Siever, 2005b; Storrer,

[18] Beißwenger (2003: 202) sieht bei Chats etwas abgeschwächt eine „annähernde Synchronizität“ (vgl. zu einer ähnlichen Einordnung Dürscheid (2004): 151), hebt jedoch zusätzlich deren „Diskursivität, d. h. ihre dialogische Konzeption“ hervor.

2009, 2013, 2014) an einem Modell von Koch und Oesterreicher (1994). **Mündlichkeit und Schriftlichkeit** können sich nach diesem Ansatz sowohl auf das Medium, durch das kommuniziert wird, als auch auf die Konzeption der Kommunikation beziehen. Hinsichtlich des Mediums ist nach Koch und Oesterreicher (1994: 587) eine Dichotomie zwischen einer graphischen und einer phonischen Realisierung anzunehmen, während die Konzeption als kontinuierlicher Begriff zu verstehen ist, der „den Duktus, die Modalität der Äußerungen sowie die verwendeten Varietäten" betrifft. Auf diese Weise wird ein „Schriftlichkeits - Pol" definiert und mit dem Begriff der „raumzeitlichen Distanz" und anderen Eigenschaften wie „emotionslos", „situations- und handlungsgebunden", „monologisch" etc. in Zusammenhang gebracht (Koch und Oesterreicher (1994): 588), im Gegensatz zum „Nähe - Pol" im Bereich der konzeptionellen Mündlichkeit, der „Emotionalität", „Dialogizität", „geringe Planung" etc. bedeuten soll (Koch und Oesterreicher (1994): 590).

Aus diesen Annahmen ergibt sich nach Storrer (2013: 331) unmittelbar die Relevanz der Kommunikation über das Internet, die die Möglichkeit einer Ausdehnung des Mediums Schrift auf konzeptionelle Mündlichkeit mit sich bringt: „Damit wird Schrift erstmals im großen Stil auch in Bereichen der Alltagskommunikation genutzt, im dialogischen, spontanen und informellen Austausch, der bislang eher eine Domäne der gesprochenen Sprache war." Koch und Oesterreicher (2008) übertragen ihr Modell mit einem Nähe- und Distanzpol schließlich selbst auf die elektronische oder internetbasierte Kommunikation. Somit stellt sich die Frage, was aus dem Modell bezüglich der hier untersuchten Blogtexte abzuleiten ist. Wie in Androutsopoulos und Schmidt (2002: 65) für SMS festgehalten, ist auch die Sprache der therapeutischen Blogs durch die „technisch - medialen Rahmenbedingungen", die durch das GSA - Online Programm klar vorgegeben waren, einerseits geprägt. Andererseits ist anzunehmen, dass manche Patienten, je nachdem, wie sie das oben angesprochene Verhältnis zum Therapeuten empfinden, entweder eine verstärkt an der konzeptionellen Mündlichkeit und dem Nähepol oder hingegen am Distanzpol orientierte Sprache wählen. Das verdeutlicht, dass innerhalb der Kommunikationsform „Blog" keine einheitlichen Sprachkonventionen definiert werden können.

Für den Begriff einer **„Sprache des Internets"** (Storrer, 2009) bedeutet das aber, dass sowohl innerhalb einzelner Computer - vermittelter Kommunikationsformen (Chat, Mail, Blog), als auch für alle zusammengenommen eine große Variationsbreite, die u. a. verschiedene linguistische Merkmale betrifft, anzunehmen und nicht von einer einheitlichen Sprache auszugehen ist (vgl. Runkehl et al. (1998): 37 - 39; Freyermuth (2006): 32; Koch und Oesterreicher (2008): 359; Storrer (2009):

2219f., (2013): 338; spezifisch in Bezug auf Blogs vgl. Schlobinski und Siever (2005a): 18, (2005b): 57; Schönberger (2006): 234; Puschmann (2012): 18). Die Verwendung von Begriffen wie „Websprache“ oder „Netzsprache“ für eine einheitliche, im Internet praktizierte „sprachliche Varietät“ ist, wie z. B. Dürscheid (2004: 142 - 149) ausführlich diskutiert, abzulehnen und eher abhängig vom jeweiligen Kontext, in dem eine Kommunikationsform umgesetzt und durch den sie geprägt wird, zu sehen. Storrer (2013: 338) fassen das folgendermaßen zusammen:

> Was in der Linguistik unter Etiketten wie ‘Netzsprache’, ‘Sprache des Internets’ oder ‘Internetslang’ beschrieben wird, ist deshalb keine einheitliche Varietät. Vielmehr gibt es nicht nur erhebliche Unterschiede zwischen Kommunikationsformen wie z. B. Chatten und Bloggen, sondern auch eine große Variation innerhalb derselben Form in unterschiedlichen Kontexten.

In Bezug auf das Modell von Koch und Oesterreicher (1994) bedeutet diese Variationsbreite, dass gerade entlang des Kontinuums zwischen nähe- und distanzsprachlichen Modalitäten die **Einordnung der online - Kommunikationsformen** nicht eindeutig sein kann (vgl. Runkehl et al. (1998): 29). Relativ klar ordnen viele Arbeiten sprachliche Auffälligkeiten der Kommunikationsform „Chat“ wie Reduktionsphänomene, Assimilationen, grapho - stilistische Mittel etc. in Richtung des Nähepols ein (vgl. Runkehl et al., 1998). Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass insbesondere die Eigenschaften Synchronizität und Dialogizität ausschlaggebend für die Ausprägungen konzeptioneller Mündlichkeit sind: „Je stärker die Kommunikation dialogischer und synchroner erfolgt, desto häufiger lassen sich mündliche Aspekte des Sprachgebrauchs in der Internet - Kommunikation feststellen“ (Runkehl et al. (1998): 115). Dürscheid (2004: 150) schlägt zudem eine Klassifikation vor, die sich daran orientiert, ob es sich bei einer (online -)Kommunikationsform um einen Diskurs oder Text handelt: „Liegt der Äußerung eine wechselseitige Kommunikation zugrunde, handelt es sich um einen Diskurs, wenn nicht, um einen Text – und zwar unabhängig davon, ob gesprochen oder geschrieben wird.“ Bestimmend für diese Einordnung ist also in erster Linie nicht, dass das Medium Computer eingesetzt wird, sondern, ob es sich wie beim Chat um eine dialogische Kommunikation handelt im Gegensatz zu Mails oder auch Blogs.

Storrer (2013, 2014) führt schließlich eine weitere Unterscheidung ein, die sich stärker auf das Ziel der Kommunikation stützt. Der Begriff „interaktionsorientiertes Schreiben“ wird für online - Kommunikationsformen verwendet, deren Sprache sich „eher am Nähepol orientiert“ (z. B. Chats), während das „textorientierte Schreiben“ zwischen den beiden Polen Nähe und Distanz liegt (Storrer (2013): 336, Storrer

(2014): 171f.). Die Blogtexte, die für die vorliegende Arbeit analysiert wurden, lassen sich klar als textorientiert bezeichnen, auch wenn sie Merkmale der gesprochenen Sprache aufgreifen. Zusammengefasst können sie außerdem nun in Anlehnung an sechs verschiedene Kategorien, die von Dürscheid (2005: 7) für Chats vorgeschlagen wurden, klassifiziert werden:

- Zeichentyp: geschriebene Sprache
- Kommunikationsrichtung: monologisch und dialogisch in Teilen
- Anzahl der Kommunikationspartner: zwei (Patient und Therapeut)
- räumliche Dimension: Distanz
- zeitliche Dimension: asynchron[19]
- Kommunikationsmedium: Computer

Neben dieser allgemeinen Klassifikation soll nun noch der Fokus auf **spezifische Eigenschaften der KMG - Blogs** gerichtet werden. Wie oben erwähnt, gibt es natürlich die durch die technischen und programmbezogenen Rahmenbedingungen vorgegebene Struktur zusätzlich zur thematischen Steuerung durch die Therapeuten. Darüber hinaus wird das Gefühl eines sehr persönlichen Austauschs wie in einer Face - to - Face - Therapie über die besonderen Bedingungen der Schreibintervention, dass Pseudonyme für das Verfassen der Blogs durch den Patienten gewählt werden sollten und noch nicht einmal des Geschlecht des Therapeuten diesen bekannt war[20], in Richtung einer erhöhten Distanz verschoben. Runkehl et al. (1998: 87) sehen entsprechend die in Chats üblicherweise gebrauchten Pseudonyme als „Anonymisierung der eigenen sozialen und personalen Identität“ an. Für die Blogtexte der vorliegenden Studie liefert folgende Feststellung von Puschmann (2012: 16) über diese Rahmenbedingungen hinaus einen weiteren Anhaltspunkt:

> Was aber tun Blogger, die über keinerlei nennenswerte Schreiberfahrung verfügen? Sie stellen intuitiv einen Bezug zu der Form her, mit der sie bereits vertraut sind: der

[19] Schlobinski und Siever (2005a: 18) verorten Weblogs zwischen vollständig asynchronen und „quasi - synchronen“ Kommunikationsformen. In Bezug auf die hier untersuchten Blogtexte der psychotherapeutischen Schreibintervention sollte jedoch von einer klaren asynchronen Interaktion gesprochen werden, auch wenn sie auf einen Austausch mit dem Therapeuten (mal stärker und mal weniger stark) ausgerichtet sind.

[20] Einige Patienten der untersuchten Stichprobe fragen explizit nach dem Geschlecht des online - Therapeuten, möglicherweise um mehr Gewissheit über das im Vergleich zu einer „normalen“ Psychotherapie vollständig anonyme Gegenüber zu erhalten.

> mündlichen Erzählung. Dies ist auch deshalb naheliegend, weil das Blog technisch die gleichen Rahmeninformationen zur Verfügung stellt, die in einer mündlichen Gesprächssituation vorhanden sind [...].

Es ist davon auszugehen, dass viele der Patienten, die sich für die Schreibintervention gemeldet hatten, nicht mit dem Bloggen vertraut waren. Ein Zurückgreifen auf natürliche Erzählungen, wie sie aus dem Alltag oder möglicherweise Therapiegesprächen gewohnt sind, erscheint in dieser Situation als eine Option plausibel.

Typische Merkmale von online-Kommunikationsformen vor allem aus dem Bereich der gesprochenen Sprache wurden vor allem für SMS, Chat und E-Mail untersucht bzw. beschrieben, einige sind jedoch auch auf Blogs übertragbar und es sind zunehmend Arbeiten speziell zu Weblogs zu finden (z. B. Schlobinski und Siever, 2005a, b; Puschmann, 2012). Runkehl et al. (1998) beschäftigten sich z. B. mit der Häufigkeit von Fehlern, die in Mails oder Chats auftreten. Schlobinski und Siever (2005b: 73) beobachteten in Weblogs eine erhöhte **Fehlerhäufigkeit** und brachten das mit der beschränkten Zeit für die Planung und Korrektur von Sprache bei dieser Art der Kommunikation in Verbindung. Ihre Annahme ist auch auf die Blogtexte der KMG-Untersuchung übertragbar, auch wenn wahrscheinlich alleine aufgrund des expliziten Hinweises, dass ein nochmaliges Lesen und eine Korrektur durch die Patienten vermieden werden sollte, und somit unabhängig von der Kommunikationsform bereits eine erhöhte Häufigkeit von Fehlern zu erwarten war.

Über diese tatsächlich fehlerhaften Strukturen hinaus beschreiben z. B. Schlobinski und Siever (2005b: 52) u. a. die „offensichtlichen“ Eigenschaften, die in einigen der Blogtexte aus der vorliegenden Stichprobe gefunden wurden (siehe vorangegangener Abschnitt) wie **Ellipsen, Smileys, Iterationen, Großbuchstaben** etc. als auffällig für die von ihnen untersuchten Blogs und als Anzeichen der konzeptionellen Mündlichkeit. Die oben ebenfalls gezeigten Iterationen von Zeichen haben bspw. Runkehl et al. (1998) als grapho-stilistisches Merkmal mit dem Zweck der Intensivierung hauptsächlich in Chats ausgemacht. Die Verwendung von Smileys bewegt sich bei den untersuchten Blogs in einem Bereich, den auch Runkehl et al. (1998: 37) für Mails beschreiben, allerdings mit einer Unterscheidung nach deren formellem Charakter (je formeller, desto weniger Smileys). Für Chats wird hingegen ein deutlich höherer Anteil an Smileys von Runkehl et al. (1998) berichtet und Storrer (2013: 336) heben entsprechend der Zuordnung von Chats zum Nähepol des Koch/Oesterreicher-Modells u. a. Emotikons als „Stilmarker für den sprachlichen Duktus in der internetbasierten Kommunikation“ hervor. Ein weiteres Merkmal, das sich vor allem in Chats zeigt, aber oben noch nicht erwähnt wurde, eine **„durch-**

gängige Kleinschreibung“, haben z. B. Runkehl et al. (1998) in ihrer Arbeit untersucht. Nur bei zwei Patienten der KMG - Studie ist dieses Merkmal jedoch in größeren Abschnitten oder ganzen Blogs zu beobachten (z. B. *das arbeitsleben hat sich stark verändert und der druck und stress werden nicht weniger.* (P - 3-247)), aber interessanterweise nie über alle Blogs hinweg. Auf syntaktischer Ebene lassen sich “Ellipsen“, insbesondere die oben erwähnten **„situativen Ellipsen“**, die z. B. das Auslassen von Pronomen der 1. Person betreffen, ebenfalls als ein sprachliches Merkmal bezeichnen, das vor allem mit gesprochener Sprache bzw. der konzeptionellen Mündlichkeit in Texten in Verbindung steht und häufig in Chats oder SMS zu finden ist (vgl. Runkehl et al. (1998): 76; Androutsopoulos und Schmidt (2002): 66). Schlobinski und Siever (2005b) beschreiben es jedoch auch als auffälliges syntaktisches Phänomen, das durchaus gehäuft in Blogs auftritt. Wie oben angemerkt, weisen auch manche Blogtexte der Patienten solche situativen Ellipsen auf.

Zusammenfassend kann auch für die in der KMG - Studie untersuchten psychotherapeutischen Blogs folgende Feststellung von Schlobinski und Siever (2005b: 71) angeführt werden: „Blogging ist medial Schriftkommunikation (digitalisiert) auf der Basis von Graphien [. . .], weist aber Muster der konzeptionellen Mündlichkeit auf, und es zeigen sich Transferphänomene von der gesprochenen auf die geschriebene Sprache (Rückkopplungseffekte).“ Einige interessante Auffälligkeiten können bei manchen der Patienten beobachtet werden, viele Texte bewegen sich jedoch relativ nah an einem formalen Diskurs oder gleichen dem Schreiben von Mails (vgl. Dürscheid (2006): 106). Auch Schlobinski und Siever (2005b: 73) halten fest, dass die Weblogs ihrer Untersuchung die „orthografischen Normen“ stärker einhalten als bspw. Chats. Sehr deutlich wird bei genauer Betrachtung der Blogtexte aus der Schreibintervention zudem, dass eine stark sprecherabhängige Ausprägung der „Besonderheiten“ (vgl. Dürscheid (2004): 147) zu beachten ist. Möglicherweise kann das mit dem oben angesprochenen variablen Verhältnis zwischen Patient und Therapeut in Verbindung gebracht werden.

Eine etwas andere Einordnung der Sprache in neuen Kommunikationsformen, die auch eine Verbindung zur übergeordneten Komplexitätsthematik der vorliegenden Arbeit herstellt, findet sich schließlich in Siever (2006). Er verweist darauf, dass sich die Entwicklung in Richtung Mündlichkeit mit dem Konzept der **„Sprachökonomie“**, das gerade in der Diskussion um Komplexität eine große Rolle spielt (siehe oben Abschnitte 2.1.1, 2.1.4, 2.1.5), in Zusammenhang bringen lässt. Bspw. bezeichnet Siever (2006: 77) Smileys als „hochgradig sprachökonomisch“ und auch die in den KMG - Blogs zu beobachtenden Wiederholungen von Interpunktionszei-

chen trotz einem „Mehr an Zeichen [...] dennoch als ökonomisch“ ebenso wie die Großschreibung ganzer Wörter, die Verwendung von Auslassungspunkten und Ellipsen. Puschmann (2012: 16) spricht ebenfalls von „kommunikationsökonomisch[en]“ Merkmalen, die aus der gesprochenen Sprache Einzug in die online - Kommunikation genommen haben.[21] Das Konzept der **Komplexität** ist darüber hinaus auch direkt in der Literatur zur online - Kommunikation zu finden. Zum einen da der Austausch zwischen Sender(n) und Empfänger(n) über das Netzwerk Internet aus sich heraus bereits hoch komplex erscheint (vgl. Runkehl et al., 1998). Im Sinne einer interaktiven Kommunikationsmöglichkeit kann das Internet insofern als Repräsentation des alltäglich verwendeten Komplexitätskonzepts angesehen werden. Zum anderen sehen z. B. Schlobinski und Siever (2005b: 79) „komplexe koordinierte und subordinierte Strukturen“, die in der Psycholinguistik im Bereich der syntaktischen Komplexität diskutiert wurden, stärker in der schriftlichen und distanzsprachlichen Kommunikation umgesetzt, was für Blogs bedeutet: „prototypisch nähesprachliche Blogs [weisen] mehr Ellipsen und einfache Satzstrukturen auf[...], distanzsprachliche Blogs hingegen komplexere Satzstrukturen und weniger Ellipsen“ (vgl. für eine ähnliche Sichtweise zum Distanzpol und Komplexität Koch und Oesterreicher (1994): 590f.). Aus dieser Perspektive könnte für die Untersuchung der Blogtexte in der vorliegenden Stichprobe folgende Erwartung abgeleitet werden: Die Patienten sollten sich dahingehend unterscheiden, ob sie mit dem Therapeuten eher in Richtung einer nähe- oder distanzsprachlichen Beziehung über das Internet kommunizieren. Auf Basis der Annahme von Schlobinski und Siever (2005b) könnten entsprechende Auswirkungen zumindest auf die Ausprägungen der koordinierten und subordinierten Strukturen, für die bspw. die DC sensitiv ist, messbar sein.

4.3. Analyse der Blogtexte: Sprachliche Komplexitätsmaße

Die Analyse der Blogtexte auf ihre sprachliche Komplexität hin erfolgte mittels drei der oben bereits vorgestellten Maßen: Mean Length of Utterance (MLU), Directional Complexity (DC) und Ideendichte (ID). Da die MLU in Wörtern (MLUw) und Morphemen (MLUm) erhoben wurde, sind es letztlich vier Werte, die die sprachliche Komplexität der Patienten quantifizierbar machen sollen und verglichen werden können. Wie oben bereits dargelegt, sind einige Studien zu finden, die mehrere Maße

[21] Auch Storrer (2013: 337) bzw. Storrer (2014: 171f.) verweist darauf, dass das Schreiben über das Internet, das stark auf Interaktion fokussiert ist, die Elaboration der Sprache möglicherweise zurückstehen lässt. Dieses Merkmal wurde ebenfalls in manchen Ansätzen mit sprachlicher Komplexität in Verbindung gebracht (siehe oben Abschnitt 2.1.2).

kombiniert verwenden. Dazu zählen zum einen psycholinguistische Studien wie z. B. die von Kemper et al. (2003, 2004), die drei verschiedene Maße (u. a. die inhaltsbasierte ID und das auf grammatische Komplexität fokussierte DL) einbezogen, oder einige Untersuchungen im Rahmen der Nonnenstudie (z. B. Snowdon et al., 1996; Kemper et al., 2001a), die die ID und das DL einsetzten. Auch Kemper et al. (1989, 1990) verwendeten zusätzlich zur ID das MLU - und MCU - Maß. Zum anderen wurde in Abschnitt 2.3.3 die Empfehlung von Waters und Caplan (2003) angesprochen, dass ein „composite score“, allerdings für die Erhebung der Arbeitsgedächtnisspanne, in Untersuchungen herangezogen werden sollte. Die Maße für die KMG - Studie wurden auf Basis dieser Vorgängerstudien und Überlegungen so ausgewählt, dass die drei Faktoren Länge über die MLU, struktureller Aufbau durch die DC und inhaltliche/ semantische Anreicherung über die ID abgedeckt werden. Die ersten beiden Maße können also dem Bereich der „syntaktischen Komplexität“ zugewiesen werden, die ID steht im Gegensatz dazu für ein vokabulargestütztes Maß. Für die Auswertung bedeutet das, dass zum einen das Verhältnis der Komplexitätsmaße entsprechend dieser Faktoren untereinander und zum anderen die Güte der Anwendung überprüft werden kann.

Darüber hinaus ist ein relevanter Vorteil, dass alle drei Maße unabhängig von der Grammatikalität sprachlicher Äußerungen bewertet werden. Wie an den folgenden Beispielen deutlich wird, enthalten die analysierten Blogtexte viele Rechtschreib- und Grammatikfehler. Fehler, die häufig vorkommen, aber auch meist einfach einem Vertippen geschuldet sein könnten, durften aufgrund der Unabhängigkeit der Komplexitätseinordnungen von Grammatikalität größtenteils ignoriert und die meisten Wörter in die Bewertung einbezogen werden. Wörter mit Rechtschreibfehlern, deren Bedeutung dennoch klar erkennbar war (z. B. *[...], in der [...] anstehene Maßnahmen besprochen sowie Informationen weitergegebe werden.* (P - 1-091) oder *Die Enscheidungen fallen etwas leichter und manchmal spontntaner.* (P - 1-174)), wurden also z. B. nicht allgemein aus der Analyse ausgeschlossen.

Die Auswertung mittels der Komplexitätsmaße erfolgte für die einzelnen Patienten blind. Die Analyse setzten sechs verschiedene Personen[22] um unter Anleitung und Mitwirkung[23] der Autorin der vorliegenden Arbeit. Um die Auswertung einheitlich zu halten, wurde ein Leitfaden[24] erstellt und den Studierenden zur Verfügung

[22] Dazu zählen studentische Hilfskräfte und andere Studierende.

[23] Ein Drittel der Patienten wurde von der Autorin selbst ausgewertet.

[24] Der Leitfaden zur Auswertung und Komplexitätsanalyse beinhaltete eine genaue Beschreibung der Vorgehensweise zur Datensammlung und Anwendung der Maße unter Verweis auf die entsprechende Literatur sowie Beispiele und Hinweise zum Umgang mit „problematischen“ Fällen.

gestellt. Danach erfolgte eine stichprobenartige Überprüfung der Analysen. Der erste Schritt zur Vorbereitung der Daten bestand darin, die einzelnen Blogtexte und die enthaltenen Äußerungen eines Patienten zu segmentieren und durchzunummerieren. Meist konnte die vorhandene Interpunktion als Richtlinie verwendet und musste nur selten verändert werden, damit es bei der MLU und DC, die eine Mittelung über die Anzahl der Äußerungen erfordern, nicht zu Verzerrungen durch eine falsche Zeichensetzung kam. Aufgrund der Aneinanderreihung von eigentlich sehr einfachen Satzstrukturen ohne Konnektionen wurde z. B. folgender Ausschnitt von P - 1-128 mit fehlenden Interpunktionszeichen in einzelne Äußerungen aufgegliedert:

(14) (a) Oben drauf kam dann noch als meine Frau mich Mittag anrief sie hat sich im Fuß die Bänder gerissen, das war dann mein heutiger Tag und ich freu mich schon auf diese Nacht ich hoffe sie wird nicht so schlimm wie die letzte da war ich um 23:30, um 2, um 3, um4:30 und um 5:30 auf das hatte ich jetzt schon länger nicht mehr.

(b) (1) Oben drauf kam dann noch als meine Frau mich Mittag anrief
(2) sie hat sich im Fuß die Bänder gerissen
(3) das war dann mein heutiger Tag und ich freu mich schon auf diese Nacht
(4) ich hoffe sie wird nicht so schlimm wie die letzte
(5) da war ich um 23:30, um 2, um 3, um4:30 und um 5:30 auf
(6) das hatte ich jetzt schon länger nicht mehr.

Im Folgenden soll die Komplexitätsanalyse mittels der vier Maße an zwei Beispielsätzen, die sich deutlich in ihrer Komplexität unterscheiden und aus dem Originalblog eines Patienten (P - 4-084) stammen, veranschaulicht werden. Im Anhang B ist ein vollständiger Blog eines Patienten als Beispiel zu finden.[25] Dabei soll vor allem deutlich werden, dass die Anwendung der Maße auch im Deutschen und in Bezug auf das besondere Material der Blogs möglich ist, obwohl sie größtenteils für das Englische konzipiert, an Beispielen aufgezeigt und untersucht wurden.

4.3.1. Mean Length of Utterance (MLU)

Zur ersten Einordnung der Komplexität der untersuchten Sätze wurde ein einfaches Satzlängenmaß, die Mean Length of Utterance in Wörtern (MLUw) und Morphemen (MLUm), erhoben. Zur Herkunft des Maßes aus der Spracherwerbsforschung und einer ersten Arbeit dazu von Brown (1973) sowie weiteren Informationen zum

[25] Die Analysedaten der gesamten Stichprobe sind auf einer Festplatte des Neurolinguistics Lab des Department of English and Linguistics/ General Linguistics der Johannes Gutenberg - Universität Mainz hinterlegt.

Hintergrund der MLU sei der Leser auf Abschnitt 2.2.2.2 verwiesen. Dort wurde u. a. aufgezeigt, dass das Maß neben seiner Verwendung im Bereich des kindlichen Spracherwerbs auch für Gruppen von Erwachsenen Anwendung gefunden hat (z. B. Kemper et al., 1989, 1990; Cheung und Kemper, 1992). Die oben erwähnte Arbeit von Kynette und Kemper (1986) kann außerdem als Studie angeführt werden, die ebenfalls zwei unterschiedliche Einheiten, Wörter und grammatische Morpheme, zur Quantifizierung der MLU einsetzte. Die Bedeutung der MLU als zumindest ein potenzieller Einflussfaktor in Bezug auf sprachliche Komplexität lässt sich vor allem aus Cheung und Kemper (1992: 72) ableiten, die die Satzlänge als natürlicherweise korrelierend mit verschiedenen syntaktischen Komplexitätsmaßen beschreiben: „Sentence complexity is somewhat determined by sentence length, as measured by MLU." Somit kann für die MLU festgehalten werden, dass sie einerseits ein leicht zu ermittelndes Maß darstellt, das andererseits mit weiteren Instrumenten, die auf syntaktische Komplexität ausgerichtet sind, korreliert.

Die MLU der einzelnen Patienten aus der KMG - Stichprobe wurde einfach über die Summe der Wörter und Morpheme eines Blogs, gemittelt über dessen Äußerungsanzahl bestimmt. Einige der oben beschriebenen, möglicherweise durch die besondere Schreibsituation über das Internet bedingten sprachlichen Merkmale waren bei der Analyse zu beachten. Z. B. durften nur tatsächlich produzierte Morpheme und nicht die korrigierten Wörter gezählt werden (z. B. kein Fugen - *s* und somit nur 2 Morpheme in dem Wort *Arbeitumfeld* (P - 1-174)). Abkürzungen (z. B. Akronyme) wurden außerdem wie die Vollform des zugrunde liegenden Wortes bzw. der Wortgruppe behandelt. Im Beispiel (15) aus dem letzten Blogtext von P - 4-084 ist Satz (a) mit 33 Wörtern und 55 Morphemen deutlich länger als Satz (b) mit nur 9 Wörtern und 16 Morphemen.

(15) (a) Sehr Dame · n und Herr · en des Nach · sorg · e · team · s, auch wenn genau jetzt mein · e arbeit · s · reich · est · en Monat · e statt · find · en, hab · e ich es immer geschaf · t, wenig · e als noch im Vor · jahr zu arbeit · en und auch Ihn · en jed · en Dienstag zu schreib · en.

(*Wörter*: 33, *Morpheme*: 55)

(b) Diers · e hab · e ich dann sehr selb · st · krit · isch für mich analys · ier · t.

(*Wörter*: 9, *Morpheme*: 16)

Zu beachten ist, dass hier zwar ein deutlicher Längenunterschied zwischen den beiden Sätzen gezeigt werden kann, sich die MLU als gemitteltes Maß jedoch nur für den gesamten Blogtext des Patienten tatsächlich ausweisen lässt. Das mittels der

MLU vollständig analysierte Beispiel 1 im Anhang B setzt sich inklusive der beiden oben angeführten Sätze aus 6 Äußerungen zusammen, die im Schnitt zwischen diesen Werten liegen bei 17 Wörtern (MLUw) und 28 Morphemen (MLUm).

4.3.2. Directional Complexity (DC)

Die „Directional Complexity“ von Botel und Granowsky (1972) ist neben der MLU zur Bestimmung der Äußerungslänge ein weiteres Komplexitätsmaß, das auf grammatische Komplexitätsunterschiede zwischen Sätzen ausgerichtet ist. Da es eine Vielzahl von syntaktischen Kategorien, Konstruktionen und Strukturen zählt und entsprechend ihrer Komplexitätseinstufung gewichtet, wurde es in der KMG - Studie ebenfalls einbezogen. Weitere Informationen zur Entwicklung des Komplexitätsmaßes sind in Abschnitt 2.2.2 zu finden. Auch wenn das Maß für das Englische entwickelt und an Beispielen aufgezeigt wurde, basiert es auf einem recht deutlichen Klassifikationsschema und ermöglicht eine detaillierte Einordnung von Sprachproben. Dieser Aspekt wird hier als Vorteil gegenüber dem in der Nonnenstudie eingesetzten DL - Maß (siehe Abschnitt 2.2.2.2) zur Bestimmung der syntaktischen Komplexität von Rosenberg und Abbeduto (1987) angenommen. Letzteres erfasst insbesondere verschiedene Arten von Einbettungen bzw. deren Ausmaß, könnte aber bei den Äußerungen unbeeinträchtigter Erwachsener möglicherweise zu wenig trennscharf sein.[26] Darüber hinaus zeigte das DL im Gegensatz zur ID weniger deutliche Effekte in den Ergebnissen der Nonnenstudie (z. B. Snowdon et al., 1996). In Bezug auf die DC konnten Cheung und Kemper (1992: 63) in ihrer Studie zur Evaluation von unterschiedlichen Komplexitätsmaßen und Untersuchung von Altersgruppenunterschieden einen signifikanten Alterseffekt u. a. für die DC beobachten: „Individual differences in complexity appear to reflect an age - related decline [. . .] in producing sentences with multiple levels of embedding since speaker age was negatively correlated with [. . .] DComplexity [. . .].“

Botel und Granowsky (1972) definieren aufsteigende Komplexitätsebenen mit einer Bewertung von 0 bis 3 Punkten für bestimmte Strukturen bzw. Konstruktionen. Zur Bestimmung der DC in der vorliegenden Arbeit konnten die Komplexitätsstu-

[26] Z. B. wird in der Version von Covington et al. (2006) der höchste Wert 7 immer dann zugewiesen, wenn unterschiedliche Arten von Einbettungen der darunter liegenden Ebenen zu finden sind (unabhängig von Art und Häufigkeit). Die geringe Sensitivität für feinere Unterschiede bestätigt sich außerdem in den mittels des DL analysierten Beispielen aus Abschnitt 2.2.2.2, deren Komplexitätswerte in Tabelle II.1 zusammengefasst sind. Sie weisen nur einen groben und betonten Unterschied zwischen der niedrigen Komplexitätsstufe 2 beim einfachsten Satz und direkt der zweithöchsten Ebene 6 für beide komplexere Sätze auf.

feneinteilung und von den Autoren vorgenommene Einschränkungen (z. B. adverbiale Bestimmungen sollen nur dann bewertet werden, wenn sie nicht unmittelbar dem Verb folgen) größtenteils direkt ins Deutsche übertragen werden. In Teilen ist das Klassifikationsschema, das Botel und Granowsky (1972) präsentieren, allerdings nicht ganz eindeutig und die Beispiele zu wenig ausführlich. An diesen Stellen musste eine vertretbare und den Angaben von Botel und Granowsky (1972) so weit wie möglich entsprechende Entscheidung für die Komplexitätsanalyse, die in beiden empirischen Studien der vorliegenden Arbeit verfolgt wurde, getroffen und beibehalten werden. Folgende Konstruktionen wurden dementsprechend im Sinne der Klassifikation, die Botel und Granowsky (1972: 515) vorschlagen, mit 1 bis 3 Punkten zur Quantifikation des Komplexitätslevels bewertet (Abkürzungen in Klammern)[27]:

- **Komplexitätsebene 1**:
  - Sätze aus Subjekt, Verb, indirektem Objekt und Objekt oder Komplement (S-V-IO-O/K)
  - Modifizierer von Nomen: Adjektive (ADJ), Possessiva (POSS), Prädeterminierer (PRÄDET), Partizipien (PART-ADJ; in Adjektivposition), Präpositionalphrasen (PPs)
  - Modifizierer (andere): adverbiale Bestimmungen (ADV; auch PPs; wenn nicht direkt nach dem Verb), Modalverben (MOD), Negationen (NEG), Infinitive (INF; außer in Verbindung mit einem Modalverb oder Auxiliar)
  - Idiomatische/ Feststehende Ausdrücke (IDIOM)
  - Verknüpfungen: durch koordinierende Konjunktion (KOORD; außer „und“), durch zweiteilige Koordinationen (KOORD2; z. B. *dass <u>sowohl</u> die zeitnahe Erledigung der Aufgaben <u>als auch</u> das Ausüben der Führungsverantwortung von mir erwartet werde.* (P - 1-205)), bei Hinzufügungen von lexikalischem Material in elliptischen Konstruktionen (LEX-H; z. B. *Also habe ich die Sekretärin zurückgerufen <u>und mich zurück gemeldet</u>.* (P - 3-010))

- **Komplexitätsebene 2**:
  - Passivkonstruktionen (PASS)
  - Subordinierte Sätze (SUB)
  - Vergleiche (VGL)
  - Konjunktionale Adverbien (KONJ-ADV)

[27] Nullwertige Strukturen wurden aus Redundanzgründen nicht weiter beachtet oder markiert.

- Zweiteilige Konjunktionen (KONJ2; z. B. *Entweder bin ich müde, oder ich bin so unbewusst* [...]. (P - 1-106))
- Infinitive als Subjekte (SUBJ-INF; z. B. *Nicht allein damit zu sein, tut gut* [...]. (P - 1-205))
- Partizipien (PART; außer in normaler Adjektivposition; z. B. *ausglingend 1 - 2 Mal jährlich* (P - 3-083))
- Appositionen (APPOS; durch Interpunktion abgesetzte Beifügungen wie z. B. in *Auch die positiven Rückmeldungen auf Bewerbungen (Einaldungen zum Vorstellungsgespräch) sind ein deutlicher Indikator* [...]. (P - 3-083))

○ **Komplexitätsebene 3**:

- Sätze, die als Subjekte verwendet werden (SUBJ-SATZ; z. B. *Dass ich ein* [...] *hohes Level an innerer Anspannung besitze wurde mir* [...] *offeriert* [...]. (P - 1-052))
- Absolute Ergänzungen (ABSOLUT; z. B. *Was mich betrifft, es fällt mir schwer bei mir zu bleiben* [...] (P - 1-106))

Die folgenden beiden Beispielsätze (16) von P - 4-084 wurden herausgegriffen, um zu zeigen, wie sich die DC unabhängig von der Wortanzahl (die Sätze sind mit 15 und 14 Wörtern nahezu gleich lang) verhalten kann. Die relevanten Konstruktionen/ Strukturen sind hier und im Anhang B Abschnitt 2 mit den ihnen zuzuordnenden DC - Werten in eckigen Klammern an den entsprechenden Stellen gekennzeichnet:

(16) (a) Gerne $_{[\mathrm{ADV} \rightarrow 1]}$ habe ich auch Ihre $_{[\mathrm{POSS} \rightarrow 1]}$ Gedankenanstöße wahrgenommen wenn $_{[\mathrm{SUB} \rightarrow 2]}$ Sie eine andere $_{[\mathrm{ADJ} \rightarrow 1]}$ Ansicht als ich $_{[\mathrm{VGL} \rightarrow 2]}$ hatten.

(*Summe der DC - Werte*: 7)

(b) Jetzt $_{[\mathrm{ADV} \rightarrow 1]}$ möchte $_{[\mathrm{MOD} \rightarrow 1]}$ ich mich noch bei Ihnen und Ihren $_{[\mathrm{POSS} \rightarrow 1]}$ Team $_{[\mathrm{LEX\text{-}H} \rightarrow 1]}$ für Ihre $_{[\mathrm{POSS} \rightarrow 1]}$ Arbeit bedanken.

(*Summe der DC - Werte*: 5)

Der Beispielsatz (a), der nur ein Wort länger ist, weist 2 Punkte mehr im DC - Maß auf als Satz (b). Insofern könnte der erste Satz im Sinne von Botel und Granowsky (1972) und Cheung und Kemper (1992) als syntaktisch komplexer bezeichnet werden. Allerdings ist auch hier wieder zu beachten, dass es sich bei der DC eigentlich um ein gemitteltes Maß handelt, wie im Analysebeispiel 2 im Anhang B gezeigt

wird, und dass insofern diese summierten Werte nicht direkt interpretierbar sind. Der gemittelte DC - Wert liegt für die 6 Äußerungen des letzten Blogs von P - 4-084 mit 6,33 zwischen den beiden genannten Summenwerten.

4.3.3. Ideendichte (ID)

Die Ideendichte (ID) steht, wie in Abschnitt 2.2.2.3 gezeigt wurde, in deutlichem Gegensatz zu den beiden anderen Maßen der syntaktischen Komplexität (vgl. Cheung und Kemper (1992): 72). Sie ist ein vokabular- bzw. inhaltsbasiertes Maß, das konträr zur MLU und DC nicht auf die Einheit einer Äußerung Bezug nimmt, sondern in Relation zur produzierten Anzahl an Wörtern gesetzt wird. Dazu kann die Summe der Wörter aus der MLU - Bestimmung herangezogen werden. Darüber hinaus ist sie ein Maß der Verarbeitung von Komplexität, dass nicht nur auf Satz-, sondern vor allem auf Textebene Relevanz besitzt. Nach Kemper et al. (2001a: 228) ist die ID geeignet Unterschiede im Ausdrucksgehalt von Äußerungen zu messen: „High scores reflect an economy of expression, whereas low scores reflect vague, repetitious, and redundant expression.“ Die besondere Bedeutung des Maßes für die psycholinguistische Forschung lässt sich vor allem aus den vielen Arbeiten zur Nonnenstudie (siehe Abschnitt 2.3.2) ableiten, in denen ein Zusammenhang zwischen einer niedrigen ID im jungen Erwachsenenalter und kognitiven Beeinträchtigungen bzw. einer Demenzerkrankung im späteren Leben hergestellt werden konnte (z. B. Snowdon et al., 1996, 2000; Kemper et al., 2001a; Riley et al., 2005). Die Dichte an Ideen zeigte im Gegensatz zur syntaktischen Komplexität darüber hinaus einen deutlich stärkeren Effekt (z. B. Snowdon et al. (1996): 1269).

Zur Bestimmung der einzelnen Ideen/ Propositionen und Berechnung der ID wurde das AID (Analysis of Idea Density) - Manual (Chand et al., 2012a), das ein Paper von Chand et al. (2012b) ergänzt, herangezogen. Für die Auswertung der Blogtexte bietet es sich an, weil ein Fokus auf die Analyse mündlicher Sprachproben gelegt wird. Da, wie oben gezeigt, einige Auffälligkeiten der Blogs in den Bereich der Mündlichkeit eingeordnet werden können, sind die Analyserichtlinien von Chand et al. (2012a) besonders hilfreich. Grundsätzlich wird das Verhältnis von Ideen bzw. Propositionen in einem Text pro zehn Wörter berechnet. Das semantische Konzept „Proposition“, das für die ID herangezogen wird, kann, wie in Kapitel 2.2.2.3 detailliert dargelegt, zusammengefasst als abstrakte, kognitive Einheit, die sich auf die Phrasen- und Satzebene bezieht, definiert werden. Die ID als Maß stellt dann einen Bezug zur Textebene her.

Als eine grobe Richtlinie für die Entscheidung, was als eigenständige Idee zu wer-

ten ist, kann folgendes Zitat von Chand et al. (2012b: 9) herangezogen werden: „Our analysis provides a rubric for determining wether a word or set of words contributes distinct semantic content, or is a syntactically required component of a larger structure, and thus should not be counted as a separate idea.“ Die einzelnen Kategorien, nach denen Ideen klassifiziert werden können (diese Einteilung geht ursprünglich auf Kintsch und Keenan (1973) zurück), reflektieren diesen Grundgedanken. Chand et al. (2012b) gehen in Anlehnung an die oben genannten früheren Arbeiten von Kintsch zur ID von drei unterschiedlichen Kategorien – Prädikationen, Modifikationen und Konnektionen – aus. Die jeweiligen Propositionen, die durch Wortkonzepte gebildet werden, setzen sich aus einem relationalen Konzept und den zugehörigen Argumenten zusammen. Einige Beispiele für häufig auftretende Relationen, die zu zählen sind, und solche Elemente oder Satzkomponenten, die z. B. keine eigenen Ideen darstellen, sollen hier jeweils für die drei Kategorien kurz aufgelistet werden, um einen Einblick in die ID - Analyse zu geben. Diese Aufzählung ist keinesfalls als vollständig zu verstehen und der Leser sei für eine detaillierte Darlegung (u. a. von seltenen oder fraglichen Fällen) auf das Manual von Chand et al. (2012a) verwiesen. Ganz allgemein zählen lexikalische Füllwörter, denen kein semantischer Inhalt in der jeweiligen Äußerung zuzuweisen ist (z. B. Partikeln wie *halt*, *so*, *ja*), nicht als Proposition. An einigen Stellen muss deshalb eine subjektive Entscheidung getroffen werden, ob eine bestimmte Wendung oder ein bestimmtes sprachliches Element strategisch als Füllwort und ohne inhaltlichen Beitrag eingesetzt wird.

1. **Prädikationen (PRÄD)**:
   - ✓ Lexikalische Verben (auch Verben im Infinitiv) als relationale Konzepte inklusive ihrer Argumente (Subjekt und Objekt falls vorhanden) stellen eine Ideeneinheit dar; indirekte Objekte bei ditransitiven Verben sind als eigene Idee zu werten
   - ✗ Tempus, Aspekt und Modus in Verbindung mit dem Hauptverb zählen nicht als eigenständige Idee; Partikeln von Partikelverben sind meist keine eigenen Propositionen; direkte Zitate werden nicht weiter in Ideen aufgeteilt
2. **Modifikatoren (MODI)**:
   - ✓ Relationen, die als eigene Idee gelten, sind Modifikationen durch u. a. adverbiale Bestimmungen (auch PPs), Intensifizierer, Negationen, Nomen modifizierende Adjektive oder Präpositionalphrasen (bei nicht - prädikativischem Gebrauch), Besitz anzeigende NPs, Quantifizierer, Zeit-/ Ortsangaben
   - ✗ Nicht als eigenständige Propositionen zählen z. B. Determinierer und Posses-

sivpronomen; prädikativisch gebrauchte Adjektive bzw. PPs oder in „es + Kopula“ - Konstruktionen verwendete Modifizierer tragen keine eigenen Ideen bei

3. **Konnektionen (KONN)**:

✓ Relationen zwischen Propositionen durch koordinierende (z. B. *aber*, *denn*, *oder*) und subordinierende (z. B. *obwohl*, *während*, *weil*, *dass* (mit Ausnahmen, s. u.), Relativpronomen) Konnektionen

✗ Nur bei einer Verwendung i. S. v. „und dann“ oder „und deshalb“ wird *und* als konnektive Proposition gezählt; *dass* ist nur eine eigenständige Idee dieser Kategorie, wenn es sich nicht auf ein Verb, das Kommunikation oder einen mentalen Prozess ausdrückt, bezieht (z. B. ohne ein solches Verb *Es kristallisierte sich* [...] *heraus,* $\underline{\textit{dass}}_{[\text{Idee!} \rightarrow \text{KONN}]}$ *wesentlich die Nachtdiensttätigkeit Ursache meines Krankheitsbildes ist* [...]. versus mit einem Kommunikationsverb *Bereits Anfang April hatte ich meinen vier Koordinatoren - Kollegen* [...] *mitgeteilt,* $\underline{\textit{dass}}_{[\underline{\text{keine}}\ \text{Idee!}]}$ *ich den Nachtdienst* [...] *nicht mehr durchführen kann* [...]. (P - 1-052))

Allgemein wird alles bewertet, auch bei Ungrammatikalität, was für die vorliegenden Blogtexte, die zusätzlich zur teilweisen Verwendung von Besonderheiten der Sprache des Internets ohne Korrektur zu schreiben waren, von großem Vorteil ist. Außerdem werden bspw. idiomatische oder feststehende Ausdrücke bzw. Redewendungen (z. B. *Sehr Damen und Herren* (P - 4-084)) ähnlich wie die direkten Zitate insgesamt als eine Idee gezählt und nicht zerlegt in Propositionen. Bei elliptischen Konstruktionen ist hingegen das hinzugefügte Material als neue Idee zu werten (z. B. die Modifikation durch „mit“ zwei Mal in einem Ausschnitt von P - 1-052: *Gesprächen mit meinem Vorgesetzten*$_{[\text{MODI 1}]}$ *und den Vertretern*$_{[\text{MODI 2}]}$).

Die ID - Analyse wird im Folgenden beispielhaft an den oben für die DC ausgewählten Sätzen des Blogs von P - 4-084 aufgezeigt. Um darüber hinaus die Unabhängigkeit des ID - Maßes von der Länge oder syntaktischen Komplexität eines Satzes deutlich zu machen, wurde ein weiterer Satz aus dem Beispielblog herausgegriffen. Zur Notation ist festzuhalten, dass hier eine Schreibweise Verwendung findet, die der Codierung für die KMG - Studie recht nahe kommt, aber nicht der Notation von z. B. Chand et al. (2012a) entspricht.[28] In den Beispielen hier und im Anhang B Abschnitt 3 werden Ideeneinheiten durch eckige Klammern inklusive einer groben

[28] Für das Ausmaß an Blogs und einer manuellen Analyse wäre die Originalcodierung viel zu aufwendig gewesen.

Einordnung in die drei Propositionskategorien an dem Wort, das die konzeptuelle Relation in der Oberflächenstruktur am ehesten repräsentiert, markiert und nach Anzahl der Ideen allgemein durchnummeriert.

(17) (a) Gerne$_{[\text{MODI 1}]}$ habe ich auch$_{[\text{MODI 2}]}$ Ihre Gedankenanstöße wahrgenommen$_{[\text{PRÄD 3}]}$ wenn$_{[\text{KONN 4}]}$ Sie eine andere$_{[\text{MODI 5}]}$ Ansicht als ich$_{[\text{MODI 6}]}$ hatten$_{[\text{PRÄD 7}]}$.

(7 *Ideen* bei 15 *Wörtern* ergibt eine *ID* von 4,67 pro 10 Wörter)

(b) Jetzt$_{[\text{MODI 1}]}$ möchte ich mich noch$_{[\text{MODI 2}]}$ bei Ihnen$_{[\text{MODI 3}]}$ und Ihren Team$_{[\text{MODI 4}]}$ für Ihre Arbeit$_{[\text{MODI 5}]}$ bedanken$_{[\text{PRÄD 6}]}$.

(6 *Ideen* bei 14 *Wörtern* ergibt eine *ID* von 4,29 pro 10 Wörter)

(c) Dierse habe ich dann$_{[\text{MODI 1}]}$ sehr$_{[\text{MODI 2}]}$ selbstkritisch$_{[\text{MODI 3}]}$ für mich$_{[\text{MODI 4}]}$ analysiert$_{[\text{PRÄD 5}]}$.

(5 *Ideen* bei 9 *Wörtern* ergibt eine *ID* von 5,56 pro 10 Wörter)

Satz (a) weist zwei prädikative und eine konnektive Proposition zusammen mit einigen Ideen der Kategorie „Modifikation“ auf im Gegensatz zu Satz (b), der nur einmal eine prädikative Relation und ansonsten modifizierende Ideen enthält. Dennoch lassen sich für beide Sätze eine annähernd gleiche Anzahl an Ideen und eine nahezu übereinstimmende ID ableiten. Daran wird deutlich, dass sich die semantische bzw. inhaltliche Komplexität, die durch die ID gemessen wird, auf sehr unterschiedliche Arten erreichen lässt, über die letztendlich ein abstrahierter Wert gebildet wird. Ein Komplexitätsunterschied ist hier im Vergleich zur DC weniger festzustellen. Satz (c) hat sowohl die geringste Wortanzahl als auch den kleinsten DC - Wert, weist jedoch die höchste ID im Vergleich zu allen anderen Äußerungen des Beispielblogs auf. Das liegt zum einen an der hohen Dichte an Ideen, kann aber zusätzlich durch die Kürze der Sprachprobe beeinflusst sein. Auch wenn eine Berechnung der ID in den Beispielen bereits möglich ist, sind diese Werte als nicht verlässlich zu bezeichnen. Wie oben mehrfach betont wurde (siehe Abschnitt 2.2.2.3), stabilisiert sich die ID erst ab einer bestimmten Länge. Der Blogtext im Anhang sollte diese Länge allerdings haben, zumindest gemessen an dem von Ferguson et al. (2014) und Spencer et al. (2015) angegebenen Grenzwert von 60 Wörtern, den dieser mit 102 überschreitet. Somit kann ein stabiler ID - Wert von 4,61 für den letzten Blogtext von P - 4-084 festgehalten werden.

4.4. Datenanalysen

Zuerst sollen neben einer deskriptiven Darstellung der **Variabilität** in der sprachlichen Komplexität zwischen den Patienten der untersuchten KMG - Stichprobe Zusammenhänge zwischen den Faktoren **Anzahl der Blogs** oder **Länge der Beiträge** eines Patienten und ihrer sprachlichen Komplexität betrachtet werden, da diese, wie oben in Bezug auf die ID dargelegt, möglicherweise Einfluss auf die Stabilität der Maße nehmen könnten.

Danach liegt der Fokus einerseits auf einer Bestimmung der longitudinalen Komplexitätsverläufe und der Relation zwischen dieser Entwicklung in der sprachlichen Komplexität über den Nachsorgezeitraum hinweg und dem Therapieerfolg, wie ihn die Psychologen erhoben haben. Andererseits sollen die prädiktiven Kapazitäten des ersten Blogs, d. h. der initialen Komplexitätswerte in den unterschiedlichen Maßen, zur Vorhersage des Therapieerfolgs analysiert werden.

Allgemein ist festzuhalten, dass alle im Folgenden und bereits im Vorhinein präsentierten Grafiken, Datenauswertungen und statistischen Analysen mittels des Statistikprogramms *R* (R Core Team, 2018) erstellt bzw. berechnet wurden.[29]

4.4.1. Komplexitätsverläufe: Modellierung longitudinaler Veränderungen in der Komplexität und prädiktiver Effekte hinsichtlich des Therapieerfolgs

Als Ausgangspunkt der Analyse wurde eine Matrix zu **Korrelationen der Komplexitätsmaße** untereinander durch Berechnungen von Spearmans Rho (r_s) und Anpassung für multiples Testen über eine Anwendung der False Discovery Rate (FDR) (vgl. Benjamini und Hochberg, 1995) mittels des R - Pakets „psych“ (Revelle, 2018) herangezogen.

Um die **longitudinalen Komplexitätsverläufe** statistisch zu schätzen, erfolgte dann in einem ersten Schritt eine Berechnung dreier **linearer gemischter Modelle** mittels des R - Pakets „lme4“ (Bates et al., 2018) mit den Komplexitätsmaßen MLUm, DC und ID (auf Basis der Ergebnisse der Korrelationsanalyse) als jeweils abhängige Variablen. Für jedes der Komplexitätsmaße wurden die Nummern der jeweiligen Blogs, die deren Reihenfolge und damit die voranschreitende Zeit wiedergeben, sowie die beiden personenbezogenen Faktoren Alter und Geschlecht als „fixed effects“ modelliert. Zusätzlich wurden „random effects“ für individuelle Varianz zwischen den Patienten einbezogen hinsichtlich einerseits des „Intercepts“ und andererseits des „Slopes“ in Bezug auf den Effekt der Blognummer bzw. Zeit.

[29] Einige relevante Pakete, die in R verwendet wurden, sind an den jeweiligen Stellen angegeben.

Aus den linearen gemischten Modellen konnten im zweiten Schritt der Analyse die durch das Restricted Maximum Likelihood (REML) - Kriterium gefitteten Koeffizienten wiederum für die einzelnen Patienten extrahiert werden. Diese flossen dann in **lineare Modelle** ein zur Überprüfung des **prädiktiven Potenzials der sprachlichen Komplexitätsverläufe für den Therapieerfolg** auf Populationsebene. Zur Ableitung des Therapieerfolgs wurde ein Differenzscore für die psychologischen Zielkriterien berechnet aus dem jeweiligen Wert zu T1 subtrahiert vom Wert zu T2. Da höhere Werte in allen Maßen eine stärkere Belastungssituation für die Patienten widerspiegeln, sind positive Differenzen als Verschlechterung und negative als Verbesserung der mentalen Gesundheit zu interpretieren. Vor der Modellierung erfolgte dann ebenfalls eine Analyse und Bewertung der Korrelationskoeffizienten (Berechnungen von Spearmans Rho inklusive jeweils einer Anpassung über die FDR) für die Differenzscores der unterschiedlichen psychologischen Zielkriterien. Auf Basis dessen konnten zwei der Maße als abhängige Faktoren in den linearen Regressionsmodellen ausgewählt werden. Für die einzelnen Komplexitätsmaße erfolgten dann Gegenüberstellungen jeweils eines einfacheren und eines komplexeren Modells mit zusätzlichen unabhängigen Variablen. Die einfacheren Modelle (M1) enthielten nur eine Prädiktorvariable für den Intercept und den Komplexitätsfit aus dem gemischten Modell zu den unterschiedlichen Blogzeitpunkten. Zusätzlich zu diesen Variablen beziehen die komplexeren Modelle (M2) die beiden Prädiktoren Indikation als Haupteffekt und Indikation als abgestufte Variable mit ein. Zum Vergleich der zwei Modellvarianten wurden jeweils Varianzanalysen mittels ANOVA für statistische Modelle aus dem R - Paket „cars“ (Fox et al., 2018) zu den Modellen M1 und M2 berechnet.

4.4.2. Prädiktive Kapazitäten der initialen Komplexitätswerte

Neben den Ergebnissen für die longitudinalen Veränderungen in der sprachlichen Komplexität und der mentalen Gesundheit erfolgte außerdem auf Ebene der Stichprobe eine Analyse des prädiktiven Potenzials des ersten Blogs bzw. „Ausgangswerts“ der sprachlichen Komplexität für den Therapieerfolg, bedingt durch die Intervention. Die **initialen Werte** aller Komplexitätsmaße, d. h. die Ergebnisse des jeweils ersten Blogs eines Patienten wurden als „Ausgangswert“ zu Beginn der online - Therapie interpretiert und mit dem Therapieerfolg, wiederum gemessen durch einen Differenzscore aus den psychologischen Outcomemaßen zu T2 minus T1, korreliert. Die Berechnungen der Korrelationen erfolgten wiederholt durch Spearmans Rho (r_s) und eine Anpassung für multiples Testen über die Anwendung der FDR.

5. Ergebnisse

5.1. Variabilität, Anzahl und Länge der Blogs

Die einzelnen Blogs variieren hinsichtlich der vier **Komplexitätswerte** innerhalb des Blogverlaufs der einzelnen Patienten, d. h. von Woche zu Woche, und zwischen den Patienten über den Nachsorgezeitraum hinweg teilweise recht deutlich. Beispielhaft sind zur Veranschaulichung dieser allgemeinen **Variabilität** in Grafik III.5 die Komplexitätswerte der Patienten, die alle 12 Blogs tatsächlich verfasst haben, abgetragen.

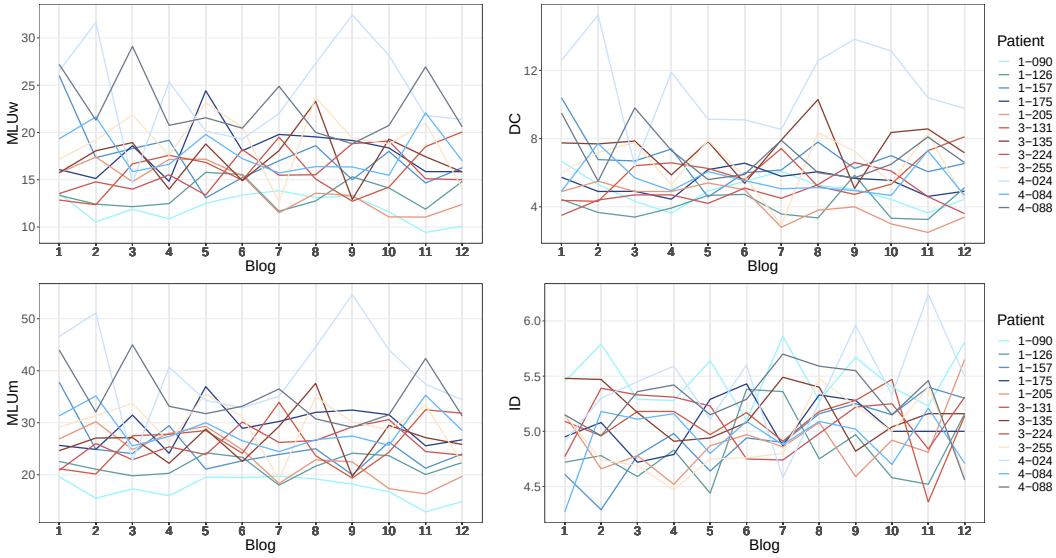


Abb. III.5.: Variabilität zwischen den wöchentlichen Blogs in den Komplexitätswerten für alle Patienten mit 12 Blogs und die vier analysierten Maße (MLUw/ m, DC, ID).

Besonders deutlich wird daran, dass bei manchen Patienten, z. B. P - 4-024, markante Sprünge von Text zu Text zu beobachten sind und Komplexitätsmaxima erreicht werden. Auf der anderen Seite zeigt bspw. P - 3-224 keine ausgeprägten Veränderungen zwischen den aufeinanderfolgenden Blogs in allen Maßen. Ein interessantes Muster wird außerdem bereits bei visueller Inspektion der Werte von P - 1-090 deutlich. Während die drei syntaktisch orientierten Komplexitätswerte am untersten Rand der Verteilungen liegen und keine ausgeprägte Variabilität von Woche zu Woche aufweisen (die Werte schwanken in einem Bereich von ca. 4 Wörtern, 7 Morphemen und 3 Punkten in der DC), bewegen sich die Werte bei der ID hingegen in einem vergleichsweise höheren Bereich und zeigen gerade zwischen den Blogs 5 bis 8 Unterschiede von über 0,5 Ideen pro 10 Wörter.

Einige interessante Muster ergeben sich bei der Ermittlung der **Mittelwerte und Standardabweichungen in den sprachlichen Komplexitätsmaßen** für einerseits die Patienten gruppiert nach verfassten Blogeinträgen und andererseits die Blogs gruppiert nach Anzahl der Wörter. Die Ergebnisse dieser Auswertungen sind in Tabelle III.3 zusammengetragen. Zusammengefasst wurden dazu die Kategorien 6/7 Blogs, Wortanzahl bis 75, 550 bis 650, 650 bis 750 und ab 750. Ansonsten erfolgte eine Gruppierung der Wortanzahl in 25er - Schritten. Die Größen der jeweiligen Gruppen sind, sowohl was die Blogs als auch die Anzahl der Wörter angeht, nach dieser Anpassung recht gleichmäßig verteilt.

	n	**MLUw**		**MLUm**		**DC**		**ID**	
Blogs		M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)	M	M (SD)
6/7	9	14,8	(1,41)	23,42	(2,11)	5,93	(1,01)	4,93	(0,34)
8	10	16,64	(3,47)	26,44	(5,56)	6,58	(1,54)	5,16	(0,29)
9	14	17,37	(4,61)	27,75	(8,56)	6,12	(1,56)	4,98	(0,36)
10	15	17,38	(3,58)	27,18	(5,97)	6,39	(1,75)	5,11	(0,23)
11	10	14,62	(2,02)	23,24	(3,45)	5,37	(1,52)	5,0	(0,28)
12	12	17,32	(3,53)	27,41	(5,89)	6,2	(1,83)	5,03	(0,35)
Wörter									
bis 75	15	11,31	(3,25)	17,87	(4,78)	3,99	(1,71)	5,16	(0,89)
100	22	14,31	(3,08)	21,58	(4,49)	5,96	(1,89)	5,26	(0,36)
125	32	15,11	(5,57)	23,95	(8,32)	5,82	(2,83)	5,07	(0,49)
150	42	15,89	(4,41)	25,7	(8,44)	5,98	(2,37)	5,19	(0,53)
175	39	15,74	(3,22)	24,98	(5,78)	5,62	(1,53)	4,98	(0,44)
200	35	15,26	(3,69)	23,73	(6,05)	5,63	(1,97)	5,04	(0,45)
225	46	16,07	(3,65)	25,59	(5,68)	5,9	(1,97)	5,03	(0,33)
250	28	16,19	(3,69)	25,78	(5,73)	5,21	(1,45)	4,96	(0,41)
275	41	17,3	(4,97)	26,95	(7,52)	6,48	(2,54)	5,0	(0,37)
300	44	17,67	(4,74)	27,74	(8,14)	6,2	(2,23)	5,07	(0,4)
325	38	16,76	(3,77)	26,84	(6,65)	6,28	(2,03)	5,02	(0,42)
350	33	15,42	(3,23)	24,61	(5,58)	5,79	(1,52)	5,02	(0,35)
375	39	17,4	(4,79)	27,67	(8,06)	6,32	(2,26)	5,01	(0,4)
400	28	18,46	(5,36)	29,44	(8,62)	6,72	(2,43)	5,1	(0,42)
425	23	17,9	(4,0)	28,3	(7,04)	6,66	(1,57)	5,03	(0,4)
450	20	17,72	(3,12)	28,24	(6,37)	5,99	(1,37)	4,93	(0,36)
475	18	16,33	(3,51)	25,81	(6,3)	6,13	(2,12)	4,99	(0,39)
500	17	16,47	(3,78)	25,57	(6,48)	6,23	(1,89)	5,13	(0,32)
525	25	18,74	(4,91)	30,42	(8,48)	7,33	(2,71)	4,96	(0,42)
550	17	17,72	(5,09)	27,8	(8,79)	6,37	(1,7)	5,16	(0,35)
650	23	17,16	(5,53)	26,97	(9,11)	6,55	(2,01)	5,19	(0,39)
750	14	18,83	(5,64)	30,56	(10,26)	6,81	(1,6)	4,98	(0,46)
1300	32	17,4	(4,58)	27,15	(8,67)	6,28	(1,43)	5,05	(0,45)

Tab. III.3.: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der Komplexitätsmaße gruppiert nach Bloganzahl pro Patient (6/7 Blogs zusammengefasst) und Anzahl der Wörter pro Blog (die unterste und die drei letzten Kategorien sind jeweils zusammengefasst, ansonsten 25er - Schritte).

In Bezug auf die **Anzahl der Blogs pro Patient** wird bereits in der Abbildung III.6[30] deutlich, dass die Gruppe der Patienten mit nur 6 oder 7 Blogs im Mittel geringere MLU - Werte aufweist. Die Mittelwerte stabilisieren sich ab 8 Blogs, bis auf einen auffälligen Abfall bei 11 verfassten Beiträgen, der sich auf dem Niveau der Gruppe mit nur 6/ 7 Blogs bewegt. Die DC ist im Vergleich dazu relativ stabil über alle Gruppen hinweg, zeigt jedoch parallel zur MLU bei den Patienten mit 6, 7 oder 11 Blogs ebenfalls leicht geringere Mittelwerte. Die ID unterscheidet sich von den syntaktisch ausgerichteten Komplexitätsmaßen dahingehend, dass die gemittelten Werte durchgehend konstant über alle Gruppen hinweg sind.

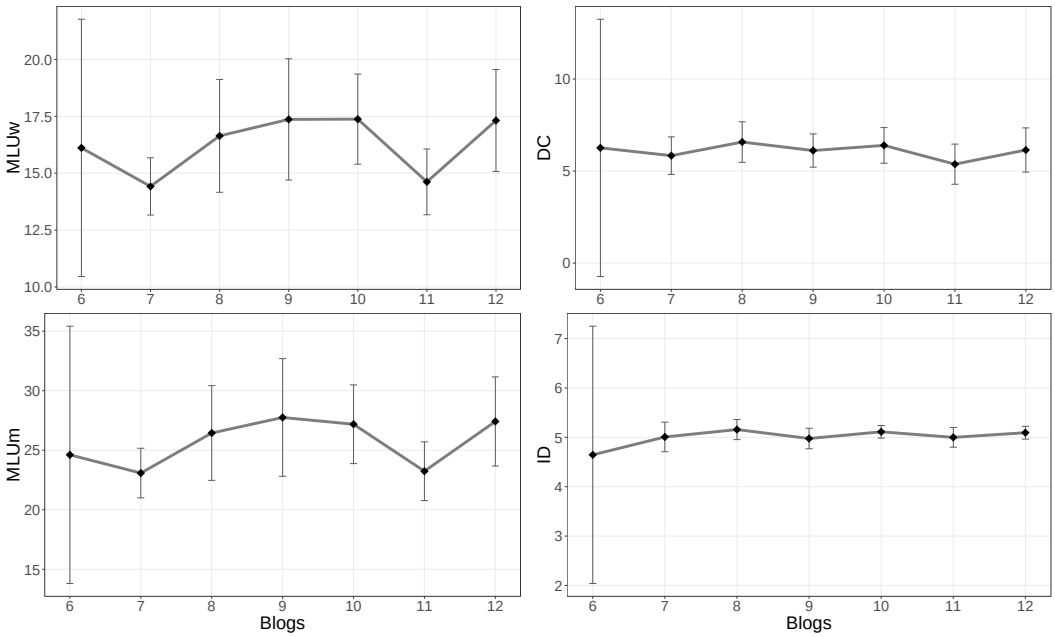


Abb. III.6.: Mittelwerte für die vier Komplexitätsmaße (MLUw/ m, DC, ID) und 95 %-Konfidenzintervalle pro Patientengruppe mit einer bestimmten Anzahl an Blogeinträgen.

Die **Anzahl der Wörter pro Beitrag** hat ebenfalls Einfluss auf die gemittelten Komplexitätswerte für die jeweiligen Texte einer entsprechenden Länge (siehe Abbildung III.7). Ein nahezu stetiger Anstieg der Werte ist bei den beiden MLU - Maßen bis zu der Gruppe mit einer Länge zwischen 275 - 300 Wörtern zu beobachten. Danach bewegen sich die gemittelten Komplexitätswerte mit kleineren Schwankungen um den bis dahin erreichten fast maximalen Wert herum. Bei der DC ist wie bei der MLUw/ m der mit Abstand geringste Wert in der Gruppe mit

[30] Trotz des weiten Konfidenzintervalls zu Beginn der Abbildung wurden die Gruppen mit 6 und 7 Blogs zur Veranschaulichung hier nicht zusammengefasst.

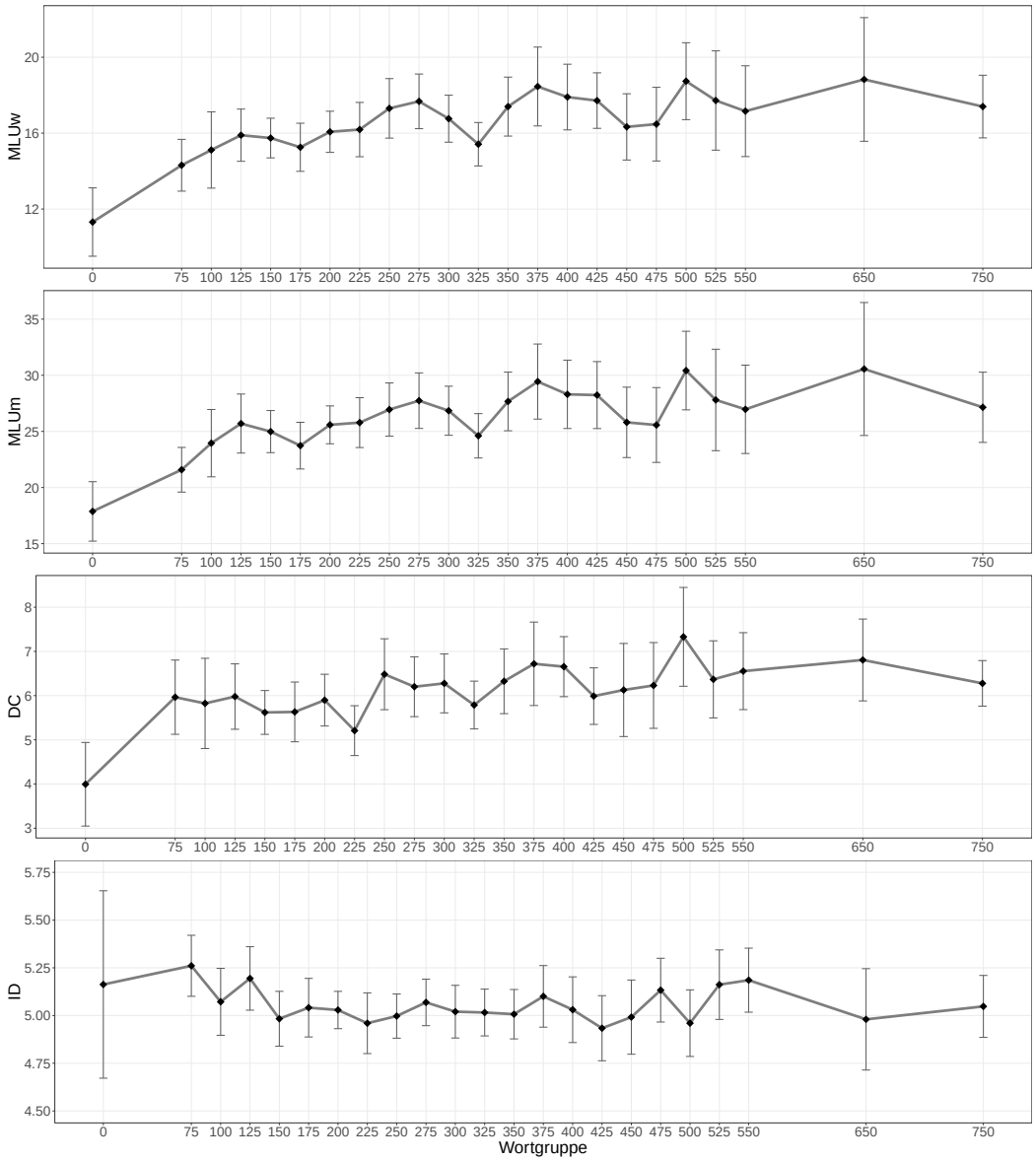


Abb. III.7.: Mittelwerte für die vier Komplexitätsmaße und 95 % - Konfidenzintervalle pro Gruppe von Blogs mit einer bestimmten Wortanzahl. Die Kategorien sind jeweils nach dem Minimalwert an Wörtern einer Gruppe benannt, d. h., „0“ bezeichnet die Gruppe von Blogs zwischen 0 - 75 Wörtern Länge, „75“ zwischen 75 - 100 Wörtern Länge etc.. Ab 75 bis 550 Wörtern wurden 25er - Schritte angesetzt, ab 550 Wörtern 100er Intervalle und alle Blogs ab 750 Wörtern sind in der letzten Kategorie zusammengefasst.

0 - 75 Wörtern festzustellen. Allgemein betrachtet, zeigt sich ein darauffolgender Anstieg in zwei Stufen. Die Gruppen zwischen 75 - 225 Wörtern liegen um einen Mittelwert von 5 - 6 in der DC und ab 250 Wörtern eher um 6 - 7 in diesem Maß. Bei der ID zeigt sich hingegen wieder ein umgekehrtes Muster. Die Gruppen mit Blogs bis zu einer Länge von 150 Wörtern weisen höhere ID - Mittelwerte auf. Ab einer Länge von 150 bis 475 Wörtern bleibt die gemittelte ID relativ konstant bei einem Wert um 5 Ideen pro 10 Wörter. Interessanterweise nimmt die gemittelte ID in einigen der Gruppen mit einer recht hohen Anzahl an Wörtern wieder etwas zu, jedoch nicht in den höchsten Kategorien.

5.2. Veränderung der sprachlichen Komplexität in Relation zum Therapieerfolg

Zunächst werden die Ergebnisse der gemischten linearen Modelle, die letztendlich der Ableitung gefitteter Werte für die aufeinanderfolgenden Blogeinträge dienen und hinsichtlich longitudinaler Komplexitätsverläufe interpretierbar sind, präsentiert. Danach sollen die Resultate der linearen Modelle zur Überprüfung des prädiktiven Potenzials der so erhobenen sprachlichen Komplexitätsveränderungen für den Therapieerfolg folgen. Im dritten Abschnitt werden dann die Ergebnisse zur Prädiktivität der initialen Komplexitätslevel beschrieben.

Grundlegend ist festzuhalten, dass, wie zu erwarten war, **Korrelationen zwischen den einzelnen Komplexitätsmaßen** über alle Blogtexte hinweg bestehen (siehe Tabelle III.4). Zwischen der MLUw und MLUm findet sich eine fast perfekte und hoch signifikante Korrelation, $r_s = .96$, $p < .001$. Aufgrund dessen wird für die unten berichteten Modelle nur die MLUm herangezogen. Hohe Korrelationen von ca. .7 ($p < .001$) zeigen sich zwischen dem syntaktischen Maß DC und beiden MLU - Satzlängenmaßen. Besonders interessant ist eine zusätzliche schwache, jedoch hoch signifikante Korrelation zwischen der DC und ID, $r_s = .15$, $p < .001$.

	MLUw	MLUm	DC
MLUm r_s	.96 ***	–	–
Sign.	*< .001*	–	–
DC r_s	.77 ***	.72 ***	–
Sign.	*< .001*	*< .001*	–
ID r_s	.01	-.02	.15 ***
Sign.	*ns*	*ns*	*< .001*

Tab. III.4.: Korrelationen zwischen den sprachlichen Komplexitätsmaßen in der KMG - Studie. Die Korrelationskoeffizienten wurden mittels Spearmans Rho (r_s) und die Signifikanzniveaus (*Sign.*) unter Anpassung für multiples Testen durch Anwendung der FDR berechnet.

5.2.1. Entwicklung der sprachlichen Komplexität über den Interventionsverlauf

In den **linearen gemischten Modellen** (siehe zu den Schätzwerten und einer t-Teststatistik für die „fixed effects“ die Ergebnistabelle III.5) auf Populationsebene zeigen sich keine oder vernachlässigbare, tendenziell aber eher negative „Effekte“ der fixen Variablen Geschlecht und Alter.

Lineares gemischtes Modell für die MLUm		n Blogtexte = 671	n Patienten = 70
Random Effects		*Varianz (SD)*	*Korrelation*
	Patient: Intercept	42,05 (6,48)	
	Blog	0,13 (0,36)	-.46
	Residual	21,89 (4,68)	
Fixed Effects		*Schätzwert (SF)*	*t - Wert*
	Intercept	30,77 (4,65)	6,62
	Blog	-0,3 (0,08)	-3,9
	Geschlecht	-0,01 (0,73)	-0,01
	Alter	-0,06 (0,1)	-0,66
Lineares gemischtes Modell für die DC		n Blogtexte = 671	n Patienten = 70
Random Effects		*Varianz (SD)*	*Korrelation*
	Patient: Intercept	2,65 (1,63)	
	Blog	0,01 (0,1)	-.37
	Residual	1,86 (1,36)	
Fixed Effects		*Schätzwert (SF)*	*t - Wert*
	Intercept	8,48 (1,22)	6,97
	Blog	-0,07 (0,02)	-3,15
	Geschlecht	0,02 (0,19)	0,1
	Alter	-0,04 (0,02)	-1,68
Lineares gemischtes Modell für die ID		n Blogtexte = 671	n Patienten = 70
Random Effects		*Varianz (SD)*	*Korrelation*
	Patient: Intercept	0,07 (0,26)	
	Blog	0 (0,02)	-.21
	Residual	0,11 (0,33)	
Fixed Effects		*Schätzwert (SF)*	*t - Wert*
	Intercept	5,27 (0,22)	24,17
	Blog	0,02 (0,01)	4,15
	Geschlecht	-0,02 (0,03)	-0,65
	Alter	-0,01 (0)	-1,53

Tab. III.5.: Lineare gemischte Modelle zur Ableitung von gefitteten Werten für die aufeinanderfolgenden Blogtexte zur Interpretation longitudinaler Komplexitätsverläufe in der KMG-Studie. Varianzen und Standardabweichungen (SD) für die „random effects“ sowie Schätzwerte und Standardfehler (SF) inklusive einer t-Statistik für die „fixed effects“ werden berichtet. REML (restricted maximum likelihood)-Kriterium bei Konvergenz: MLUm = 4194, DC = 2532,1, ID = 606,7.

Ein leicht stärkerer Einfluss kann in Hinblick auf den als „fixed“ modellierten Ef-

fekt der Blognummer, der für die syntaktischen Komplexitätsmaße MLUm und DC auf einen sehr schwach negativen „Trend“ von $\beta = -0{,}3/-0{,}07$ über die Zeit hinweg pro Blog hindeutet, abgeleitet werden. Gegenläufig dazu zeigt das Modell für die ID eher einen sehr schwachen positiven Trend von $\beta = 0{,}02$ für den Effekt der Blognummer. Aufgrund der extrem schwachen Tendenzen und des Primärziels, aus den Modellen longitudinale Fits für die individuellen Patienten abzuleiten, wurden zu diesen Ergebnissen keine weiteren Statistiken gerechnet (z. B. zur Ableitung von p - Werten). Auf patientenspezifischer Ebene klärt der zufällige Effekt der Steigung hinsichtlich der Blognummer wenig bis keine Varianz bei allen Maßen auf (Standardabweichung (SD) für die MLUm = 0,36, SD für die DC = 0,1 und SD für die ID = 0,02). Bei der ID übersteigt der individuelle Effekt des Intercepts zudem nicht die residuelle Varianz (SD für den Intercept = 0,26 vs. SD für die „residuals“ = 0,33) im Gegensatz zu den beiden syntaktischen Komplexitätsmaßen (SDs bei der MLUm = 6,48 vs. 4,68 und bei der DC = 1,63 vs. 1,36).

Zur Extraktion **patientenspezifischer longitudinaler Komplexitätsveränderungen** wurden aus diesen Modellen wiederum die individuellen, durch das Restricted Maximum Likelihood (REML) - Kriterium gefitteten Koeffizienten für den Faktor Blognummer/ Zeit extrahiert. Ähnlich wie für die Komplexitätsniveaus der Blogs zeigen sich auch **Korrelationen** zwischen diesen Fits der einzelnen Maße (siehe Tabelle III.6).

	MLUm longitudinaler Fit	DC longitudinaler Fit
DC longitudinaler Fit r_s	.82 ***	–
Sign.	*< .001*	–
ID longitudinaler Fit r_s	-.37 **	-.29 *
Sign.	*< .01*	*< .05*

Tab. III.6.: Korrelationen zwischen den longitudinalen Fits (bezogen auf den Blogeffekt) aus der KMG - Studie für die sprachlichen Komplexitätsmaße. Die Korrelationskoeffizienten wurden mittels Spearmans Rho (r_s) und die Signifikanzniveaus (*Sign.*) unter Anpassung für multiples Testen durch Anwendung der FDR berechnet.

Zwischen den longitudinalen Fits für die syntaktischen Maße MLUm und DC ergeben sich parallel zu den Komplexitätsniveaus der einzelnen Blogs hoch signifikante, starke Korrelationen, $r_s = .82$, $p < .001$. Die Fits für das Satzlängenmaß MLUm und die ID weisen hingegen eine sehr signifikante, negative Korrelation auf von $r_s = -.37$ ($p < .01$), während sich ebenfalls eine schwache, aber signifikante negative Korrelation zwischen den longitudinalen Fits für die DC und die ID zeigt, $r_s = -.29$, $p < .05$.

5.2.2. Prädiktion des Therapieerfolgs durch Veränderungen in der sprachlichen Komplexität?

Zur Quantifikation des **Therapieerfolgs** und der damit verbundenen Entwicklung der mentalen Gesundheit wurden die Differenzen aus den jeweiligen Werten der psychologischen Zielkriterien zum Zeitpunkt T2 minus denen zu T1 herangezogen. Ein negativer Wert deutet auf eine Verbesserung der mentalen Gesundheit und eine positive Differenz entsprechend auf eine Verschlechterung nach den drei Monaten der Nachsorge hin. Die **Korrelationsmatrix** zu diesen Werten ist in Tabelle III.7 abgetragen.

	Therapieerfolg im SIBAR	Therapieerfolg im PHQ-9
Therapieerfolg im PHQ-9 r_s	0	–
Sign.	*ns*	–
Therapieerfolg im SPE r_s	.62***	.05
Sign.	*<.001*	*ns*

Tab. III.7.: Korrelationen zwischen den Differenzen aus den psychologischen Zielkriterien SIBAR, SPE und PHQ-9 zu T2 minus T1 ($\widehat{=}$ Therapieerfolg). Die Korrelationskoeffizienten wurden mittels Spearmans Rho (r_s) und die Signifikanzniveaus (*Sign.*) unter Anpassung für multiples Testen durch Anwendung der FDR berechnet.

Für die psychologischen Zielkriterien zeigt sich eine hoch signifikante mittlere Korrelation zwischen dem im SIBAR und SPE abgebildeten Therapieerfolg hinsichtlich des Frühberentungsrisikos und der Erwerbstätigkeit, $r_s = .62$, $p < .001$. Da dieses Ergebnis mit der sehr ähnlichen Ausrichtung und Konzeption der beiden Outcome-Maße übereinstimmt, soll für die weitere Auswertung nur auf das primäre Zielkriterium der GSA-Online Studie, den SIBAR, zurückgegriffen werden.

Einfache **lineare Regressionsmodelle** wurden schließlich verwendet, um zu testen, ob die longitudinalen Komplexitätsverläufe für die sprachlichen Komplexitätsmaße, abgeleitet aus den Fits der gemischten linearen Modelle, signifikant den Therapieerfolg vorhersagen können. Für jedes der drei Komplexitätsmaße (MLUm, DC und ID) und beide ausgewählten psychologischen Zielkriterien (SIBAR und PHQ-9) erfolgte ein Vergleich eines einfacheren und komplexeren Modells. Letztere Modelle enthalten eine zusätzliche Einbeziehung des Indikationsbereichs, dem die primären Erkrankungen der Patienten zuzuordnen waren, als einerseits Haupteffekt und andererseits abgestuft nach einzelnen Indikationen (Psychosomatik, Kardiologie und Orthopädie). Grundsätzlich wird in Tabelle III.8 deutlich, dass keine signifikanten Effekte in allen Modellen festzustellen sind.

Prädiktion durch MLUm - Veränderung	SIBAR		PHQ - 9	
	$M1_{S\text{ - }MLUm}$	$M2_{S\text{ - }MLUm}$	$M1_{P\text{ - }MLUm}$	$M2_{P\text{ - }MLUm}$
Prädiktorvariable	*B - Koeffizienten (SF)*		*B - Koeffizienten (SF)*	
Intercept/ konstant	0,24 (0,55)	0,35 (0,56)	-1,37 (1,14)	-1,42 (1,15)
Sign.	*ns (p = .67)*	*ns (p = .54)*	*ns (p = .24)*	*ns (p = .22)*
Haupteffekt Indikation		-0,56 (0,42)		-0,98 (0,87)
Sign.		*ns (p = .2)*		*ns (p = .26)*
Abgestuft Indikation		0,01 (0,44)		1,63 (0,9)
Sign.		*ns (p = .98)*		*t (p = .08)*
MLUm - Fit für Blog	1,71 (1,51)	1,67 (1,51)	0,88 (3,1)	0,83 (3,06)
Sign.	*ns (p = .26)*	*ns (p = .28)*	*ns (p = .78)*	*ns (p = .79)*
R^2 (angepasst)	.02 (.0)	.05 (.0)	.0 (-.01)	.06 (.01)
F - Statistik	$F(1,65) = 1{,}28$	$F(3,63) = 1{,}05$	$F(1,64) = 0{,}08$	$F(3,62) = 1{,}25$
Sign.	*ns (p = .26)*	*ns (p = .38)*	*ns (p = .78)*	*ns (p = .3)*
Prädiktion durch DC - Veränderung	**SIBAR**		**PHQ - 9**	
	$M1_{S\text{ - }DC}$	$M2_{S\text{ - }DC}$	$M1_{P\text{ - }DC}$	$M2_{P\text{ - }DC}$
Prädiktorvariable	*B - Koeffizienten (SF)*		*B - Koeffizienten (SF)*	
Intercept/ konstant	-0,04 (0,53)	0,09 (0,54)	-1,65 (1,09)	-1,75 (1,11)
Sign.	*ns (p = .94)*	*ns (p = .86)*	*ns (p = .13)*	*ns (p = .12)*
Haupteffekt Indikation		-0,56 (0,43)		-0,99 (0,87)
Sign.		*ns (p = .19)*		*ns (p = .26)*
Abgestuft Indikation		0 (0,45)		1,63 (0,9)
Sign.		*ns (p = 1)*		*t (p = .08)*
DC - Fit für Blog	3,52 (6,16)	3,62 (6,17)	-0,24 (12,55)	-1,15 (12,41)
Sign.	*ns (p = .57)*	*ns (p = .56)*	*ns (p = .99)*	*ns (p = .93)*
R^2 (angepasst)	.0 (-.01)	.03 (-.01)	.0 (-.02)	.06 (.01)
F - Statistik	$F(1,65) = 0{,}33$	$F(3,63) = 0{,}75$	$F(1,64) = 0$	$F(3,62) = 1{,}23$
Sign.	*ns (p = .57)*	*ns (p = .53)*	*ns (p = .99)*	*ns (p = .31)*
Prädiktion durch ID - Veränderung	**SIBAR**		**PHQ - 9**	
	$M1_{S\text{ - }ID}$	$M2_{S\text{ - }ID}$	$M1_{P\text{ - }ID}$	$M2_{P\text{ - }ID}$
Prädiktorvariable	*B - Koeffizienten (SF)*		*B - Koeffizienten (SF)*	
Intercept/ konstant	-0,11 (0,85)	0,01 (0,86)	-1,53 (1,73)	-1,89 (1,75)
Sign.	*ns (p = .89)*	*ns (p = .99)*	*ns (p = .38)*	*ns (p = .28)*
Haupteffekt Indikation		-0,56 (0,43)		-0,99 (0,87)
Sign.		*ns (p = .2)*		*ns (p = .26)*
Abgestuft Indikation		0 (0,45)		1,64 (0,91)
Sign.		*ns (p = .99)*		*t (p = .08)*
ID - Fit für Blog	-7,86 (36,45)	-7,81 (36,68)	-4,82 (74,29)	10,02 (73,86)
Sign.	*ns (p = .83)*	*ns (p = .83)*	*ns (p = .95)*	*ns (p = .89)*
R^2 (angepasst)	.0 (-.01)	.03 (-.02)	.0 (-.02)	.06 (.01)
F - Statistik	$F(1,65) = 0{,}05$	$F(3,63) = 0{,}65$	$F(1,64) = 0$	$F(3,62) = 1{,}23$
Sign.	*ns (p = .83)*	*ns (p = .59)*	*ns (p = .95)*	*ns (p = .31)*

Tab. III.8.: Ergebnisse der linearen Regressionsmodelle zur Vorhersage des Therapieerfolgs im SIBAR (Index „S“) und PHQ - 9 (Index „P“) aus den longitudinalen Veränderungen der drei Komplexitätsmaße MLUm, DC und ID ohne (M1) und mit (M2) Einbeziehung zweier Variablen für den Indikationsbereich (Haupteffekt und Abstufung). SF = Standardfehler.

Wie an den Regressionskoeffizienten in der Tabelle oben abzulesen ist, hat die Prädiktorvariable der **longitudinalen Fits mit Bezug auf den Faktor Blog** in beiden Modellen für die drei Komplexitätsmaße und zwei psychologischen Zielkriterien jeweils zwar einen minimalen Einfluss zur Vorhersage des Therapieerfolgs, dieser wird jedoch nicht annähernd und bei keinem der Maße signifikant und ist insofern zu vernachlässigen. Insbesondere bei der ID zeigt sich hier ein hoher Standardfehler.

Für die **ID** und den PHQ - 9 kann die Abstufung nach **Indikation** leichte Veränderungen herbeiführen, allerdings tendiert der p - Wert nur in Richtung Signifikanz und diese wird somit ebenfalls nicht erreicht. Ebenso verhält es sich bei dem Komplexitätsmaß hinsichtlich des Haupteffekts des Faktors Indikationsbereich, der für beide psychologischen Zielkriterien keinen signifikanten und insofern zu vernachlässigenden Einfluss zur Vorhersage des Therapieerfolgs hat. Zwar können beim Maß der ID durch die Einbeziehung beider auf die Indikation bezogenen Regressorvariablen jeweils leichte Verbesserungen der Modelle für den SIBAR und (etwas deutlicher) den PHQ - 9 erreicht werden, aber auch diese lassen sich durch die Signifikanztests nicht untermauern. Bei der **DC** und der **MLUm** sind ebenfalls keine deutlichen Effekte durch die einbezogenen Prädiktorvariablen festzustellen hinsichtlich des SIBARs. Stärker ist der Einfluss des Indikationsbereichs auch bei den beiden syntaktischen Maßen im jeweils komplexeren Modell für den PHQ - 9. Insbesondere die abgestufte Indikationsbereichsvariable tendiert auch für die MLUm und DC in Richtung Signifikanz. Da in keiner der F - Statistiken für die Regressionsmodelle jedoch Signifikanzen erreicht werden (zu den genauen Daten siehe nächster Absatz), ist keiner der Faktoren letztendlich interpretierbar.

Für die Veränderungen in der MLUm und der DC zur Vorhersage des Therapieerfolgs im SIBAR gibt es keine signifikanten Verbesserungen durch die zusätzlichen Variablen zum Indikationsbereich und bei der ID kann dadurch hinsichtlich des primären psychologischen Zielkriteriums der GSA - Online Studie ebenfalls kein deutlich besserer **Modellfit** erreicht werden (die Ergebnisse sind der erwähnten Tabelle III.8 zu entnehmen). Im PHQ - 9 führt die Einbeziehung der Prädiktorvariablen zum Indikationsbereich für alle Komplexitätsmaße Verbesserungen in den komplexeren Modellen herbei, allerdings können im Vergleich zu 0 % Varianzaufklärung für die einfachen Modelle auch nur 6 % (unangepasst) und weiterhin ohne Erreichen des Signifikanzniveaus aufgeklärt werden (MLUm: $R^2 = .06$, $F(3, 62) = 1{,}25$, $p = .3$; DC: $R^2 = .06$, $F(3, 62) = 1{,}23$, $p = .31$; ID: $R^2 = .06$, $F(3, 62) = 1{,}23$, $p = .31$).

Die Ergebnisse von Modellvergleichen (siehe Ergebnistabelle III.9) mittels **Va-**

rianzanalysen (ANOVAs) bestätigen dieses Bild. Insbesondere beim PHQ-9-Zielkriterium sind Verringerungen der Abweichungsquadratsummen (engl. *residual sum of squares (RSS)*)) von den einfacheren zu den komplexeren Modellen erkennbar, die sich Signifikanz annähern, aber deutlich nicht erreichen (jeweils Sum of Squares ≈ 97, $p = .17$).

	ANOVA für die Modelle SIBAR – MLUm		
	Res. DF, DF	*RSS*	*Sum of Squares*
Modell $1_{\text{S-MLUm}}$	65	419,37	
Modell $2_{\text{S-MLUm}}$	63, 2	407,27	12,1
Sign.			*ns* ($p = .4$)
	ANOVA für die Modelle PHQ-9 – MLUm		
	Res. DF, DF	*RSS*	*Sum of Squares*
Modell $1_{\text{P-MLUm}}$	64	1731,1	
Modell $2_{\text{P-MLUm}}$	62, 2	1634,3	96,74
Sign.			*ns* ($p = .17$)
	ANOVA für die Modelle SIBAR – DC		
	Res. DF, DF	*RSS*	*Sum of Squares*
Modell $1_{\text{S-DC}}$	65	425,47	
Modell $2_{\text{S-DC}}$	63, 2	412,86	12,61
Sign.			*ns* ($p = .39$)
	ANOVA für die Modelle PHQ-9 – DC		
	Res. DF, DF	*RSS*	*Sum of Squares*
Modell $1_{\text{P-DC}}$	64	1733,3	
Modell $2_{\text{P-DC}}$	62, 2	1636,0	97,21
Sign.			*ns* ($p = .17$)
	ANOVA für die Modelle SIBAR – ID		
	Res. DF, DF	*RSS*	*Sum of Squares*
Modell $1_{\text{S-ID}}$	65	427,31	
Modell $2_{\text{S-ID}}$	63, 2	414,82	12,48
Sign.			*ns* ($p = .39$)
	ANOVA für die Modelle PHQ-9 – ID		
	Res. DF, DF	*RSS*	*Sum of Squares*
Modell $1_{\text{P-ID}}$	64	1733,2	
Modell $2_{\text{P-ID}}$	62, 2	1635,8	97,37
Sign.			*ns* ($p = .17$)

Tab. III.9.: Ergebnisse der ANOVA-Modellvergleiche zwischen den jeweils einfachen (M1) und komplexeren (M2) linearen Modellen (siehe oben und Tabelle III.8) für longitudinale Veränderungen in den drei Komplexitätsmaßen MLUm, DC und ID als Prädiktoren des Therapieerfolgs jeweils im SIBAR (Index „S“) und PHQ-9 (Index „P“). RSS = residual sum of squares.

Hier kann also am ehesten ein Einfluss des Indikationsbereichs festgehalten werden, vor allem für den PHQ-9, während die longitudinalen Veränderungen der einzelnen sprachlichen Komplexitätsmaße für den in den beiden ausgewählten psychologischen

Zielkriterien gemessenen Therapieerfolg überhaupt nicht informativ sind und keine Vorhersagen ermöglichen. Die Daten des SIBARs erweisen sich darüber hinaus auch für diese longitudinalen Komplexitätsanalysen der KMG - Studie als anhand der einbezogenen Variablen nicht gut modellierbar.

5.3. Analyse der initialen Komplexitätslevel

Bei einer Analyse der Komplexitätswerte des initialen Blogs eines jeden Patienten können auf Stichprobenebene weitere Erkenntnisse hinsichtlich der Frage nach individuellen sprachlichen Voraussetzungen, mit denen die Patienten in die Therapie einsteigen, abgeleitet werden. Von besonderem Interesse ist, ob sich Korrelationen zwischen diesen Werten und der Entwicklung der mentalen Gesundheit über den Zeitraum der Therapie hinweg, d. h. von T1 zu T2 und gemessen durch die psychologischen Zielkriterien SIBAR, PHQ - 9 und SPE zeigen. Das Ausgangsniveau der psychologischen Zielkriterien wird dabei außer Acht gelassen, da es nur auf die Richtung der Veränderung (Verbesserung = negative Differenz oder Verschlechterung = positive Differenz) und deren Ausmaß ankommt, um den Therapieerfolg einbeziehen zu können. Aufgrund der oben beschriebenen Bedeutung des Faktors Indikationsbereich soll nach einer Betrachtung der gesamten Stichprobe auch eine getrennte Analyse für die beiden Gruppen erfolgen.

Grundlegend sind keine **Mittelwertsunterschiede** zwischen der gesamten Stichprobe und den Psychosomatik- (PS) versus nicht - Psychosomatikpatienten (nicht PS) in den Ausgangswerten der einzelnen Komplexitätsmaße festzustellen, wie an Tabelle III.10 abzulesen ist.

	MLUw inital M (SD)	MLUm initial M (SD)	DC initial M (SD)	ID initial M (SD)
gesamt (n = 70)	17,67 (5,1)	28,71 (8,82)	6,79 (2,38)	4,91 (0,4)
PS (n = 30)	17,66 (5,48)	28,36 (9,36)	6,84 (2,34)	4,88 (0,4)
nicht PS (n = 40)	17,68 (4,86)	28,97 (8,5)	6,76 (2,44)	4,94 (0,41)

Tab. III.10.: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der initialen Komplexitätswerte für die gesamte KMG - Stichprobe und gruppiert nach den beiden Indikationsbereichen.

Allerdings unterscheiden sich die Patienten der beiden Indikationsbereiche in Hinblick auf **Korrelationen** zwischen den initialen Komplexitätswerten der vier Maße und Veränderungen in der mentalen Gesundheit, quantifiziert durch die drei psychologischen Zielkriterien SIBAR, PHQ - 9 und SPE (siehe die Streudiagramme

inklusive Regressionsgerade in Abbildung III.8 und Tabelle III.11 zu den Korrelationsergebnissen).

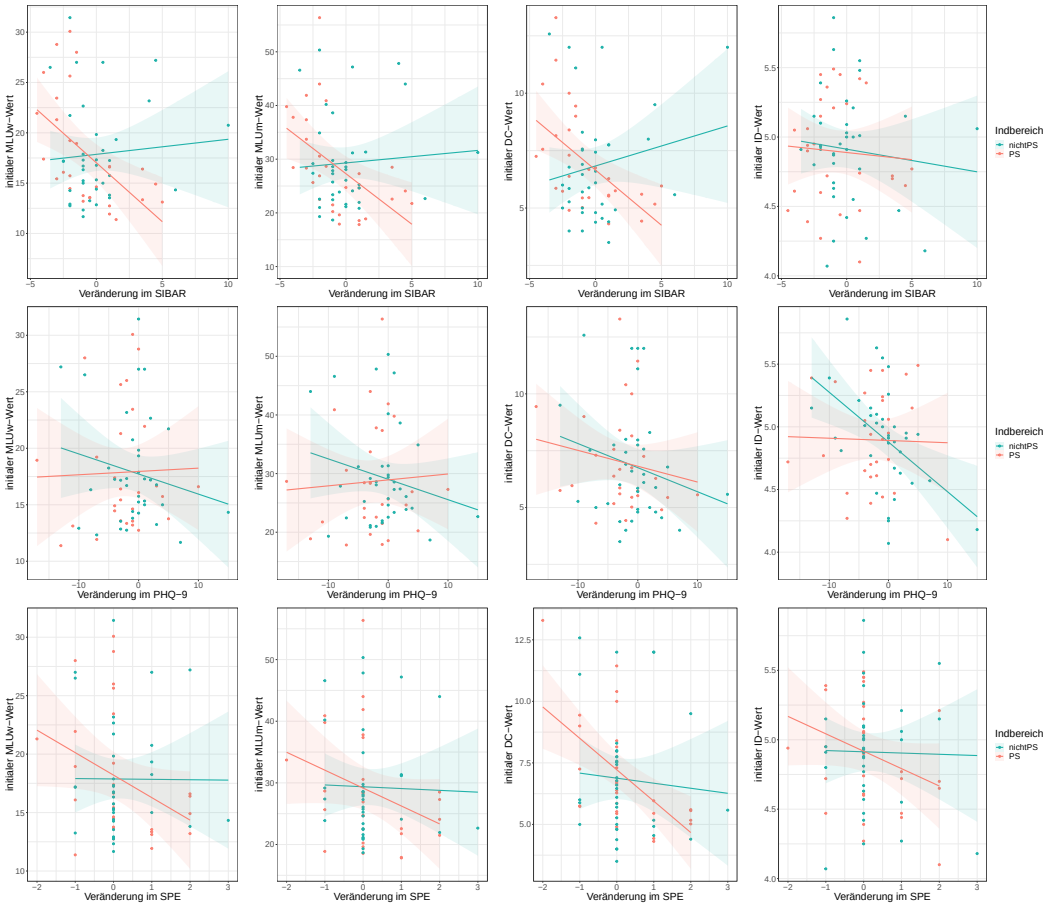


Abb. III.8.: Streudiagramme mit Regressionsgeraden und 95 % - Konfidenzintervallen zu Relationen zwischen den initialen Werten der Komplexitätsmaße MLUw/ m, DC und ID (von links nach rechts) und Veränderungen im SIBAR, PHQ - 9 und SPE (von oben nach unten). Die Veränderungswerte der psychologischen Zielkriterien entsprechen der Differenz aus dem Wert zu T2 minus T1. Positive Differenzen sind als Verschlechterung der mentalen Gesundheit und negative als Verbesserung zu interpretieren, da höhere Werte eine stärkere Belastung widerspiegeln.

In der **gesamten Stichprobe** zeigen sich zwischen den beiden psychologischen Zielkriterien SIBAR und SPE, die das Frühberentungsrisiko bzw. Vorhersagen der Berufstätigkeit eines Patienten fokussiert erheben, und jeweils den drei syntaktisch orientierten Komplexitätsmaßen MLUw, MLUm und DC geringe negative Korrelationen von $r_s \approx$-.3. Bei den beiden MLU - Maßen erreicht die Korrelation mit dem SIBAR Signifikanz ($p = < .05$), während bei der DC nur die Korrelation zum SPE signifikant wird ($p = < .05$). Im Gegensatz dazu deuten die Ergebnisse interessan-

terweise bei den initialen ID - Werten auf keine signifikanten Zusammenhänge hin.

		MLUw initial			**MLUm initial**			**DC initial**			**ID initial**		
		Veränderung im			Veränderung im			Veränderung im			Veränderung im		
		SIBAR	PHQ	SPE	SIBAR	PHQ	SPE	SIBAR	PHQ	SPE	SIBAR	PHQ	SPE
	r_s	**-.33**	.04	-.2	**-.32**	.01	-.19	-.29	-.15	**-.32**	-.04	-.21	-.13
gesamt	*Sign.*	*<.05*	*ns*	*ns*	*<.05*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*<.05*	*ns*	*ns*	*ns*
(n = 66)		*			*					*			
	r_s	**-.66**	.12	-.39	**-.63**	.03	-.37	**-.61**	-.21	**-.6**	.04	.1	-.31
PS	*Sign.*	*<.001*	*ns*	*.089*	*=.001*	*ns*	*.099*	*<.01*	*ns*	*<.01*	*ns*	*ns*	*ns*
(n = 29)		***		t	***		t	**		**			
	r_s	.06	-.02	.04	.01	-.02	.01	.01	-.12	-.11	.0	**-.53**	.08
nicht PS	*Sign.*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*<.01*	*ns*
(n = 37)												**	

Tab. III.11.: Korrelationen der initialen Komplexitätslevel in den vier linguistischen Maßen mit Veränderungen in der mentalen Gesundheit nach den drei psychologischen Zielkriterien. Negative Korrelationen deuten auf eine Verschlechterung der mentalen Gesundheit (Zunahme der jeweiligen mentalen Outcome - Werte) bei geringeren Ausgangswerten in der sprachlichen Komplexität hin. Die Korrelationskoeffizienten wurden mittels Spearmans Rho (r_s) und die Signifikanzniveaus (*Sign.*) unter Anpassung für multiples Testen durch Anwendung der FDR berechnet.

Dieses Muster lässt sich mit den beiden Indikationsbereichen der Patienten in Verbindung bringen, was bereits die Streudiagramme inklusive Regressionsgeraden deutlich machen. Die Gruppe der Patienten, denen eine Grunderkrankung aus dem Gebiet der **Psychosomatik** zuzuordnen ist, zeigt in allen drei syntaktischen Komplexitätsmaßen stärker ausgeprägte negative Korrelationen im geringen (zwischen SPE und MLUw/ MLUm: r_s = -.39/ -.37, $p = .089 / p = .099$) oder mittleren Bereich (zwischen SPE und DC: r_s = -.6, $p < .01$; zwischen SIBAR und MLUw/ MLUm/ DC: r_s = -.66/ -.63/ -.61, $p < .001 / p = .001 / p < .01$). Die Korrelationen der initialen MLU - Werte mit der Veränderung im SIBAR sind hoch signifikant, wohingegen sie für den SPE nach der Anpassung durch die FDR nur noch in Richtung Signifikanz tendieren. Beim DC - Maß können sowohl die Korrelationskoeffizienten für den SIBAR als auch den SPE als sehr signifikant eingeordnet werden. Keinerlei Korrelationen sind in der Gruppe der Psychosomatikpatienten in Hinblick auf die initialen ID - Werte festzustellen.

Genau das umgekehrte Muster zeigt sich interessanterweise für die **nicht - Psychosomatikpatienten** mit kardiologischen oder orthopädischen Primärerkrankungen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich in dieser Gruppe gerade keine Korrelationen zwischen den initialen Werten der syntaktisch ausgelegten Komplexi-

tätsmaße und den Veränderungen der mentalen Gesundheit finden lassen. Entgegen den Psychosomatikpatienten weisen sie jedoch sehr signifikant negative Korrelationen im mittleren Bereich zwischen der ID ihrer ersten Blogs und Veränderungen im PHQ - 9 auf, $r_s = -.53$, $p < .01$.

Alle berichteten negativen Korrelationen sind, wie in den Grafiken in Abbildung III.8 deutlich wird, darauf zurückzuführen, dass in diesen Fällen höhere Komplexitätswerte der initialen Blogs mit einem stärker negativen Differenzwert und somit einer zunehmenden Verbesserung der mentalen Gesundheit einhergehen, während niedrigere Komplexitätswerte eher in Richtung einer Verschlechterung tendieren. Ebenso werden die beschriebenen gegenläufigen Befunde hinsichtlich der beiden Patientengruppen bereits an den Grafiken offensichtlich.

6. Diskussion

Dieses abschließende Kapitel zur Diskussion der Ergebnisse aus der KMG - Studie gliedert sich in drei Teile. Zuerst sollen einige allgemeine Erkenntnisse zur Patientenstichprobe der KMG - Studie und deren Ausführung oder Zufriedenheit mit der online - Schreibintervention zusammengefasst sowie hinsichtlich der Voraussetzungen für die vorgenommene Komplexitätsanalyse besprochen werden. Darauffolgend können die Ergebnisse der Studie in Bezug zu den in Abschnitt 3 aufgeworfenen Fragestellungen 1 - 8 diskutiert werden. Dabei sollen die drei im Titel der vorliegenden Arbeit herausgestellten Faktoren im Zusammenhang mit der Untersuchung sprachlicher Komplexität, nämlich „kognitive Veränderungen“, „Individualität“ und „Prädiktion“, in den Fokus gerückt werden.

Im nächsten Kapitel folgt dann im Rahmen eines kurzen Zwischenfazits eine (kritische) Auseinandersetzung mit den vier übergeordneten Fragestellungen i. - iv. sowie möglichen Grenzen und Problematiken der Studie, bevor ein kurzer Ausblick, der zum Teil eine Motivation für den zweiten Empirieteil bietet, gegeben wird.

Akzeptanz der Schreibintervention und Durchführung der Komplexitätsanalyse. Aufgrund der erwähnten Anmerkungen von Becker et al. (2015: 46) im Abschlussbericht der GSA - Online Studie, dass es zu Verzerrungen kommen könne, wenn stärker belastete Patienten eher die Therapie abbrechen als geringer belastete, erfolgte eine Auswertung von Informationen zur Zufriedenheit der Patienten und deren Durchführung der Schreibintervention für die KMG - Stichprobe. Außerdem lassen sich daraus Informationen darüber ableiten, ob die Schreibintervention auf die intendierte Weise von den Patienten angenommen und durchgeführt wurde. Zu-

erst einmal ist eine grundsätzlich geringe Belastung der hier untersuchten Patienten als Ausgangspunkt der Studie festzuhalten. Das zeigte sich insbesondere hinsichtlich zugrunde liegender Überschreitungen der Cut - off - Werte, die für eine erhöhte Belastung im SIBAR, der primären psychologischen Zielgröße in der GSA - Online Studie, stehen sollen. Nur knapp 10 % der Patienten aus der KMG - Stichprobe weisen solche Werte auf.

Bezüglich des Ausmaßes an sprachlichem Material für die Ableitung longitudinaler Effekte wurde zum einen eine Mindestanzahl an Blogs vorausgesetzt und zum anderen lagen letztendlich in der untersuchten Stichprobe bei einem Großteil der Patienten (fast 90 %) tatsächlich 2/3 der Texte vor. Der Aufbau der Intervention war darüber hinaus so angelegt, dass mit dem abschließenden Fazit - Blog eventuell erarbeitete Bewältigungsstrategien oder Umgangsmöglichkeiten mit Stress noch einmal rekonstruiert und damit möglicherweise verfestigt werden konnten. Der letzte Blog liegt bei ca. 70 % der Patienten vor, wobei die Psychosomatikpatienten die Therapie um 20 % häufiger mit einem Fazit - Blog beendeten als die Gruppe der nicht - Psychosomatikpatienten. Zur Zufriedenheit der Patienten mit der Intervention kann aus den Daten abgeleitet werden, dass die Einhaltung der wöchentlichen Schreibaufgabe tatsächlich mit der Wahrnehmung positiver Auswirkungen des Schreibens zusammenhing. Da die Zufriedenheitswerte allerdings allgemein in einem sehr positiven Bereich liegen, ist dieser Faktor zu vernachlässigen, für weitere Untersuchungen sollte er allerdings durchaus Beachtung finden. Wie oben bereits betont, sind die Akzeptanz der Intervention und die scheinbar als gut eingestufte therapeutische Allianz aus Sicht der Patienten neben den oben genannten Aspekten als weitere wichtige Grundlage für die Möglichkeit einer Untersuchung kognitiver und linguistischer Veränderungen im Verlauf der Therapie anzusehen.

In Bezug auf die linguistische Komplexitätsanalyse kann zuerst einmal festgehalten werden, dass sich eine gut durchführbare und größtenteils objektive Anwendbarkeit aller vier ausgewählten Maße gezeigt hat. Die Anzahl verfasster Blogs (siehe Abbildung III.6 auf S. 249) scheint allerdings Auswirkungen auf die syntaktischen Komplexitätsmaße und insbesondere die MLU zu haben. Die gemittelten MLU - Werte sind bei Patienten, die nur 6 oder 7 Blogs, d. h. die minimal mögliche Anzahl an Blogs in der KMG - Stichprobe, oder einen Blog weniger als die maximal 12 möglichen Texte verwendeten, tendenziell geringer. Die Tatsache, dass sich diese Verringerung auch bei Patienten mit 11 Blogs zeigt, könnte als Hinweis auf eine natürliche Variabilität gesehen werden. Für die DC sind in einem allerdings deutlich geringeren Ausmaß ähnliche Schwankungen zu beobachten. Wie in verschiedenen

Studien zur Relation zwischen inhaltlicher Komplexität und Textlänge (siehe dazu unten) diskutiert, erweist sich das ID - Maß auch in Bezug auf den Faktor der Sprachprobenanzahl als robuster, sodass dessen Stabilität hervorgehoben werden kann.

Durch eine Analyse therapeutischer Blogtexte, die, wie in Kapitel 4.2.2 herausgearbeitet wurde, unter gewissen Umständen und in Abhängigkeit von der individuellen Beziehung von Patient und Therapeut eine Stellung zwischen Mündlichkeit und Schriftlichkeit einnehmen, konnte die Analyse sprachlicher Komplexität außerdem auf eine weitere Kommunikationsform ausgeweitet werden. Die Möglichkeiten einer solchen Analyse unter Auswahl einiger der etablierten psycholinguistischen Komplexitätsmaße aus der Satz-/ Textverarbeitungsforschung und Anwendung auf die online - Kommunikationsform „Blog“ sollten von Relevanz für weiterführende Untersuchungen in diesem Bereich sein.

Komplexitätsanalyse und die Länge der Blogs. Ganz allgemein kann festgehalten werden, dass die untersuchten Texte sowohl hinsichtlich der Satz- als auch der Wortanzahl ein in der Literatur zugrunde gelegtes oder z. B. von Ferguson et al. (2014) und Spencer et al. (2015) empfohlenes Ausmaß an sprachlichem Material für die Komplexitätsanalysen erfüllen. Dennoch ist von Interesse, wie sich die einzelnen Maße in Relation zur Wortanzahl verhalten, um auch hier auf deren Güte und Validität schließen zu können. Das wurde anhand von Gruppen mit unterschiedlicher Wortanzahl analysiert und an Grafik III.4 auf S. 249 aufgezeigt. Grundlegend kann festgehalten werden, dass alle Maße eine Abhängigkeit von der Wortanzahl zeigen und stabilere Werte erst ab längeren Texten erreicht werden.

Wo genau dieser Punkt liegt, ab dem sich eine annähernde Konstanz einstellt und in welche Richtung die gemittelten Komplexitätswerte durch die Wortanzahl beeinflusst werden, unterscheidet sich allerdings je nach Maß. In den syntaktischen Komplexitätsmaßen weist die Gruppe mit der geringsten Textlänge auch gleichzeitig den niedrigsten Wert auf. Darüber hinaus unterscheiden sich die MLU und die DC jedoch im Muster, mit dem sie bei zunehmender Wortanzahl einen ansteigenden Komplexitätswert zeigen. Erst ab einer Grenze von 300 Wörtern pendeln sich die beiden MLU - Maße um einen maximalen Komplexitätswert ein, während die DC einen zweistufigen Verlauf nimmt, bei dem Texte mit einer Länge über 250 Wörtern tendenziell um einen DC - Punkt höher liegen als kürzere Texte unter dieser Grenze. Wie oben bereits für die Anzahl der Blogs beschrieben, verhält sich die ID in die entgegengesetzte Richtung. Für dieses inhaltsbasierte Maß konnte die in

der Literatur beschriebene Beobachtung repliziert werden, dass der ID - Wert bei kürzeren Texten etwas überschätzt wird. Bei einer Länge zwischen 150 - 475 Wörtern sind relativ konstante Werte der ID um die Hälfte eines 10 - Wort - Fensters herum erreichbar. Entgegen der bisherigen Erkenntnisse steigen die Werte bei einigen längeren Texten jedoch zum Teil wieder an. Insgesamt kann aus diesen Daten abgeleitet werden, dass sich die MLU als Satzlängenmaß trotz der Mittelung über die Äußerungsanzahl parallel zur Textlänge verhält. Erst ab 300 Wörtern wird eine verstärkte Stabilität oder Konstanz erreicht. Auch die DC zeigte eine solche Abhängigkeit von der Textlänge, allerdings durch die zweistufige Annäherung in abgeschwächter Form. Das deckt sich recht gut mit den Erkenntnissen von Cheung und Kemper (1992). Für die ID stimmt die Erkenntnis einer zunehmenden Unabhängigkeit des Maßes von der Textlänge ab 150 Wörtern gut mit der Beobachtung von Ferguson et al. (2014) überein, dass eine Stabilität erst ab 100 Wörtern wirklich anzunehmen ist. Dass es darüber hinaus wieder zu Schwankungen kommen kann, ist allerdings eine neue Beobachtung, führt jedoch zu der Überlegung, ob eine Begrenzung zu langen Materials darüber zu begründen wäre. Für einen Großteil der Texte aus der KMG - Stichprobe (ca. 83 %) ergibt sich letztendlich jedoch ein über die Textlängen hinweg relativ konstanter Wert um 5 Ideen pro 10 Wörter.

Eine Betrachtung der Korrelationen zwischen den einzelnen Komplexitätsmaßen über alle analysierten Blogtexte hinweg kann weiteren Aufschluss über die Güte der Analyse geben. Die fast perfekte Korrelation zwischen der MLUw und MLUm deutet darauf hin, dass für das Deutsche und die untersuchten Blogtexte eine Komplexitätsdefinition über die Satzlänge sowohl auf Wort- als auch auf Morphemebene valide ist. Das entspricht der Beobachtung von Parker und Brorson (2005) zu MLU - Analysen bei Englisch sprechenden Kindern (siehe Abschnitt 2.2.2.2). Aufgrund dessen konnte für die Untersuchung longitudinaler Effekte nur eines der Maße, die MLUm, ausgewählt werden. Die hoch signifikanten, starken Korrelationen zwischen der DC und den MLU - Maßen können darüber hinaus entweder als Bestätigung der Abhängigkeit der DC von der Satzlänge (vgl. Cheung und Kemper, 1992) oder Motivation zur Klassifikation der drei Maße als alternative Ausprägungen des Konzepts der syntaktischen Komplexität interpretiert werden. Eine Abhängigkeit von der Satzlänge zeigt sich für die ID hingegen nicht. Die schwache, aber dennoch hoch signifikante Korrelation zwischen dem Inhaltsmaß ID und der syntaktisch ausgelegten DC ist interessant und widerspricht den Ergebnissen von Cheung und Kemper (1992), die den beiden Maßen sehr unterschiedliche Konzeptionen zuweisen. Die Ergebnisse der KMG - Studie legen nahe, dass den Daten zumindest eine teilweise

Überlappung in der Komplexitätseinordnung der Blogs durch beide Maße zugrunde liegt. Entgegen den Annahmen von Cheung und Kemper (1992) kann argumentiert werden, dass insbesondere modifizierende Elemente oder Konstruktionen wie adverbiale Bestimmungen, Adjektive, Präpositionalphrasen oder z. B. Negationen häufig sowohl modifizierende Propositionen für die ID darstellen als auch auf der Komplexitätsebene 1 der DC einzustufen sind. Ein weiteres Beispiel sind eingebettete Sätze, die in vielen Fällen zu dichteren propositionalen Strukturen beitragen und bei der DC auf der Komplexitätsebene 2 eingeordnet werden.

Zeitraum und Komplexitätsverläufe. Für den in der KMG - Studie untersuchten Nachsorgezeitraum von nur 3 Monaten im Vergleich zu Arbeiten von Kemper et al. (2001b) und Farias et al. (2012), die deutlich längere Intervalle analysiert und seltenere Erhebungen vorgenommen haben, kann in Bezug auf verschiedene Faktoren eine Variabilität der Komplexitätswerte der Patienten abgeleitet werden. Die Grafik III.5 (S. 247) macht an der Gruppe der Patienten mit 12 verfassten Blogs deutlich, dass Komplexitätsunterschiede von Blog zu Blog bzw. Woche zu Woche und variable Verläufe für jeden einzelnen Patienten erkennbar werden. Die unterschiedlichen Ausprägungen sprachlicher Komplexität, die hier ausgewählt wurden, liefern allgemein keine über die Zeit konstanten Werte für alle Patienten, sondern weisen individuelle Schwankungen auf. Basierend auf diesen deskriptiven Beobachtungen konnte statistisch überprüft werden, ob eine Relation zu kognitiven Veränderungen bzw. zum Therapieerfolg durch die Schreibintervention abzuleiten ist.

Auf Populationsebene deuten die Ergebnisse der linearen gemischten Modelle zur Ableitung longitudinaler Komplexitätsveränderungen darauf hin, dass die Variablen Alter und Geschlecht keinen Einfluss auf die Komplexitätsverläufe haben und vernachlässigt werden können. Ebenfalls sehr schwache Anstiegsparameter zeigen sich hinsichtlich des Effekts der Blognummer, d. h. über die Zeit hinweg, quantifiziert in wöchentlichen Einträgen, wobei diese bei den syntaktischen Komplexitätsmaßen leicht negativ und bei der ID entgegengesetzt tendieren. Zusammengenommen deuten die fixen Effekte der Modelle darauf hin, dass für die Populationsebene im Allgemeinen nur geringe longitudinale Veränderungen über den dreimonatigen Nachsorgezeitraum hinweg anzunehmen sind. Das entspricht den oben bereits diskutierten eher geringen Belastungswerten auch bezüglich der mentalen Gesundheit, die parallel zu den sprachlichen eher geringe kognitive Veränderungen messbar machen. Hinsichtlich der als zufällig modellierten Effekte kann festgehalten werden, dass am ehesten der Intercept patientenspezifische Variabilität zeigt, vor allem für die syntaktischen Komplexitätsmaße im Gegensatz zur Steigung in Bezug auf die

Blognummer. Entsprechend ist auch auf dieser individuellen Ebene von wenig Variabilität zwischen den Patienten in Hinblick auf longitudinale Effekte auszugehen. Der Intercept könnte sogar informativer sein.

Nach Extraktion der gefitteten Koeffizienten für den Parameter Blognummer aus den linearen gemischten Modellen für jeden Patienten konnten auch Korrelationen zwischen den longitudinalen Veränderungen überprüft werden. In der starken positiven Korrelation zwischen den longitudinalen Fits für die syntaktischen Komplexitätsmaße MLUm und DC spiegeln sich die oben präsentierten Ergebnisse für die Komplexitätswerte der einzelnen Blogs, die ebenfalls einen deutlichen Zusammenhang aufweisen, wider. Interessanterweise zeigen sich zwischen den Fits sowohl für die MLUm als auch die DC und jeweils die ID geringe negative Korrelationen. Auf Basis dessen ist anzunehmen, dass die syntaktischen Komplexitätsmaße aus longitudinaler Sicht größtenteils in die gleiche Richtung tendieren. Im Gegensatz dazu deutet sich für die ID an, dass zwar leicht korrelierende, aber entgegengesetzte longitudinale Fits zu denen der syntaktischen Maße über die Blogeinträge hinweg zu erwarten sind. Das scheint besonders auffällig, da sich innerhalb der Blogs nur positive Korrelationen, auch zwischen DC und ID, zeigen. Die linearen Veränderungen über die Zeit hinweg bilden deshalb möglicherweise besser die unterschiedlichen Konzeptionen der Maße ab, d. h., dass ein tendenzieller Anstieg in den syntaktischen Komplexitätsmaßen aus longitudinaler Sicht eher mit einer Senkung der ID in Zusammenhang steht und umgekehrt. Ob in diesen Verläufen jedoch Informativität für den Therapieerfolg liegt, soll im nächsten Abschnitt diskutiert werden.

Longitudinale Entwicklung der sprachlichen Komplexität zur Prädiktion kognitiver Veränderungen bzw. des Therapieerfolgs? Eines der Hauptziele der KMG - Studie war an die Tradition psycholinguistischer Untersuchungen zu sprachlicher Komplexität anzuknüpfen und verschiedene Maße mit kognitiven Veränderungen in Relation zu setzen. Im Gegensatz zur oben diskutierten Nonnenstudie zu Alzheimer-/ Demenzerkrankungen erfolgte hier allerdings eine Untersuchung zu stressbedingt psychisch belasteten Patienten eines therapeutischen Nachsorgeprogramms unter Einbeziehung sprachlicher Komplexitätsveränderungen über die Zeit, zumindest im ersten Analyseteil. Das ermöglichte die Interpretation von Verbindungen zwischen kognitiven Veränderungen als Outcome einer psychotherapeutischen Schreibintervention, d. h. dem Therapieerfolg, und longitudinalen Veränderungen in der sprachlichen Komplexität. Die Ergebnisse der Analysen des prädiktiven Potenzials sprachlicher Komplexitätsverläufe für den Therapieerfolg nach dem letzten Blog erbrachte eindeutig keine solchen Zusammenhänge. Das bedeutet,

dass die Veränderungen in der sprachlichen Komplexität über den dreimonatigen Zeitraum hinweg keine Informationen für potenziell auf Stressfaktoren zurückzuführende, kognitive Veränderungen durch die Nachsorge bieten können. Wie oben dargelegt wurde, waren die Grundlagen für eine Erörterung in der KMG - Studie sowohl in Hinblick auf die Therapie an sich als auch die Komplexitätsanalyse gegeben. Allerdings ist zu beachten, dass die geringe psychische Belastungssituation der Patienten und die eher geringe Variabilität in den longitudinalen Fits auf individueller Ebene als Faktoren zur Erklärung der Nulleffekte herangezogen werden können. Die explorative Untersuchung deutet jedoch an, dass die longitudinalen sprachlichen Komplexitätsverläufe keine Interpretationen als direkte Abbildungen kognitiver Veränderungen zulassen, da beide Faktoren als voneinander unabhängig zu bezeichnen sind.

Die Ergebnisse der ersten Analyse heben darüber hinaus hervor, dass der Indikationsbereich als Prädiktorvariable des Therapieerfolgs vom Zeitpunkt T1 zu T2 in den linearen Modellen eine leichte Rolle spielt, insbesondere für den PHQ - 9. Grundlegend zeigen die psychosomatischen und nicht - psychosomatischen Patienten nur leicht signifikante Unterschiede in den psychologischen Zielkriterien zum Zeitpunkt T1, da bei ersterer Gruppe die Werte des SIBAR und PHQ - 9 leicht erhöht waren. Da allerdings nur ein geringer Teil der Varianz letztendlich durch eine Einbeziehung des Indikationsbereichs aufgeklärt und keine signifikante Verbesserung der komplexeren Modelle herbeigeführt werden kann sowie der Effekt letztendlich keine Erkenntnisse zum Einfluss sprachlicher Veränderungen bietet, soll dieser Aspekt im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht weiter vertieft werden.

Prädiktive Kapazitäten der initialen Komplexitätswerte. Ein weiterer interessanter Aspekt neben der longitudinalen Entwicklung in der sprachlichen Komplexität über den Nachsorgezeitraum sind die Werte des ersten Blogs. Dieser kann Aufschluss über die Frage geben, ob die Patienten der KMG - Studie ein individuell definiertes Ausgangsniveau in das Schreibprogramm nach Abschluss der Rehabilitation mitbrachten, das einen Einfluss auf den letztendlichen Therapieerfolg im Sinne eines Prädiktors hatte, ganz unabhängig davon, wie sich die Komplexität im Verlauf verhielt. Diese Fragestellung kommt dem ursprünglich in der Nonnenstudie verfolgten Ziel näher, einen Faktor zu bestimmen, der mit späteren kognitiven Veränderungen korrelierte. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass für die gesamte Stichprobe nur gering signifikante Korrelationen zwischen dem initialen Komplexitätsniveau in den drei syntaktisch orientierten Maßen und dem SIBAR und SPE zu finden waren, während die ID wiederholt eine entgegengesetzte, aber

ebenfalls sehr schwache Korrelation mit dem PHQ-9 zeigte. Die Komplexitätswerte der entsprechenden Maße im initialen Blog stehen folglich nur marginal in Verbindung mit einer tendenziellen Verbesserung der mentalen Gesundheit (also abnehmenden psychischen Belastungswerten in den jeweiligen Zielkriterien).

Die Gruppierung nach Indikationsbereichen ergab jedoch einen interessanten Unterschied hinsichtlich Effekten der initialen sprachlichen Komplexitätswerte, der diese Ergebnisse zum Teil aufklären kann. Die Patienten mit psychosomatischen Grunderkrankungen zeigten signifikante Korrelationen zwischen höheren Ausgangswerten in der syntaktischen Komplexität und Verringerungen des Frühberentungsrisikos (erhoben durch den SIBAR) zum Ende der Nachsorge, während bei niedrigeren Werten des initialen Blogs eher Verschlechterungen zu beobachten waren. Ein ähnliches Muster ergab sich für die subjektive Erwerbstätigkeitsprognose des SPE, auch wenn hier deutlichere Effekte für die DC auftraten. Im Gegensatz dazu konnten für die nicht-Psychosomatikpatienten zwischen den initialen ID-Werten und deren Depressivitätseinschätzung im PHQ-9 eine Korrelation abgeleitet werden. Eine höhere initiale ID stand mit einer Verringerung der Depressivität in Zusammenhang und niedrigere Werte respektive mit einer Verschlechterung in diesem Maß nach der therapeutischen Schreibintervention. Bei den Psychosomatikpatienten korrelierte folglich die syntaktische bzw. strukturelle Komplexität zu Beginn des Programms mit solchen Veränderungen, die durch die Schreibintervention grundlegend angesprochen werden sollten. Bei der Gruppe mit nicht-psychosomatischen Primärerkrankungen hingegen konnte eine anfangs hohe ID kognitive Prozesse, die zur Verbesserung allgemein depressiver Symptome beitragen, in Teilen vorhersagen. Allerdings müssen diese Zusammenhänge unter der Prämisse gesehen werden, dass vor der tatsächlichen Intervention bereits die Rehabilitation durchlaufen wurde. Die Ausgangssituation der Patienten ist folglich nicht unabhängig von möglicherweise vorherigen Eingriffen durch Therapien oder Behandlungen zu interpretieren.

Aufgrund der hoch explorativen Vorgehensweise der KMG-Studie und den eingangs angemerkten Beschränkungen ist eine genaue Aussage über die Ursachen der beschriebenen Zusammenhänge schwierig. Zusammengenommen ergeben sich aus den letzten beiden Punkten folgende Überlegungen: Eine mögliche Interpretation hinsichtlich der sprachlichen Komplexität im ersten Blog ist für die Gruppe der nicht-Psychosomatikpatienten etwas klarer. Bei einer niedrigschwelligen Vorbelastung der Patienten ist das Ausgangsniveau der ID ein besserer Prädiktor für kognitive Veränderungen, die grundsätzlich neuropsychologischer Art sind im Gegensatz zu Patienten, die eine psychosomatische Primärerkrankung mitbringen. Das deckt

sich mit Erkenntnissen von Farias et al. (2012), die, wie in Abschnitt 2.3.2 dargelegt, in Bezug allerdings zu neurodegenerativen Erkrankungen davon ausgehen, dass die ID möglicherweise sensitiver für kognitive Veränderungen ist, die bei einer geringen oder keiner Beeinträchtigung zu erheben sind.

Was kann jedoch aus der Korrelation zwischen dem Niveau der syntaktischen Komplexität zu Beginn der online - Therapie und dem Therapieerfolg bei den Psychosomatikpatienten geschlossen werden? In der Nonnenstudie erwies sich das zur Bestimmung syntaktischer Komplexität gewählte DL - Maß vergleichsweise weniger effektiv als die ID. Letztere fällt in der Gruppe der psychosomatisch vorbelasteten Patienten allerdings als Prädiktor weg. Stattdessen scheinen Patienten mit einer ausgangs höheren MLU und DC möglicherweise besser in der Lage zu sein Strategien zur Bewältigung von Stresssituationen flexibel aufzugreifen, wodurch die Belastungssituation leichter ausgleichbar wird. Es ist davon auszugehen, dass gerade in diese Patientengruppe bereits Vorbehandlungen hinsichtlich depressiver Symptomatiken stattgefunden haben könnten. Insofern zeigen sich für die beiden Gruppen sehr unterschiedliche Effekte hinsichtlich des Ausgangsniveaus der sprachlichen Komplexität, während die weitere Entwicklung über den Nachsorgezeitraum hinweg vollkommen uninformativ ist. Im folgenden Kapitel sollen die Ergebnisse der KMG - Studie für ein Zwischenfazit aufgegriffen, auf die drei Hauptfragestellungen der Untersuchung bezogen und kritisch evaluiert werden.

IV. Zwischenfazit und Motivation zu Empirieteil II

Als **Fazit zur Durchführung der KMG - Studie** ist festzuhalten, dass sich die vier ausgewählten Maße in ihrer Anwendbarkeit auf das spezifische Blogtextmaterial als brauchbar erwiesen haben. Es ist allerdings zu betonen, dass eine Erhebung der Retest - Reliabilität der Daten aufgrund geringer Kapazitäten und der Notwendigkeit manueller Auswertungen für dieses Projekt nicht realisiert werden konnte. Eine konsistente Auswertung ist trotz des Einsatzes verschiedener Coder basierend auf der Verwendung von Leitfäden und einer stichprobenartigen Überprüfung dennoch größtenteils anzunehmen. Unabhängig von der Anwendbarkeit der Maße kann zudem deren Objektivität in der Beurteilung von Komplexitätsaspekten in der Sprachproduktion als Vorteil herausgestellt werden. Wie oben diskutiert, bilden sich letztendlich in den Korrelationsmustern, die sich für die Einstufungen der Komplexität der Blogs durch die verschiedenen Maße zeigen, deren teils überlappende Konzeptionen gut ab.

In Bezug auf die **Stabilität und praktische Anwendbarkeit** der Komplexitätsmaße MLU, DC und ID können drei Beobachtungen aus den Ergebnissen der KMG - Studie zusammengefasst werden:

1. Die deutlichste Unabhängigkeit von der Anzahl an verfassten Blogs durch einen Patienten zeigt die ID. Insbesondere die MLU wird durch diesen Faktor stärker beeinflusst.

2. Der Einfluss der Textlänge auf die ID konnte in der KMG - Studie größtenteils repliziert werden. Interessanterweise zeigten die Satzlängen- und strukturellen Komplexitätsmaße ebenfalls einen Zusammenhang zur Textlänge in Wörtern, verhielten sich jedoch genau umgekehrt. Bei kürzeren Texten wird der Wert der ID möglicherweise etwas überschätzt, bei den zuletzt genannten eher unterschätzt. Die Grenze für eine tendenzielle Konstanz wird bei der ID allerdings deutlich früher erreicht, während bei der DC zwei Stufen der Annäherung an einen Maximalwert zu erkennen sind und die MLU sich kontinuierlich in diese Richtung bewegt mit zunehmender Textlänge. Folgende Schlussfolgerungen können in Bezug auf den Faktor Länge deshalb festgehalten werden: 1. Blogtexte, wie die hier untersuchten, scheinen sich hinsichtlich der Länge für eine Komplexitätsanalyse größtenteils zu eignen; 2. Der Faktor der Textlänge sollte in Studien, die Komplexitätsmaße einsetzen, unbedingt beachtet und dessen

Einfluss analysiert bzw. beschrieben werden; 3. Die einzelnen Maße der KMG-Studie unterscheiden sich hinsichtlich dieses Aspekts, wobei die ID wiederholt als stabileres Maß hervorzuheben ist.

3. Durch die Verwendung von Material aus Blogs, die eine besondere Stellung zwischen Mündlichkeit und Schriftlichkeit einnehmen, konnten die Einsatzmöglichkeiten einer Komplexitätsanalyse auf eine moderne Kommunikationsform, die, wie oben ausführlich behandelt, einige Vorteile vor allem praktischer Art bietet, aufgezeigt werden.

Zur Beantwortung der beiden ersten Hauptfragestellungen der KMG-Studie, die in Kapitel 3 genannt wurden, seien sie an dieser Stelle noch einmal aufgeführt:

i. Können die Erkenntnisse aus der Nonnenstudie zum Zusammenhang zwischen sprachlicher Komplexität und Demenz/Alzheimer auch auf **durch Stress verursachte und eine Therapie beeinflusste kognitive Veränderungen** erweitert werden?

ii. Hat die longitudinale Entwicklung und/oder individuelle Ebene der sprachlichen Komplexität im ersten Blog **prädiktives Potenzial** zur Vorhersage der Entwicklung der mentalen Gesundheit bzw. des Therapieerfolgs über den Therapiezeitraum hinweg?

Die Ergebnisse der KMG-Studie aus dem ersten Empirieteil ergeben folgendes Bild: Es finden sich einerseits Hinweise darauf, dass stressbedingte kognitive Veränderungen bei den Patienten der KMG-Studie im Verlauf der Schreibintervention auf unterschiedliche Art und Weise mit dem Ausgangsniveau der Komplexität, gemessen in der schriftlichen Sprachproduktion und zu einem Zeitpunkt nach einer Behandlung der jeweiligen Primärerkrankung, korrelieren. Andererseits lassen darüber hinausgehende Veränderungen der sprachlichen Komplexität über die Intervention hinweg keine Vorhersagen hinsichtlich des Therapieerfolgs zu. Eine Interpretation der Zusammenhänge zwischen den initialen sprachlichen Komplexitätswerten und der Entwicklung der mentalen Gesundheit kann außerdem für die untersuchte, sehr heterogene Stichprobe nur unter Berücksichtigung der Primärerkrankungen der Patienten erfolgen. Auch wenn keine gesicherten Aussagen, aufgrund der hoch explorativen Ausrichtung der Studie und den oben angemerkten Einschränkungen (z. B. Stichprobengröße, geringe Belastung, eher allgemeine psychologische Zielkriterien) möglich sind, scheint das Ausgangsniveau der ID bei niedrigschwelligen psychischen Belastungsgruppen den Therapieerfolg alleine in Bezug auf die neuropsychologische Symptomatik der Depression beeinflussen zu können. Bei den Psychosomatikpatienten hingegen lässt nur die syntaktische Komplexität des ersten Blogs vorsichtige Vorhersagen einer besseren oder schlechteren Umsetzung von allgemeinen Strategien zur Stressbewältigung unabhängig von tiefenpsychologischen Prozessen zu.

Drei Folgestudien könnten im **Ausblick** weiteren Aufschluss über mögliche Erklärungsansätze zu diesen Zusammenhängen geben: *Erstens* sollte eine Gruppe von durch Stress betroffenen, jedoch neuropsychologisch unbelasteten Probanden, z. B. Studierenden, longitudinal und in Hinblick auf das prädiktive Potenzial der initialen sprachlichen Komplexität für z. B. depressive Symptome nach einer Schreibaufgabe über mehrere Monate untersucht werden. *Zweitens* könnte eine Studie zu einer Gruppe von psychosomatisch erkrankten Patienten mit einer exakter diagnostizierten bzw. umrissenen Symptomatik in einem ähnlichen Paradigma wie dem der KMG - Studie nur mit anderen, etwas sensitiveren Zielkriterien aus der Psychologie angesetzt werden. Damit ließe sich auch auf die Frage expliziter hinarbeiten, worin eine mögliche Ursache für die beobachteten prädiktiven Zusammenhänge liegen könnte. *Drittens* sollte eine Gruppe von psychisch belasteten oder neuropsychiatrisch erkrankten Patienten zu Beginn einer ersten Behandlung auf prädiktive Effekte der Komplexitätsmaße hin untersucht werden, da in der KMG - Studie von vorherigen Behandlungen auszugehen war.

Auf Basis dieser Erkenntnisse kann eine Antwort auf die hier wiederholte dritte Hauptfragestellung, die insbesondere in Hinblick auf eine psychotherapeutische Perspektive von Interesse sein sollte, gegeben werden:

iii. Haben sprachliche Komplexitätsmaße, angewendet auf von Patienten im Rahmen einer Psychotherapie verfasste Texte, ein Potenzial als **objektive Maße** im Sinne einer Ergänzung zu subjektiven Einschätzungen?

Die berichteten Ergebnisse aus Empirieteil I lassen zu dieser Frage einige Empfehlungen zu. Der deutliche Unterschied zwischen der einerseits nicht vorhandenen Informativität longitudinaler sprachlicher Veränderungen und dem andererseits prädiktiven Potenzial des initialen Komplexitätsniveaus für den Therapieerfolg spricht dafür, dass eine Sprachprobenanalyse mittels Komplexitätsmaßen ausschließlich in der Funktion eines zusätzlichen Prognosewerkzeugs eingesetzt werden sollte. Diese Erkenntnis ist durchaus mit den unterschiedlichen Ergebnissen der Nonnenstudie zur Prädiktion von späteren kognitiven Beeinträchtigungen oder einer Demenz-/ Alzheimererkrankung durch die ID vereinbar. Für Effekte, die über diese prädiktiven Zusammenhänge hinausgehen, ist die Komplexitätsanalyse nicht sensitiv. Daraus kann die Annahme abgeleitet werden, dass kognitive Veränderungen, die sich möglicherweise im Rahmen einer (Kurzzeit -) Therapie ergeben, nicht mit sprachlichen Veränderungen korrelieren oder durch diese beeinflusst werden können. Insbesondere die Herangehensweise, verschiedene Komplexitätsaspekte, wie

Satzlänge, strukturelle Komplexität und inhaltliche Anreicherung zu erheben, kann als weitere Empfehlung aus der Diskussion abgeleitet werden. Eine solche Analyse ließe sich außerdem gut an die in Kapitel 1 des ersten Empirieteils berichteten, bereits durchgeführten Untersuchungen zu linguistischen Merkmalen von Sprachproben zum Einstieg in eine (auch online-) Psychotherapie anschließen. Wie oben bereits argumentiert wurde, bietet eine Komplexitätsanalyse den Vorteil einer linguistisch fundierten und neurokognitiv hergeleiteten Definitionsgrundlage.

Die letzte übergeordnete Frage lautete:

iv. Welche Bedeutung haben die unterschiedlichen **personenbezogenen und anderen individuellen Faktoren** in der Untersuchung?

Dazu kann abschließend festgehalten werden, dass in der KMG-Studie hauptsächlich zwei individuelle Faktoren aufgefallen sind: *Erstens* wurden Effekte der individuell unterschiedlichen Länge eines Blogs auf die sprachlichen Komplexitätswerte beschrieben. *Zweitens* scheint das individuelle Ausgangsniveau der sprachlichen Komplexität eines Patienten je nach Maß variierendes prädiktives Potenzial in Bezug auf Veränderungen der mentalen Gesundheit zu haben. Dies ist allerdings vor dem Hintergrund zu sehen, dass ein Zeitpunkt nach einer bereits stattgefundenen Behandlung betrachtet wurde.

Die zuletzt genannte Erkenntnis, dass die Patienten scheinbar ein individuell variables Ausgangsniveau sprachlicher Komplexität in die Nachsorge, wenn auch nach einer bereits erfolgten Behandlung, mitbringen und teilweise bzw. in unterschiedlicher Art und Weise Korrelationen zum Therapieerfolg oder kognitiven Veränderungen zu beobachten sind, ist äußerst interessant. An dieses Ergebnis kann die **Motivation für den Empirieteil II** angeschlossen werden. Die dafür durchgeführte, sogenannte **„Alpha-Studie“** bewegt sich zur Aufklärung solcher individueller Faktoren bei der Verarbeitung sprachlicher Komplexität deshalb vorerst auf einer viel grundlegenderen neurobiologischen Ebene. Wie sich gezeigt hat, konnten in der psycholinguistischen Forschung immer wieder Korrelationen zwischen bestimmten kognitiven Faktoren (siehe Abschnitt 2.3 des Theorieteils) und sprachlicher Komplexität, vor allem der ID, abgeleitet werden. Allerdings weisen einige Studien, wie im theoretischen Teil diskutiert, konzeptionelle Probleme auf und lassen sich nicht immer eindeutig interpretieren. Zudem konnte, wie oben mehrfach betont, bisher nicht aufgeklärt werden, wo die Ursache solcher Befunde genau liegen könnte. Die KMG-Studie deutet zwar ebenfalls auf Zusammenhänge hin, besonders auffällig ist jedoch der Einfluss auf individueller Ebene, der deshalb im zweiten Teil

weiterverfolgt werden soll.

Eine ganz **basale neurobiologische Ebene** im Zusammenhang mit sprachlicher Komplexität wurde bisher kaum oder nur unzureichend einbezogen bzw. untersucht (vgl. Abschnitt 2.4.1 im Theorieteil). Sie lässt sich aber gut auf Basis eines Hierarchie - basierten Komplexitätskonzepts begründen. Wie oben argumentiert wurde, kann die Verarbeitung von Komplexität auf neuronaler Ebene natürlicherweise über hierarchische Prozesse hergeleitet werden (siehe Abschnitt 2.4.3 zu den Ansätzen von Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky, 2013 und Bornkessel-Schlesewsky et al., 2015b).

Da sich die **Methodik** der sprachlichen Analyse in der KMG - Studie bewährt hat, soll eine ähnliche Komplexitätsanalyse mittels derselben Maße durchgeführt werden. Allerdings wird zur Aufklärung möglicher individueller Faktoren auf neurobiologischer Ebene vorerst eine Stichprobe von gesunden Probanden herangezogen und ein stärker experimentell kontrolliertes Design unter Einbeziehung der EEG - Methodik als neurophysiologisches Maß gewählt. Es handelt sich dennoch auch bei der Alpha - Studie um ein hoch exploratives Vorgehen, das ebenfalls mit natürlichem und ökologisch validem Sprachmaterial arbeitet. Aufgrund der zwar deutlichen Parallelen in der Komplexitätsanalyse aber sehr grundsätzlichen Designunterschiede zur ersten Untersuchung kann hier nicht von einer Folgestudie oder zwei aufeinanderfolgenden Experimenten die Rede sein. Da sich z. B. bei Chand et al. (2012b) die Analyse mündlicher Sprachproben bewährt hat und das auch in Empirieteil I verwendete Manual dieser Autoren speziell für eine solche ausgelegt ist, bietet sich eine Analyse der mündlichen Sprachproduktion im zweiten Teil ebenfalls an. Darüber hinaus sind deutliche Vorteile darin zu sehen, dass eine Korrektur im Gegensatz zur schriftlichen Produktion nicht möglich ist. Da zur Analyse auf neurobiologischer Ebene ein online - Verarbeitungsmaß herangezogen wird, sollten auch die Sprachproben möglichst spontan im experimentellen Setting produziert werden. Die Frage, welcher grundlegende neurobiologische Parameter für eine solche Untersuchung in Empirieteil II herangezogen werden kann, soll im folgenden ersten Kapitel des zweiten Teils beantwortet werden.

V. Empirischer Teil II: Die individuelle Alphafrequenz (IAF) als biologischer Grundrhythmus und individueller Einflussfaktor bei der Produktion sprachlicher Komplexität?

Wie im letzten Kapitel bereits argumentiert wurde, soll der zweite Empirieteil der vorliegenden Arbeit dazu beitragen, einen ersten möglichen interindividuell variablen neurokognitiven Faktor zu evaluieren, der mit den Ausprägungen der sprachlichen Komplexität einer Person korrelieren könnte. Dazu empfiehlt sich die Konzentration auf eine sehr grundlegende neurobiologische Ebene, die sich u. a. aus dem Hierarchiekonzept zur Definition von (sprachlicher) Komplexität begründen lässt (siehe zur Motivation dieser Annahme im vorangegangenen Kapitel). Zur Frage, welcher neurobiologische Parameter besonders geeignet ist, lassen sich einige Eigenschaften auflisten, die gegeben sein sollten:

- Etabliertheit als neurobiologischer Grundrhythmus
- Individuelle Variabilität
- Stabilität
- Erkenntnisse zu Korrelationen mit kognitiven Eigenschaften oder Prozessen (u. a. Sprachverarbeitung)
- Möglichkeit einer konsistenten Erhebung mittels eines neurokognitiven online-Maßes

Ein seit einer einflussreichen Arbeit aus dem Jahr 1929 von Hans Berger vielfach beschriebener und untersuchter Grundrhythmus im menschlichen EEG, die „Alpha-Welle“ oder der „Alpha-Rhythmus“, erfüllt diese Voraussetzungen. Bereits im Rohsignal des EEGs, das wiederum ein zeitlich äußerst sensitives neurophysiologisches und dynamisches Maß bereitstellt, können bei einem ruhenden, aber wachen Individuum diese sehr deutlichen Wellen bzw. Oszillationen überlagert sein und sichtbar werden. Sie sind auf rhythmische Aktivitäten der Nervenzellen zurückzuführen (zu den neuronalen Grundlagen vgl. Steriade et al., 1990; Da Silva, 1991 und zur Vertiefung Buzsáki, 2006) und liegen häufig in einem Frequenzbereich

zwischen ca. 8 - 12 Hz. Insbesondere nach Arbeiten von Klimesch (vgl. dazu einen Überblick in Klimesch, 1999) ist deutlich geworden, dass das Frequenzband dieser „Alpha - Welle“ interindividuell äußerst variabel ist und zwischen 7 - 13 Hz liegen kann. Für nahezu jede Person lässt sich über eine individuelle Bestimmung des Frequenzbandes in einer EEG - Ruheaufnahme dessen sogenannte **„individuelle Alphafrequenz (IAF)“** bestimmen. Die IAF weist jedoch nicht nur die wichtige Eigenschaft auf, ein individuell variables neurobiologisches Charakteristikum abzubilden. Sie hat sich darüber hinaus als stabiles Maß bei Erwachsenen auch über längere Zeiträume von ca. einem halben Jahr hinweg und trotz kognitiven Trainings (vgl. Grandy et al., 2013b) erwiesen oder sogar über ein ganzes Jahrzehnt relativ unabhängig von der Entwicklung psychischer Erkrankungssymptome (vgl. Tenke et al., 2018). Somit können hirnstrukturelle oder -chemische Veränderungen nicht ohne Weiteres Einfluss auf die IAF, die entsprechend als „trait (bio-)marker“ bezeichnet wird (z. B. Grandy et al., 2013a, b; Tenke et al., 2018), nehmen.

Die IAF wurde in verschiedenen Studien (siehe dazu auch Abschnitt 1.2) bereits mit **kognitiven Funktionen** in Verbindung gebracht, u. a. mit dem semantischen Gedächtnis (z. B. Klimesch et al., 1993; ein Überblick findet sich in Klimesch, 1999), aber auch der „Arbeitsgedächtnisleistung“ (Clark et al., 2004) und allgemein der „kognitiven Leistungsfähigkeit“ (Grandy et al., 2013b) sowie einem generellen Konzept von Intelligenz (Grandy et al., 2013a; vgl. zu Evidenz gegen einen Zusammenhang mit anderen Intelligenzkonzepten Posthuma et al., 2001). Erkenntnisse zu Korrelationen zwischen der IAF und Gedächtnisfunktionen (meist aus Studien von Klimesch) sind für die vorliegende Arbeit von besonderem Interesse, da sich nur wenige Untersuchungen speziell zur Verarbeitung von Sprache in diesem Bereich finden lassen. Zwei Studien von Bornkessel et al. (2004, 2015a) beschäftigen sich direkt mit dem Zusammenhang zwischen sprachrelatierten EKP - Komponenten und der IAF, während eine Arbeit von Roehm et al. (2001) nicht die IAF an sich untersucht, sondern verschiedene Bänder im AF - Bereich, die allerdings über die IAF definiert werden, unterscheidet.

Das **Design** und der **Untersuchungsgegenstand**, die für die Alpha - Studie gewählt wurden, weichen von diesen Untersuchungen deutlich ab, weil die mündliche Sprachproduktion im Fokus stehen sollte. Da die Ableitung des EEGs während des Sprechens, wie im Theorieteil der Arbeit betont wurde, methodologische Herausforderungen mit sich bringt, könnte das als Schwierigkeit gesehen werden. Allerdings bietet gerade die Erhebung der IAF aus einer Ruhe - EEG - Aufnahme vor und/ oder nach der Durchführung eines Produktionstrials gute Möglichkeiten eine solche Stu-

die umzusetzen. Den oben genannten Studien liegt dasselbe Design, die IAF eines Probanden aus solchen Ruheaufnahmen mit unterschiedlichen kognitiven Funktionen zu korrelieren, zugrunde.

Auf diese Weise kann die IAF eines Probanden mit dessen **sprachlicher Komplexität** in einer mündlichen Erzählung, die zwischen zwei Ruhe - EEG - Aufnahmen vom Sprecher produziert wurde, in Relation gesetzt werden. Wie oben erwähnt, haben alle Maße aus Teil I für die Komplexitätsanalyse der Äußerungen aus der Alpha - Studie ebenfalls Anwendung gefunden. Insbesondere die ID zeigt jedoch einige Gemeinsamkeiten zur IAF, weshalb der Schwerpunkt auf dieses Maß gerichtet ist. Im Theorieteil wurde die Ansicht hergeleitet und vertreten, dass die ID ein sehr grundlegendes Maß auf einer konzeptuell - sprachlichen Ebene ist und somit im Grunde universell für Sprecher unterschiedlicher Einzelsprachen gültig sein sollte. Das Gleiche gilt für die IAF sowohl hinsichtlich der neurobiologischen Ebene, auf der sie ebenfalls ein grundlegendes Maß darstellt, als auch bezüglich der Universalitätsannahme, da sie sich sprachunabhängig ähnlich verhalten sollte. Darüber hinaus wurde im Laufe der Arbeit immer wieder darauf hingewiesen, dass auch die ID Eigenschaften wie eine deutliche Stabilität über die Lebenszeit eines Probanden aufweist und damit in gewisser Weise einen individuellen Marker der sprachlichen Komplexität darstellt. Außerdem ist sie als ebenso etabliert (allerdings eher im Bereich der psycholinguistischen Forschung) anzusehen und zeigt Korrelationen zu weiteren kognitiven Faktoren (siehe Abschnitte 2.2.2.3 und 2.3.2). Besonders interessant ist zudem die grundsätzliche Herleitung der ID aus Annahmen zum Aufbau des semantischen Gedächtnisses, da auch die IAF in Relation zu Gedächtnisprozessen gestellt wurde (vgl. für einen Überblick Klimesch, 1999).

Um diese recht ähnlichen Konzeptionen der beiden Maße aus jeweils den Bereichen Neurobiologie und Psycholinguistik zu überprüfen, wird im zweiten Empirieteil u. a. ein **Sprachvergleich** herangezogen. In Australien erfolgte eine (größtenteils) vergleichbare Erhebung der Alpha - Studie mit einer Gruppe von englischen Muttersprachlern, deren Daten für die vorliegende Arbeit zu Verfügung gestellt wurden. Es ist direkt zu betonen, dass der Vergleich auf einer sehr allgemeinen Ebene vorgenommen werden soll, da die Studien in Bezug auf drei Aspekte nicht kompatibel sind: *Erstens* wurde in der Studie zum Englischen eine kleinere Stichprobe (n = 30) mit einer abweichenden Altersstruktur (18 - 69 Jahre) im Vergleich zur deutschen Alpha - Studie (n = 40; Altersspanne = 20 - 33 Jahre) untersucht. *Zweitens* konnte für die Erzählungen der australischen Sprecher eine automatische Auswertung der ID mittels des CPIDR - Programms erfolgen, wobei eine Begrenzung auf 50 Äuße-

rungen vorgenommen wurde. Im Deutschen musste mangels eines solchen Auswertungsprogramms auf eine manuelle Analyse unter Zuhilfenahme des Manuals von Chand et al. (2012a) wie in Empirieteil I zurückgegriffen werden. Außerdem wurde das Material nicht begrenzt. Absolute ID - Werte sind insofern nicht vergleichbar und dürfen nicht interpretiert werden, sondern nur potenzielle Effekte für Sprache in Hinblick auf die Korrelation zwischen IAF und Komplexität. *Drittens* wurde für das Englische nur die ID analysiert zusammen mit der MLUw.

Im Folgenden soll basierend auf den angesprochenen Designüberlegungen untersucht werden, ob sich Korrelationen zwischen der IAF und sprachlicher Komplexität, definiert durch die MLU, DC oder ID im Deutschen finden lassen. Dadurch kann der Frage nachgegangen werden, ob auf Einzelsprachebene eine interindividuell variable sprachliche Komplexität durch einen solchen Grundrhythmus auf neuronaler Ebene vorbestimmt ist. Auf diese Weise lässt sich auch eine Verbindung zwischen den psycholinguistischen Maßen und deren potenziellen neurokognitiven bzw. -biologischen Grundlagen herstellen. Der Sprachvergleich zwischen den beiden germanischen Sprachen Englisch und Deutsch ist insofern interessant, als dass damit das oben angesprochene Universalitätsprinzip in dem Verhältnis zwischen IAF und ID bzw. eine Unabhängigkeit von der Einzelsprache explorativ überprüft werden kann. Da sich die beiden Sprachen hinsichtlich einiger morpho - syntaktischer Eigenschaften zwar unterscheiden, aber ein Unterschied in der Expressivität nicht anzunehmen ist, kann folgende Erwartung abgeleitet werden: Das Verhältnis zwischen IAF und ID sollte sich für die beiden Sprachen nicht unterscheiden. In Bezug auf die MLU könnte hingegen ein Unterschied bestehen.

Der **Aufbau** des zweiten Empirieteils gliedert sich in sechs Kapitel. Das **Kapitel 1** wird sich aufgrund der zusätzlichen Einbeziehung einer neurokognitiven Perspektive zuerst einmal auf neurobiologische Grundrhythmen im EEG konzentrieren. In **Abschnitt 1.1** sollen kurz einige relevante Aspekte der EEG - Methodik angesprochen werden, bevor in **Abschnitt 1.2** der Schwerpunkt auf die Untersuchung neuronaler Oszillationen als neurobiologische Grundrhythmen gerichtet wird. Sowohl Erkenntnisse zu Korrelationen insbesondere der Alphafrequenz (AF) mit kognitiven Prozessen werden in diesem Abschnitt vorgestellt, als auch schließlich ein besonderer Fokus auf die IAF gelegt. In **Kapitel 2** können auf dieser Basis konkrete Fragestellungen für die Alpha - Studie im Deutschen und den Sprachvergleich abgeleitet werden. Das **Kapitel 3** geht dann in Hinblick auf die Methode der deutschen Studie auf die untersuchten Probanden (**Abschnitt 3.1**), die Durchführung des

Experiments (**Abschnitt 3.2**), die Transkription und Komplexitätsanalyse der Erzählungen (**Abschnitt 3.3**) und die Durchführung der EEG - Datenverarbeitung, die Ableitung der IAFs und die vorgenommenen Datenanalysen (**Abschnitt 3.4**) ein. In **Kapitel 4** soll eine Vorstellung der Alpha - Studie zum Englischen folgen. Das **Kapitel 5** präsentiert schließlich die Ergebnisse sowohl zur deutschen Studie als auch zum Sprachvergleich zwischen dem Englischen und Deutschen. Die Erkenntnisse des zweiten Empirieteils werden im letzten **Kapitel 6** diskutiert.

1. Biologische Grundrhythmen im EEG

Im zweiten empirischen Teil der vorliegenden Arbeit findet die Verarbeitung von sprachlicher Komplexität auch aus neurokognitiver Perspektive in einem experimentellen Setting Beachtung. Dazu werden u. a. Erkenntnisse der sogenannten „Alpha - Studie“, die im Neurolinguistischen Labor der Universität Mainz durchgeführt und durch Daten einer vergleichbaren Untersuchung zum Englischen von der University of South Australia ergänzt wurde, berichtet. Die neurophysiologische Methode der Elektroenzephalografie (EEG), die den Vorteil hat, Gehirnaktivität im Millisekundenbereich nachverfolgen zu können, fand in dieser Studie Verwendung.[1] Neben der sehr guten zeitlichen Auflösung bietet die Methode darüber hinaus eine hohe Effektivität durch ihre schnelle Anwendbarkeit, relative Kostengünstigkeit und nicht - Invasivität. Somit verbreitete sich das EEG in der neurolinguistischen Forschung zur Untersuchung der Sprachverarbeitung bei vor allem gesunden Probanden seit den 1980er Jahren.

Die **Anfänge des EEGs** lassen sich bis zu Berger (1929) zurückverfolgen, der im Rahmen seiner Arbeit „Über das Elektrenkephalogramm des Menschen“ zum ersten Mal Gehirnaktivität von der intakten Schädeloberfläche eines Menschen ableiten konnte. Diese Entdeckung stellte an sich bereits einen großen Fortschritt dar, da Untersuchungen der Gehirnaktivität bis dahin z. B. nur bei Säugetieren (vor allem Hunden) oder mittels Nadelelektroden, die direkt an der Kortexoberfläche eines Menschen nach einer Hirnoperation abgeleitet wurden, möglich waren. Darüber hinaus machte Berger eine Entdeckung, deren Interpretation als Widerspiegelung der Hirnaktivität anfangs zwar in Frage gestellt wurde, jedoch letztlich zur Akzeptanz des EEGs als tatsächliches bzw. reales Phänomen entscheidend beitrug.

[1] Dafür steht das EEG im Bereich der räumlichen Auflösung z. B. hinter der funktionellen Magnetresonanztomografie (fMRT) deutlich zurück und erlaubt keine Aussagen über neuroanatomische Grundlagen, sondern nur die Ableitung grober topografischer Verteilungen.

Er beschrieb in den menschlichen EEGs bereits 1929 zwei auffällige und übergeordnete, regelmäßige Wellen, die Oszillationen in anderen physikalischen Signalen gleichen, mit unterschiedlicher Frequenz, Größe und Dauer und bestätigte deren zuverlässige Messung in weiteren Berichten, die auf diese Arbeit folgten. Die von ihm unter „Wellen 1. Ordnung“ gefassten, im menschlichen Roh - EEG bereits deutlich hervortretenden bzw. überlagerten Oszillationen mit 10 - 15 Wiederholungen in der Sekunde und die „Wellen 2. Ordnung“ (20 - 32 Wiederholungen) (Berger (1929): 530) wurden in späteren Berichten von ihm als „Alpha - Wellen“ und „Beta - Wellen“ bezeichnet (z. B. Berger (1932): 8). Einen besonders interessanten Effekt, der diese neuronalen Grundrhythmen in einen direkten Zusammenhang zu kognitiven Funktionen stellte, konnte Berger ebenfalls bereits beschreiben. Demnach zeigen sich die Alphawellen besonders deutlich bei geschlossenen Augen oder in einem geistig ruhenden, jedoch wachen Zustand und können durch Öffnen der Augen oder „mentale Aktivität“ unterbrochen werden (siehe Abschnitt 1.2.1).

Im Bereich der **Neurolinguistik** konzentrierte sich die Untersuchung sprachlicher Prozesse insbesondere auf die Analyse ereigniskorrelierter Potentiale (EKPs) (vgl. für einen Überblick Luck, 2005; Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky, 2009 und siehe zur Untersuchung von EKP - Effekten in Relation zur Verarbeitung von Komplexität Abschnitt 2.4.1.1).[2] Die länger zurückliegende Entdeckung rhythmischer Inhalte des EEG - Signals durch Berger rückt allerdings erst in den letzten Jahren u. a. im Bereich der neurolinguistischen Forschung wieder zunehmend in den Fokus gezielter Untersuchungen. Sie bietet die interessante Alternative, die Zusammensetzung des Signals hinsichtlich unterschiedlicher Frequenzen zu charakterisieren. Da es sich beim EEG aufgrund der Dynamizität kognitiver Prozesse nicht um ein statisches Signal handelt, muss dies unter Einbeziehung der zeitlichen Dimension geschehen. Zeit - Frequenz - Analysen bieten die Möglichkeit entsprechender Untersuchungen (eine Vertiefung zu dieser Herangehensweise findet sich z. B. in Cohen, 2014). In der vorliegenden Arbeit soll die Analyse von Oszillationen im AF -

[2] Die Basisannahme der EKP - Technik liegt darin, durch eine Segmentierung des EEG - Signals in auf den Onset eines kritischen Stimulus bezogene Abschnitte und Mittelung über eine Vielzahl an Stimuli und Probanden (“single - subject average“ und „grand average“) Potentialverschiebungen (siehe nächster Abschnitt) in Bezug auf eine kritische Bedingung relativ zu einer Kontrollbedingung analysieren zu können. Nach der ersten Beschreibung sprachrelatierter EKP - Komponenten, der N400 in Kutas und Hillyard (1980) und der P600 durch Osterhout und Holcomb (1992), die klassischerweise mit semantischen bzw. syntaktischen Prozessen in Verbindung gebracht wurden, differenzierte sich das Bild zu diesen und weiteren Komponenten sowie deren funktioneller Interpretation deutlich (vgl. zu einer umfänglichen Betrachtung verschiedener sprachlicher EKP - Effekte Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky, 2009).

Bereich von ca. 8 - 12 Hz im Vordergrund stehen, was einerseits als Rückbesinnung auf den bereits von Berger beschriebenen dominanten Rhythmus im Ruhe - EEG verstanden werden kann und andererseits für diese Arbeit als Konzentration auf eine sehr grundlegende Ebene der neuronalen Verarbeitung zu interpretieren ist.

Der folgende Abschnitt 1.1 fokussiert sich deshalb zuerst auf einige eher allgemeine Aspekte zur Methode an sich und den neuronalen Grundlagen als Ursprung des EEG - Signals, bevor eine Ausführung zu neuronalen Oszillationen mit einem klaren Fokus auf der AF folgt (Abschnitt 1.2). Besondere Beachtung soll allerdings die individuelle Definition der Alphafrequenz, die IAF, wie sie hauptsächlich aus Arbeiten von Klimesch hervorgeht, finden, da sie für die Alpha - Studie aus den Ruhe - EEGs abgeleitet wurde.

1.1. Die Methode der Elektroenzephalografie

In diesem Abschnitt soll nur eine grundlegende Einführung zum EEG gegeben werden, die deutlich macht, welche Vorteile die Methode im Rahmen der vorliegenden Arbeit bietet. Wie oben angedeutet, geht die Entdeckung der Ableitung des EEGs von der intakten Schädeloberfläche am Menschen auf Berger (1929) zurück, der zudem bereits festhält: „Wir sehen im Elektrenkephalogramm eine Begleiterscheinung der ständigen Nervenvorgänge, die im Gehirn stattfinden“ (Berger (1929): 569).

Die Erforschung der dem EEG zugrunde liegenden **neuronalen Mechanismen** erbrachte im Laufe der Jahre einige Erkenntnisse zu den elektrophysiologischen Prozessen, die zu den durch Elektroden messbaren und nach Verstärkung durch einen Amplifier digitalisierten Potentialverschiebungen beitragen. Für Einführungen zu den neuronalen Grundlagen des EEGs sei der Leser z. B. auf Luck (2005), Nunez und Srinivasan (2006) oder Cohen (2014) verwiesen. Grob zusammengefasst lässt sich die im EEG aufgezeichnete Aktivität auf die postsynaptischen Vorgänge in verschiedenen Schichten des Kortex angeordneter Pyramidenzellen zurückführen, wobei die Zellen für eine Aufzeichnung durch Elektroden außerhalb des Schädels drei Voraussetzungen erfüllen sollten: Sie müssen a) parallel zueinander angeordnet sein, b) senkrecht zur Schädeloberfläche stehen und c) eine Gruppe von Neuronen bilden, die synchron feuern, um ein ausreichend starkes elektrisches Feld hervorzurufen. Durch depolarisierende oder hyperpolarisierende Ionenprozesse an den Membranen zweier Nervenzellen entstehen je nachdem, in welcher Kortexschicht die Synapsen liegen, „exzitatorische“ und „inhibitorische postsynaptische Potentiale“ (EPSPs und IPSPs). Letztere summieren sich auf und tragen im externen Nervengewebe zu negativen und positiven Potentialverschiebungen bei. Um einen

Ladungsausgleich zu erhalten, bilden sich durch einen Stromfluss entlang der Neuronen Stromdipole (Ladungsunterschiede in geringer räumlicher Distanz) aus. Je nach Orientierung dieser Dipole im Verhältnis zu den Elektrodenpositionen können schließlich Potentialverschiebungen jeweils unter ausreichend niedriger Impedanz und relativ zu einer online - und/ oder offline - Referenz[3] an Messelektroden aufgezeichnet werden.

Wie oben erwähnt, ist die häufig auch im Bereich der Neurolinguistik eingesetzte Methode der Ableitung von EKPs für diese Arbeit nicht von Relevanz und soll deshalb nicht weiter behandelt werden. Aufgrund der Problematik, Sprachproduktionsprozesse mittels des EEGs nur schwer direkt untersuchen zu können (siehe Abschnitt 2.4.1), bietet sich, das wurde ebenfalls bereits betont, ein offline - Paradigma an, bei dem ein grundlegendes neurobiologisches Maß aus dem Ruhe - EEG eines Probanden abgeleitet und mit der Komplexität in einer Sprachaufnahme korreliert wird. Die Erhebung des Frequenzinhalts eines EEG - Signals mittels z. B. einer **Spektralanalyse** stellt ein solches Maß bereit, da Oszillationen der Nervenzellen des Kortex in verschiedenen Frequenzen und über den Zeitverlauf hinweg veränderlich darin eingebettet sind. Bspw. konnte Roehm (2004) in mehreren Experimenten zum Sprachverstehen zeigen, dass sowohl entgegengesetzt polarisierten EKP-Komponenten aufgrund von Phasenverschiebungen derselbe Frequenzinhalt zugrunde liegen kann, als auch, dass oberflächlich ähnlich oder sogar gleich erscheinende EKP - Komponenten bzw. Effekte mittels einer Frequenzanalyse differenziert werden können und somit auf zu unterscheidende funktionelle Interpretationen hindeuten.[4] Diese Erkenntnisse verdeutlichen, dass die Untersuchung des Frequenzinhalts im nicht - stationären EEG - Signal *erstens* hinsichtlich funktionaler Überlegungen zusätzliche Informationen liefern kann und *zweitens* dass neuronale Oszillationen für die Einbeziehung einer grundlegenden Verarbeitungsebene herangezogen werden können. Entsprechend lässt sich die Analyse von Oszillationen nach Cohen (2014: 16) ganz allgemein als „direktes Maß“ neuronaler Verarbeitungsprozesse bezeichnen im Vergleich zur Ableitung von EKPs: „[. . .] oscillations that can be observed in the EEG signal are direct reflections of neural oscillations in the cortex.“

[3] Vgl. zur äußerst relevanten Wahl von Referenzelektrodenpositionen Cohen (2014: 82) und zur Bedeutung einer Ground - Elektrode für die Referenzierung im EEG Nunez und Srinivasan (2006: 44f.).

[4] Die Ergebnisse von Roehm (2004) beziehen sich insbesondere auf Oszillationen im Theta- und Deltaband und werden deshalb in der vorliegenden Arbeit vernachlässigt.

Nach Cohen (2014: 33) sind die Oszillationen, die durch das EEG abgeleitet werden, grundlegend auf elektrophysiologische Prozesse, die hauptsächlich an den Dendriten der erwähnten Pyramidenzellen stattfinden, zurückzuführen. Ein weiterer Vorteil der Spektralanalyse eines Signals betrifft, wie z. B. Nunez und Srinivasan (2006: 353f.) hervorheben, zwei relevante Eigenschaften des Systems Gehirn, die sich im EEG - Signal widerspiegeln: Komplexität und Dynamik „at multiple spatial and temporal scales“. Die Schätzung der Spektralpower zu verschiedenen Frequenzen bzw. Frequenzbändern des EEG - Signals ist auch nach Cohen et al. (2014: 22) eine gute Alternative, da „EEG data capture a dynamic and multidimensional space of brain processing“. So können sogenannte „Peaks“ mit einer maximalen Power zu einer bestimmten Frequenz bspw. für einzelne Probanden berechnet und in Relation zu verschiedenen kognitiven Funktionen gesetzt werden. Diese Vorgehensweise und deren Grundlagen sollen in den nächsten Abschnitten behandelt werden.

1.2. Neuronale Oszillationen als biologische Grundrhythmen

Oszillationen als neurobiologische Grundrhythmen des EEGs werden vor allem in verschiedenen Frequenzbändern zwischen ca. 0 - 150 Hz beschrieben (sie können jedoch auch bis 500 Hz reichen, vgl. einen Überblick der Frequenzbänder in Buzsáki (2006: 114) oder eine Studie von Bragin et al. (2002) zu „fast/ ultrafast (ripple) oscillations“ bei epileptischen Patienten). Nach Cohen (2014: 54) treten sie ganz allgemein in verschiedenen natürlichen Systemen und speziell in den Nervenzellen des Gehirns auf:

> An oscillation is a rhythmic alternation of states. Oscillations can occur in time or in space, and are commonly seen in physical and biological systems. In the brain, the term oscillation refers to rhythmic fluctuations in the excitability of neurons or populations of neurons.

Die Eigenschaft der Periodizität, wie sie in Oszillationen auftritt, kann parallel zum oben behandelten Konzept der Hierarchie ebenfalls als natürliche und automatische Eigenschaft vieler Systeme aufgefasst werden (vgl. Buzsáki, 2006: 5) und eignet sich insofern auch in Bezug darauf für die Alpha - Studie.

Ähnlich der Beschreibung von EKPs lassen sich verschiedene **Dimensionen** in Hinblick auf Oszillationen analysieren (vgl. Başar et al. (2000): 98; Cohen (2014): 16, 31):

- Frequenz: Der Frequenzbereich/ das „Frequenzband“, in dem rhythmische Aktivitäten (meist bezogen auf eine Sekunde) festzustellen sind

- Power: Konzentration der Energie (Amplitude einer Oszillation in Mikrovolt zum Quadrat) zu einer bestimmten Frequenz
- Phase: Unterschiedliche Zeitpunkte des Wellenzyklus einer Oszillation
- Zeit: Hinsichtlich einer auf einen Stimulus zeitlich bezogenen Veränderung oder aber die Dauer einer Oszillation
- Topografie: An welchen Elektrodenpositionen ist eine Oszillation in einer bestimmten Frequenz besonders ausgeprägt?

Deutlichere Wellen in einem Frequenzband oder verstärkte Power sind dann festzustellen, wenn eine Vielzahl von Neuronen in derselben Frequenz und Phase oszillieren. Dieser Mechanismus bzw. Zustand wird als „Synchronisation“ bezeichnet, der gegensätzliche Prozess als „Desynchronisation“. Beide können sowohl auf Makro- als auch Mikroebene vorkommen, d. h. in ersterem Fall entweder bezogen auf eine größere Neuronenpopulation und somit dominant hervortretend bzw. messbar durch Elektroden an der Schädeloberfläche oder hinsichtlich der Mikroebene nur in Bezug auf einzelne Neuronen bzw. eine kleine Gruppe (vgl. Steriade et al. (1990): 481; Wang (2010): 1211). Viele Studien aus dem Bereich der neurokognitiven Forschung beschäftigen sich mit diesen Prozessen als entweder Reaktionen auf einen kognitiven Stimulus bzw. ein Ereignis oder unter direktem Bezug zu letzteren und werden entsprechend den EKPs als „ereigniskorrelierte Desynchronisation/ Synchronisation (EKD/ EKS)“ bezeichnet.

Im EEG - Signal sind verschiedene **Frequenzen** überlagert, wobei Definitionen von Frequenzbändern vorliegen, deren Übergänge stetig sind und aufgrund hoher individueller Variabilität (siehe unten) nicht als feste Grenzen verstanden werden dürfen. Cohen (2014: 33) unterscheidet bspw. sechs Frequenzbänder „most typically associated with cognitive processes“: Delta (2 - 4 Hz), Theta (4 - 8 Hz), Alpha (8 - 12 Hz), Beta (15 - 30 Hz), lower Gamma (30 - 80 Hz), upper Gamma (80 - 150 Hz). Wang (2010) spricht hingegen bei Frequenzen über 100 Hz von „Ultrafast oscillation“.[5]

Der **neurophysiologische Ursprung** von Oszillationen bzw. die zugrunde liegenden Mechanismen sind bis heute nicht eindeutig geklärt. Einige Arbeiten dazu aus den 90er Jahren von z. B. Steriade et al. (1990) und Da Silva (1991) basieren hauptsächlich auf Daten von tierischen Nervenzellen, die *in vitro/ vivo* untersucht wurden, oder Studien, die sich mit Oszillationen im Schlafzustand beschäftigen.

[5] Etwas anders angegeben werden die einzelnen Frequenzbänder z. B. in Başar et al. (2000: 96): Delta (0,5 - 3,5 Hz), Theta (3,5 - 7 Hz), Alpha (8 - 13 Hz), Gamma (30 - 70 Hz).

In den entsprechenden Arbeiten setzen sich die Autoren allerdings häufig mit den spezifischen Eigenschaften von Nervenzellen und deren elektrischen Prozessen auseinander. Nach Da Silva (1991: 84) leisten diese neuronalen Charakteristika und Mechanismen einen entscheidenden Beitrag zur Entstehung der unterschiedlichen Frequenzen: „The frequency [...] depends on the intrinsic membrane properties, on the membrane potential of the individual neurons, and on the strength of the synaptic interactions." Z. B. beschreiben Steriade et al. (1990: 488) und Da Silva (1991: 86 f.) Systeme von Verbindungen zwischen Thalamus und Kortex (thalamo-kortikal) sowie innerhalb des Kortex (kortiko-kortikal), die an der Generierung von Oszillationen im AF-Bereich beteiligt sind. Da Silva (1991: 82) sehen insbesondere die als Neurotransmitter mit inhibitorischer Funktion wirkende „gamma-aminobutyric acid (GABA)" in solchen thalamo-kortikalen Neuronen u. a. verantwortlich für rhythmische Oszillationen.[6]

In etwas aktuelleren Werken von z. B. Buzsáki (2006), Wang (2010) und Cohen (2014) werden speziell diese inhibitorische Wirkung von Neuronen und positives Feedback zur Kontrolle als relevante Mechanismen bei der Entstehung von Oszillationen beschrieben. Nach Cohen et al. (2014: 54f.) interagieren hauptsächlich inhibitorische, sogenannte „Interneuronen" und exzitatorische Pyramidenzellen (auf Ebene des Thalamus und Kortex) auf eine Weise, die als ein Auf und Ab von Aktivierung und Deaktivierung umschrieben werden kann, wobei viele weitere Faktoren anzunehmen sind, die Einfluss auf die unterschiedlichen Dimensionen von Oszillationen nehmen können.[7] Wang (2010: 1195, 1200) spricht von zwei Möglichkeiten, die zur Entstehung von neuronalen Grundrhythmen beitragen: Einerseits Netzwerke aus nur Interneuronen und andererseits „reciprocal excitatory-inhibitory loop[s]". Beide Mechanismen sind relevant für die oben erwähnten Synchronisationsprozesse: „As a general rule, for cortical rhythms observed in awake states, circuit synchronization depends on synaptic inhibition" (Wang (2010): 1244). Hinsichtlich der Untersuchung eines neurobiologischen Grundrhythmus im Alphaband aus dem

[6] Darüber hinaus gehen viele ältere Modelle zu den neurophysiologischen Grundlagen von Oszillationen von Neuronengruppen als sogenannten „Pacemakern" aus, die die synchrone rhythmische Aktivität in einer bestimmten Frequenz grundlegend herbeiführen (z. B. Steriade et al., 1990: 481f.). Dieser Ansatz wurde jedoch verworfen (zur Kritik an der Pacemaker-Theorie vgl. Nunez und Srinivasan (2006): 93ff.).

[7] Zu Eigenschaften und Prozessen u. a. auf Einzelzellebene, die zur Entstehung von Oszillationen beitragen, sei z. B. auf Wang (2010) verwiesen. In Buzsáki et al. (2012) findet sich ein vertiefter Einblick zur Entstehung extrazellulärer Signale und Oszillationen auf Grundlage neurophysiologischer Mechanismen.

Ruhe - EEG eines Individuums kann für die vorliegende Arbeit ganz grundsätzlich festgehalten werden, dass insbesondere inhibitorischen Mechanismen wahrscheinlich eine bedeutsame Rolle bei der Entstehung dieser Oszillationen auf neurophysiologischer Ebene zuzusprechen ist.

Von besonderem Interesse ist die Eigenschaft des Gehirns, Oszillationen in verschiedenen Frequenzen aufzuweisen, wenn diese in **Zusammenhang zur Kognition** gestellt werden. Z. B. hält Klimesch (1996: 80) ganz allgemein fest: „It is suggested that the modulation of the frequency of brain oscillations reflects basic mechanisms of information transmission in the cortex." Zur Frage inwiefern kognitive Prozesse und die Verarbeitung von Informationen mit neuronalen Oszillationen in Verbindung stehen, gibt es allerdings verschiedene Hypothesen und Theorien, die insbesondere auf die Dimensionen Phase und Zeit Bezug nehmen (vgl. Cohen (2014): 57f.). Ein Ansatz, der von einer sogenannten **„Phasenkodierung"** ausgeht, besagt nach z. B. Wang (2010: 1232ff.), dass die Informationsverarbeitung möglicherweise davon abhängig ist, zu welchem Zeitpunkt der Phase einer Oszillation in einer bestimmten Frequenz ein Stimulus verarbeitet wird. Viele Theorien nehmen vorrangig Bezug auf die Bedeutung von (Phasen-) **Synchronizität** der rhythmischen Aktivität zwischen Neuronen in einzelnen Arealen, aber ebenfalls zwischen verschiedenen Regionen innerhalb einer kortikalen Ebene, über verschiedene Ebenen oder vor allem das gesamte Hirnnetzwerk hinweg und auch hinsichtlich modalitätsübergreifender Informationen (vgl. Varela et al., 2001; Wang, 2010). Z. B. Wang (2010: 1196) sieht darin ganz allgemein die Grundlage hoher zeitlicher Koordination: „Coherent oscillations, more generally neuronal synchrony, may play a role in well - timed coordination and communication between neural populations simultaneously engaged in a cognitive process." Başar et al. (2000: 98) vertreten zudem das „concept of selectively distributed oscillatory systems in the brain", die durch synchrone Oszillationen in spezifisch festgelegten Frequenzbereichen entscheidend zur parallelen Verarbeitung und zum Informationsaustausch zwischen weit verstreuten Hirnarealen beitragen sollen. Engel et al. (2001) sehen im Vergleich dazu synchrone Oszillationen auch auf einer ganz grundlegenden Ebene neuronaler Antworten als ausschlaggebend an. In ihrem „temporal binding model" werden die zwei Prinzipien dynamischer Verarbeitung – top - down Kontrolle und Prädiktion – in Zusammenhang mit rhythmischer Aktivität gesetzt. Die Eigenschaft der Synchronisation wird von den Autoren als Hauptmechanismus beschrieben, der dafür sorgt, dass solche neuronalen Antworten verstärkt werden, die vor allem durch „intrinsic signals that reflect experience, contextual influences and action goals" (Engel et al. (2001): 706)

und daraus abgeleitete Vorhersagen unterstützt werden. Auf Basis der Synchronisation zwischen Neuronen, beeinflusst durch sowohl bottom - up, sensorische als auch top - down, prädiktive Informationen kann eine schnelle, dynamische Verarbeitung erreicht werden: „The core idea is that synchronization through the joint enhancement of response saliency can select and group subsets of neuronal responses for further joint processing“ (Engel et al. (2001): 706).

Zusammengefasst können, neben einem auf neurophysiologischer Ebene wahrscheinlich ausschlaggebenden inhibitorischen Mechanismus zur Entstehung von neuronalen Oszillationen im Allgemeinen, in Bezug auf deren Rolle zur kortikalen, zeitlich präzisen Informationsverarbeitung insbesondere die Mechanismen der Phasenkodierung und Synchronisation hervorgehoben werden. Der Fokus soll in den folgenden Abschnitten nun jedoch auf den von Berger (1929) entdeckten und beschriebenen Alphaoszillationen im Wachzustand liegen, da diese in der im Empirieteil II vorgestellten Studie untersucht wurden.

1.2.1. Alphaoszillationen und kognitive Prozesse

Seit Bergers Arbeit aus den 1920er Jahren haben gerade Studien zu **Alpha als dominante Frequenz** im menschlichen EEG hinsichtlich deren Verbindung zu kognitiven Funktionen und neuronalen Grundlagen zugenommen (vgl. Klimesch, 1999: 170). Anfänglich wurde insbesondere die Ablösung der Alphawelle (durch mentale Aktivität oder beim Öffnen der Augen) und deren Lokalisation untersucht sowie die Annahme verteidigt, dass es sich um einen neurobiologischen Grundrhythmus handelt, der im Zusammenhang mit höheren kognitiven Funktionen steht. Bereits in seinem ersten Report argumentierte Berger (1929: 560f.) gegen eine vaskuläre Erklärung der auffälligen „großen Wellen“. Darüber hinaus sah er in seinen Erhebungen erste Evidenz dafür, dass die Alphawelle am deutlichsten bei geschlossenen Augen hervortrat und z. B. durch „anstrengende geistige Arbeit“ abzunehmen schien (Berger (1929): 569). Berger (1932) verwendete schließlich die Begriffe „Alpha“ und „Beta“ für die großen respektive kleinen Wellen aus seinen vorangegangenen Arbeiten und stellte fest, dass sowohl unter „Einwirkung eines Sinnesreizes eine neurodynamische, und zwar eine hemmende Wirkung“ in Bezug auf erstere zu beobachten sei als auch ein Wechsel von Alpha- zu Betawellen bei einer Veränderung von geistiger Ruhe zum anschließenden Lösen einer Rechenaufgabe (Berger (1932): 12).

Adrian und Matthews (1934) bestätigten in einer Untersuchung an Männern schließlich die nach ihnen als „Berger - Rhythmus“ bezeichnete Alphawelle als „rea-

les“ kognitives Phänomen, das im Kortex entsteht, sie grenzten deren Lokalisation allerdings deutlich ein: „[...] there is no need to postulate an origin from the whole surface of the brain, but only the occipital lobe“ (Adrian und Matthews (1934): 357). Eine posteriore Generierung der stärksten Alphaantwort wurde z. B. ebenfalls von Jasper und Penfield (1949) vertreten. Interessanterweise sprechen Adrian und Matthews (1934) außerdem bereits von einer interindividuellen Variation trotz der starken Ähnlichkeit und Konstanz von Alpha als grundlegend neurobiologischer Rhythmus, was sich ca. 50 Jahre später als bedeutsam erweisen sollte. Auch wenn deutlichere Alphapeaks in posterioren Bereichen zu beobachten sind, ist die Beschränkung auf nur okzipitale Regionen, wie mittlerweile in der Literatur kritisiert wird, eine zu undifferenzierte Sichtweise. So halten z. B. Nunez und Srinivasan (2006: 17) fest: „[...] we view alpha rhythm as a spatial - temporal dynamic modulation of cortical synaptic action, with sources widely distributed over neocortical surface.“

Zur Frage, wie die AF im EEG zu ermitteln ist, muss ebenfalls die historische Entwicklung beachtet werden. Ursprüngliche Methoden zur Erhebung von Alpha erfolgten über einfache visuelle Inspektionen oder das Zählen von Nulldurchgängen, erst später bestand die Möglichkeit über die Fast Fourier Transformation (FFT) eine **Spektralanalyse** vorzunehmen und darauf aufbauend einen Peak im Alphaband mit deutlich besseren Ergebnissen gegenüber der alten Herangehensweise zu bestimmen (vgl. Nunez und Srinivasan, 2006: 15, 357). Dadurch konnte zwar eine höhere Genauigkeit und Reliabilität erreicht werden, allerdings ist zu beachten, dass abweichende Methoden in unterschiedlichen Studien verwendet wurden bzw. bis heute eingesetzt werden und erst im Laufe der Zeit überhaupt eine individuell angepasste und/ oder (vereinzelt) mittels Algorithmen ablaufende Auswertung verfolgt wurde (vgl. Klimesch, 1999; Goljahani et al., 2012; Corcoran et al., 2018). Letztere dienen vor allem einer replizierbaren Bestimmung z. B. des Alphapeaks. Darüber hinaus kam Kritik an der Annahme auf, dass es nur <u>ein</u> Phänomen „Alpha“ gibt und dieses in einem festgelegten Frequenzband zu bestimmen ist (vgl. Nunez und Srinivasan, 2006: 93). Viele Autoren trennen deshalb unterschiedliche Komponenten, z. B. „lower“ und „upper Alpha“ (von jetzt an als „low/ upAlpha“ bezeichnet), denen teils sehr unterschiedliche Funktionen zugewiesen werden (vgl. Klimesch, 1999; Doppelmayr et al., 1998).[8]

[8] Die Grenzen der „beiden“ Alphas werden insbesondere in jüngeren Arbeiten individuell für jede untersuchte Person in Bezug auf einen häufig deutlichen Peak in einem meist ebenfalls individuell bestimmten AF - Bereich aus einer Spektralanalyse festgelegt. Dieser Peak kann nach z. B. Klimesch (1999) als „individuelle“ AF benannt werden (siehe nächster Abschnitt). Klimesch

Auch die **neurophysiologischen Funktionen und Grundlagen von speziell Alphaoszillationen** sind noch immer umstritten (vgl. Klimesch, 2012; Grandy et al., 2013a). Die Theorie eines Pacemakers im Thalamus hat sich als nicht ausschlaggebend für den Ursprung der kortikalen Alphawellen erwiesen, allerdings ist von einem Netzwerk verteilter Generatoren, die Alpha modulieren, mit u. a. Verbindungen zwischen Thalamus und Kortex und innerhalb dessen auf neurophysiologischer Ebene auszugehen (vgl. Başar et al. (1997): 18 - 21; Klimesch et al. (2007): 79). Nach z. B. Buzsáki (2006: 203) wurde durch die ursprünglich angenommene Verbindung von neuronalen Grundrhythmen (auch im Bereich der AF) zum Thalamus die Hypothese aufgestellt, dass die dominanten okzipitalen Alphawellen möglicherweise auf eine Art „Leerlauf“ (engl. *idling*) hindeuten, d. h., immer dann hervortreten, wenn nur wenig motorische oder sensorische Aktivität stattfindet, und ansonsten unterdrückt werden. Eine solche passive Rolle muss allerdings, wie z. B. Buzsáki (2006: 204) anmerken, verworfen werden.

Eine alternative Hypothese weist der AF zwar auch die Funktion zu, dass die Informationsverarbeitung in den entsprechenden Regionen, die diese Oszillationen dominant aufweisen, unterdrückt wird. Im Gegensatz zur Konzeption eines Leerlaufs kann jedoch z. B. nach Pfurtscheller und Da Silva (1999) eine äußerst wichtige Funktion in diesem **inhibitorischen Mechanismus** gesehen werden: „Inhibition in neural networks is [...] very important, not only to optimize energy demands but also to limit and control excitatory processes.“ Klimesch et al. (2007) schlagen einen Ansatz vor mit einem Fokus auf der Rolle der Amplitude im Alphaband bei einer ereigniskorrelierten Reaktion und stellen darin die **„Inhibition Timing“ - Hypothese** auf. Nach Klimesch et al. (2007: 63) tritt eine EKS im Alphaband dann ein, wenn kognitive Prozesse, die inhibitorisch und top - down wirken, einen Einfluss ausüben „in situations, where subjects withhold or control the execution of a response“. Darüber hinaus sehen sie das „Timing“ im Verhältnis zu einer Alphawelle als bedeutsam an, da durch Oszillationen Veränderungen auch in der Phase vorgegeben werden, die Auswirkungen auf die grundlegenden zeitlichen Abläufe neuronaler Prozesse ausüben sollten: „[...] the time and direction of a change – described by phase – is functionally related to the timing of neuronal activation

(1999: 172) schlägt dann eine Definition von upAlpha bis IAF + 2 Hz reichend und lowAlpha von IAF − 4 Hz ausgehend vor. Jedoch auch die Bestimmung bspw. eines einzelnen Alphapeaks erweist sich als nicht in jedem Fall möglich oder einfach. Z. B. konnten Chiang et al. (2011) zeigen, dass in einer von ihnen untersuchten Stichprobe von über 1400 Probanden bei 44 % „multiple alpha peaks, which have partially distinct spectra and/ or spatial distributions“ (Chiang et al. (2011): 1506) deutlich zu unterscheiden waren.

processes“ (Klimesch et al. (2007): 63). Die Basisannahme dazu ist, dass eine ausreichend hohe Amplitude im Alpharhythmus dazu beitragen kann, dass Nervenzellen in Phase mit der Oszillation feuern und eine zeitliche Präzision erreicht wird (Klimesch et al. (2007): 65). Als Auswirkung dessen können nach Klimesch et al. (2007: 73) u. a. verschiedene Hirnareale synchron aktiv werden und einander optimal beeinflussen bzw. miteinander interagieren. Daraus ergibt sich eine interessante Interpretation von Studien, die eine Synchronisation in Alpha zeigen bei z. B. Gedächtnisaufgaben in Verarbeitungsphasen, während derer die Enkodierung und Aufrechterhaltung von Informationen bzw. ihrer Aktivierung angenommen wird. Nach Klimesch et al. (2007: 66, 69) liegt dem Inhibitionsmechanismus möglicherweise eine top - down kontrollierte Unterdrückung der Areale oder Systeme zur Verarbeitung irrelevanter Informationen, die störenden Einfluss auf die Gedächtnisleistung und Fokussierung auf relevante Aspekte ausüben könnten, zugrunde. Auch Jensen und Mazaheri (2010) setzen diese Idee um und argumentieren für eine „funktionale“ Inhibition von Arealen, die für die Ausführung einer bestimmten Aufgabe irrelevant sind. Daraus könne nach den Autoren das „Gating“ von Informationen in Areale, die zu deren Verarbeitung benötigt werden, resultieren. Nach Jensen und Mazaheri (2010: 2) können auf diese Weise insbesondere Ressourcen in relevante Regionen verschoben werden.[9,10]

Ein Zusammenhang zwischen der **AF und Gedächtnisfunktionen** wurde inten-

[9]Der Leser sei an dieser Stelle auf einen von Mazaheri und Jensen (2010) vorgeschlagenen, neuen Ansatz hingewiesen. Sie stellen darin die Theorie des „Rhythmic Pulsing“ auf, die auf der Beobachtung sogenannter „Amplitudenasymmetrien“ in der Alphaaktivität basiert, was bedeutet, dass die Peaks in der Amplitude stärker moduliert werden. Daraus könne nach ihnen das rhythmische Pulsieren im Alphaband entstehen, das Einfluss auf evozierte Antworten (insbesondere später Komponenten nach 100 ms) hat, ausschließlich beschränkt auf ein solches Fenster zwischen den wiederkehrenden Inhibitionsphasen (Mazaheri und Jensen (2010): 1f.).

[10]Im Gegensatz zu Klimesch konzentriert sich ein Alternativansatz von Palva und Palva (2007) auf die Dimension Phase sowie die Perspektive von Oszillationen in verschiedenen Frequenzen bzw. deren synchrones Verhalten und argumentiert gegen eine zumindest neurophysiologisch begründete Inhibitionshypothese mit „disengaged cortical states or blocked thalamocortical signal transmission“ (Palva und Palva (2007): 155) zu gerade Gedächtnisprozessen in Bezug auf Alpha. Die Beobachtung, dass die Alphawelle im Gegensatz zu den oben beschriebenen Enkodierungs- und Abspeicherungsprozessen bei einem tatsächlichen Abruf aus dem Gedächtnis eine geringe Amplitude aufzuweisen scheint und möglicherweise unterdrückt ist (siehe dazu auch unten), kann nach Palva und Palva (2007: 150) einfach als Markierung des Zeitpunkts interpretiert werden, zu dem gar kein wirklicher Gedächtnisprozess mehr notwendig ist. Nach Palva und Palva (2007: 150) ist eher eine **„cross - frequency phase synchrony“** zwischen Oszillationen in der Alpha-, Beta- und Gammafrequenz ausschlaggebend für „unified cognitive operations“.

siv in den 1990er Jahren und hauptsächlich durch Klimesch erforscht. Teils beruhen seine Arbeiten auf recht kleinen Stichproben, der Verwendung eines ganz bestimmten Wortpaarparadigmas und der Untersuchung von EKDs[11] u. a. im Alphaband in Verbindung mit Gedächtnisprozessen zu verschiedenen Zeitpunkten, d. h. vor, während oder nach der Präsentation eines zu erinnernden Stimulus. Da viele Annahmen zur AF und Gedächtnisprozessen für die Alpha - Studie allerdings von Interesse sind, sollen diese Untersuchungen hier dennoch Beachtung finden (Erkenntnisse zur IAF folgen im nächsten Abschnitt).

Klimesch et al. (1994) präsentierten z. B. Wortpaare, die einerseits in Bezug auf semantische Kongruenz zu beurteilen waren und zu denen andererseits nach einer Liste von Items die Entscheidung getroffen werden musste, ob sie bereits vorgekommen waren. Sie fanden Evidenz für eine Abgrenzung semantischer[12] und episodischer Gedächtnisprozesse im upAlpha- versus Thetaband, da u. a. eine stärkere EKD während der Verarbeitung des zweiten Wortes unter der semantischen Aufgabe in upAlpha zu beobachten war (Klimesch et al. (1994): 434).

In einer weiteren Studie von Klimesch et al. (1997a) wurde das gleiche Wortpaarmaterial verwendet, allerdings manipulierten die Autoren hier, wie der Proband Informationen aus dem Gedächtnis abrufen sollte (z. B. auf Grundlage des semantischen Wissens über das Bilden von Assoziationen). Die Ergebnisse deuten auf eine Verbindung zwischen dem Zeitpunkt der semantischen Enkodierung des ersten Wortes mit einer EKD im upAlphaband hin (Klimesch et al. (1997a): 9). Über einen „semantic memory score“ wurde außerdem zwischen Probanden mit „guter“ und „schlechter“ Gedächtnisleistung unterschieden, was nach Klimesch et al. (1997a: 9) ebenfalls für ausschließlich die Enkodierungsphase einen Effekt ergab: „It is only the upper alpha band that distinguishes between good and bad semantic memory performers and that shows significant correlations with semantic memory performance during that time period, semantic processing actually takes place.“

Eine dritte Studie zum Wortpaarmaterial von Klimesch et al. (1997b) versuchte in drei Experimenten die Funktion einer Alpha - EKD in Bezug auf das semantische Gedächtnis genauer zu definieren mit folgenden Aufgaben, die einen Übergang von grundlegend semantischen Gedächtnis- zu AG - Anforderungen (Experiment zwei dazwischen) abdecken sollten: 1. Bilden semantischer Kongruenz, 2. Freie Assozia-

[11] Die Analyse einer EKD orientierte sich in den meisten Studien von Klimesch an Methodiken, die sich nach der individuellen Bestimmung des Alphapeaks für einen Probanden richteten, wie sie z. B. auch Doppelmayr et al. (1998) vorschlagen.

[12] Der Begriff des semantischen Gedächtnisses wird nach Klimesch et al. (1994: 429) und Klimesch et al. (1997b: 84) mit dem des Langzeitgedächtnisses gleichgesetzt.

tion, 3. „Cued Recall“. Die Ergebnisse sprechen nach Klimesch et al. (1997b: 83) für eine weitere Unterscheidung in eine upAlpha - EKD bei insbesondere „semantic processing demands“ und lowAlpha - EKD für „unspecific processing demands such as attention“.

In Klimesch et al. (1997c) wurde dann mittels eines einfachen „Recognition Tasks“ überprüft, ob die EKDs im Alphaband während der Enkodierungsphase oder dem tatsächlichen Erkennen auftreten. Später erinnerte Wörter zeigten bspw. während der Einprägung eine verstärkte lowAlpha - EKD und einen umgekehrten Effekt für upAlpha, d. h. für nicht erinnerte Wörter (Klimesch et al. (1997c): 173). Eine mögliche Ursache für letzteren Befund könnte nach Klimesch et al. (1997c: 174) entsprechend der möglichen Verbindung von upAlpha zum semantischen Gedächtnis sein, dass semantische Assoziationen während der Einprägung stärker aktiviert werden und die spätere Erkennung stören.

Eine Studie von Klimesch et al. (1999) entfernt sich schließlich von der Untersuchung als „phasisch“ bezeichneter, ereigniskorrelierter Veränderungen und untersucht u. a. einen möglichen Zusammenhang zwischen der Gedächtnisleistung beim Erinnern von Wörtern und einer zuvor erhobenen Baseline - Power oder auch „tonischer“ Aktivität im Alphaband, während der Proband die Augen geöffnet oder geschlossen hat, aber keine Aufgabe löst. Hervorzuheben sind hier vor allem Ergebnisse, die nach Klimesch et al. (1999: 357) darauf hindeuten, dass eine Relation zwischen der upAlphapower und der Gedächtnisleistung (höhere Power und bessere Leistung) bereits während der Ruhebedingungen festzustellen war.

Zusammengenommen deuten diese Studien auf eine Rolle des upAlpha - Bands für das semantische Gedächtnis, insbesondere bei der Enkodierung, und damit verbundene Gedächtnisanforderungen hin. Die Interpretationen der Erkenntnisse zum lowAlpha - Band lassen sich hingegen eher in den Bereich allgemeiner Aufmerksamkeitsfunktionen einordnen.

Klimesch entwickelte auf Basis dieser und weiterer Erkenntnisse einige fortlaufend auf eine höhere Verarbeitungsebene verallgemeinerte Ansätze dazu, wie der Zusammenhang zwischen Alpha und dem Gedächtnis modelliert werden kann. Für Klimesch (1996: 63) muss als Voraussetzung beachtet werden, auf welcher Ebene insbesondere eine EKS im Alphabereich zu beobachten ist, da auch bei einer oberflächlich abgeleiteten EKD die oben erwähnten Alphakomponenten synchronisiert oszillieren könnten. Hauptsächlich die beiden Faktoren **Kontrolle** und **Verarbeitungsgeschwindigkeit** in Bezug auf das Langzeitgedächtnis (engl. *long term memory (LTM)*) mit der Suche bzw. dem Abruf von dort abgelegten Informationen

beruhen für ihn letztendlich auf Alphaoszillationen (z. B. Klimesch (1996): 88). Eine Synchronisation im Alphaband auf einer übergeordneten Ebene, d. h., bezogen auf eine große Anzahl von Neuronenpopulationen, hat dann nach Klimesch (1996: 91) die oben diskutierte **inhibitorische Funktion**: „With respect to search processes in LTM, type 1 synchronization may reflect the inhibition of irrelevant information." Spezifische Gedächtnisprozesse im LTM sind seiner Theorie nach hingegen, wie oben abgeleitet, durch Desynchronisationen im upAlphaband zu charakterisieren (Klimesch (1996): 61, 91), während dem lowAlphaband grundlegende Aufmerksamkeits- und Kontrollprozesse zugeordnet werden (Klimesch (1996): 91).[13]

Über 10 Jahre später distanziert sich Klimesch etwas von der Zuweisung zu spezifischen Gedächtnisfunktionen und nimmt eine eher übergeordnete Perspektive zum Gedächtnis ein, die der im Theorieteil der vorliegenden Arbeit diskutierten klassischen Einteilung in ein AG und LTM entspricht. Ebenso wie in anderen der oben vorgestellten Ansätze liegt der Fokus bei Klimesch et al. (2008) auf **top - down Kontrollprozessen** in diesen beiden Systemen, denen dann allgemein unterschiedliche Frequenzbänder (insbesondere im Bereich von Theta und upAlpha) zugeordnet werden (vgl. Klimesch et al., 2008: 31, 37). Das dahinterstehende Prinzip stimmt außerdem mit Ansätzen überein, die den Vorteil einer Synchronisation in der AF in einem **präziseren Timing** sehen: „The general assumption is that the functional interplay between units of the same assembly or between units of different assemblies is based on a coordinated timing that is enabled by oscillations [...]" (Klimesch et al. (2008): 33). Theta ist in diesem Ansatz eher dem AG, episodischen Gedächtnisprozessen und einer Aufmerksamkeitskontrolle zugeordnet. Nach Klimesch et al. (2008: 36) ist eine Phasensynchronizität in der AF ebenfalls relevant bei Enkodierungsprozessen, aber insbesondere dann, wenn die Schwierigkeit einer Aufgabe erhöht ist (z. B. beim Sprachverstehen mit erhöhter Geschwindigkeit). Dabei wird im Gegensatz zu vorangegangenen Theorien vor allem die Bedeutung des synchronisierten Zustands auch bei Alpha betont: „We assume that during [the] early period of stimulus encoding, phase locked alpha reflects the top - down influence on semantic categorization processes that help to access stored information"

[13] Das spielt eine entscheidende Rolle bei der Unterscheidung zwischen Gedächtnisleistungen, da nach Klimesch (1996: 71) bei Personen mit einer schlechten Leistung in Experimenten Defizite bei der Desynchronisation im lowAlphaband zu beobachten sind. Bei guten Leistungen ist hingegen ein anderes Muster anzunehmen: „[...] good memory performers need less effort to encode a stimulus (therefore, they show only a weak desynchronization in the upper band) but [...] they increase their level of alertness during the encoding of a stimulus (therefore, they show a stronger desynchronization in the lower alpha band)" (Klimesch (1996): 73).

(Klimesch et al. (2008): 37). Erst beim tatsächlichen Zugriff wird eine Desynchronisation angenommen.

Klimesch (2012) bezieht schließlich seine oben erwähnte **„Inhibition Timing“ - Hypothese** zu Alpha direkt auf Gedächtnisprozesse bzw. verschiedene allgemeine Aufmerksamkeitsfunktionen, die die Informationsverarbeitung im „knowledge system (KS)“ steuern. Auf Grundlage der beiden Prozesse sollen Alphaoszillationen nach Klimesch (2012: 606) für zwei Funktionen im Zusammenhang mit Aufmerksamkeit, nämlich „controlled knowledge access and semantic orientation (the ability to be consciously oriented in time, space, and context)“ verantwortlich sein. Über das Prinzip der Phasenkodierung könnten nach Klimesch (2012: 609) sowohl eine **antizipatorische Aufmerksamkeit** hinsichtlich der Art eines Stimulus als auch eine **zeitliche Aufmerksamkeit** erreicht werden. Eine EKD wird von Klimesch (2012: 609f.) mit der antizipatorischen Funktion im Sinne einer „focused attention on information stored in the KS“, die später einfach verwendet werden kann und nicht mehr abgerufen werden muss, in Verbindung gebracht und ein „phase locking“ im Alphaband soll außerdem die zeitliche Aufmerksamkeit ermöglichen. Die inhibitorische Funktion von Alphaoszillationen, widergespiegelt durch eine EKS, könnte demnach hingegen für die Unterdrückung aufgabenirrelevanter Strukturen zuständig sein.

Letztendlich können, trotz der unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen, aus den oben angeführten Ansätzen drei relevante Funktionen von Alphaoszillationen in Bezug auf das Gedächtnissystem abgeleitet werden: 1. Inhibition zur Unterdrückung irrelevanter Informationen, 2. Timing, um eine zeitliche Präzision zu erreichen, 3. Kontrolle des Aufmerksamkeitsfokus.

Zur Untersuchung der **Verarbeitung von Sprache im Zusammenhang mit der AF** sind nur wenige Studien zu finden. Im nächsten Abschnitt folgen ein paar Erkenntnisse zur IAF und Sprache, an dieser Stelle soll jedoch eine Untersuchung zur Power im Alphaband berichtet werden. Auf Satzebene verglichen Roehm et al. (2001) Power - Veränderungen[14] u. a. im Alphaband während einerseits dem reinen Lesen eines Satzes mit andererseits dem Lesen inklusive einer direkt anschließenden semantischen Aufgabe. Letztere sollte nach den Autoren einen zusätzlichen linguistischen Prozess einschließen unabhängig von AG - Anforderungen (Roehm et al. (2001): 137). Die Ergebnisse dieser linguistisch ausgerichteten Untersuchung entsprechen dem bereits erwähnten Zusammenhang zwischen Veränderungen der

[14] Auch diese Power - Veränderungen wurden auf Basis einer Berechnung der individuellen „Peak Alphafrequenz (PAF)“ analysiert.

upAlphapower und der semantischen Gedächtnisleistung: „[...] the upper alpha band exhibited a significantly larger change in band power during the semantic task and that time window in which subjects searched for the superordinate concept“ (Roehm et al. (2001): 137). Diese letzte Studie deutet an, dass die Ergebnisse von Klimesch zu einer Relation zwischen Alpha und bestimmten Gedächtnisleistungen auch möglicherweise auf eine linguistische Ebene übertragen werden könnten.

1.2.2. Die individuelle Alphafrequenz (IAF)

Die IAF kann zuerst einmal als **individuelle Definition der AF** eines Probanden in einer Ruhebedingung – mit geöffneten oder geschlossenen Augen, aber im Wachzustand und ohne Ausführung einer spezifischen Aufgabe – beschrieben werden. Sie ist von herausragender Bedeutung für die Erforschung von Oszillationen im Alphaband und soll im Rahmen des zweiten Empirieteils analysiert werden, weshalb hier eine genauere Betrachtung folgt. Oben wurde bereits erwähnt, dass eine Unterscheidung zwischen tonischer/ spontaner und phasischer/ evozierter Aktivität im Alphaband vorgenommen werden kann. Nach Klimesch (1999: 174f.) ist erstere nicht bewusst zu beeinflussen und insofern für jede Person vorbestimmt, auch wenn sie im Verlauf des Lebens durch kognitive Veränderungen „in response to circadian rhythms, fatigue, distress, neurological disorders, etc.“ variiert.

Z. B. Klimesch (1996, 1999) oder Doppelmayr et al. (1998) raten, dass die IAF als ein solcher Grundrhythmus aus Spektralanalysen zu den EEGs einer Person jeweils individuell definiert werden sollte über z. B. einen Peak in bestimmten Alphabandgrenzen, die wiederum für jedes Individuum einer neuen Festlegung bedürfen. Auf Basis dessen kann die IAF mit interindividueller Variabilität in kognitiven Prozessen in Relation gesetzt werden. An dieser Stelle ist in Hinblick auf den linguistischen Hintergrund der vorliegenden Arbeit und der hier präsentierten Alpha-Studie bereits vorwegzunehmen, dass z. B. Bornkessel et al. (2004: 285ff.) in der IAF ein Anwendungspotenzial für Studien zu interindividuellen Unterschieden in der Sprachverarbeitung sehen. Insbesondere, was die Möglichkeit angeht, Personengruppen nach deren IAF zu charakterisieren, sehen die Autoren größeres Potenzial in dem neurobiologischen Maß als z. B. in den oben erwähnten AG-Erhebungen.

Zur Frage, worauf diese Unterschiede in der AF hinsichtlich der neuroanatomischen Ebene letztendlich beruhen, sind bisher nur wenige Antworten zu finden. Anokhin und Vogel (1996: 12) spekulieren, ob möglicherweise der Grad der Myelinisierung von Neuronen zu einer Variabilität der Frequenz von Alphaoszillationen durch veränderte Leitungseigenschaften beitragen könnte: „It can be supposed that

the duration of a cycle would be shorter with a greater axonal and dendritic conduction velocity [...] and, hence, the frequency of the resulting rhythm would be higher." Bezüglich einer Lokalisation der IAF ist das Bild etwas klarer. Eine aktuellere Studie von Chiang et al. (2011) bestätigte z. B. über eine Clusteranalyse[15] die in der Literatur größtenteils etablierte Sichtweise, dass hauptsächlich an posterior - okzipitalen Regionen individuell abgeleitete Peaks in der AF am deutlichsten hervortreten: „Occipital sites had alpha clusters of higher average frequency, higher power, and greater presence across the scalp" (Chiang et al. (2011): 1505).

Zur **Ableitung der IAF** wurden unterschiedliche Methoden vorgeschlagen. Vor allem sind die Alphabandgrenzen, zwischen denen die IAF liegt und die sich für viele Menschen bei ca. 8 und 12 Hz festmachen lassen, individuell für einzelne Elektroden, Aufnahmen und schließlich Probanden erst einmal zu ermitteln (vgl. für eine mögliche Annäherung Doppelmayr et al., 1998). Statt einer Erhebung eines Peaks innerhalb dieses ermittelten Frequenzbands im Sinne der sogenannten „Peak Alpha Frequency (PAF)" schlägt z. B. Klimesch (1996) außerdem eine andere Berechnungsmöglichkeit, die „Center of Gravity (CoG)"[16], zur besseren Abbildung der IAF vor. Eine Bevorzugung dieser Methode gilt demnach vor allem für Fälle, in denen das EEG bspw. während einer Gedächtnisaufgabe aufgezeichnet wurde, sodass die Alphapower gering ist bzw. nur mehrere flache Peaks ableitbar sind. Letztlich kann jedoch in Abhängigkeit von der verfolgten Fragestellung entweder die PAF - oder CoG - Berechnung als Maß herangezogen werden. Mittlerweile findet der Begriff „IAF" einfach für alle individuell ermittelten Werte der AF einer Person Verwendung.[17] Gerade die Fälle mit multiplen Peaks, zwischen denen auszuwählen ist, und solche ohne (deutlichen) Peak im AF - Bereich, stellen besondere Herausforderungen dar. Moderne Algorithmen versuchen die Ausfallquote und diese Schwierigkeiten so weit wie möglich zu reduzieren bzw. die Annäherungen zu verbessern.[18]

[15] Peaks in der AF wurden aufgrund von spektralen Ähnlichkeiten an einzelnen Elektroden zu Clustern zusammengefasst.

[16] Dieses Maß ist nach Klimesch (1999: 171) definiert als „gravity or 'mean' frequency which is the weighted sum of spectral estimates, divided by alpha power", es enthält also eine Abbildung der Power im gesamten Alphaband und eine stärkere Gewichtung von Frequenzen, die eine höhere Power aufweisen.

[17] Ursprünglich nutzte Klimesch (1996) den Begriff „IAF" nur für die CoG - Berechnung, nach Doppelmayr et al. (1998: 172) kann jedoch für beide Maße eine solche Bezeichnung gerechtfertigt sein, insofern sie individuell bestimmt wurden.

[18] Diese Methoden sollen hier nicht weiter vertieft werden, da für die Alpha - Studie der vorlie-

Unterschiedliche **personenbezogene und kognitive Faktoren** konnten bereits in Korrelation zur IAF gesetzt werden. Eine häufig beschriebene Beobachtung hinsichtlich des Faktors **Alter** ist, dass sich die Frequenz im Laufe der Kindheit und Jugend zwar erhöht, jedoch ab ca. 20 Jahren ganz langsam wieder abnehmen kann, vor allem bedingt durch die Entwicklung von Hirnerkrankungen und insbesondere im hohen Alter (vgl. Clark et al., 2004; Chiang et al., 2011; zu einem (kritischen) Überblick Klimesch, 1997, 1999). Interessanterweise erweisen sich unter Kontrolle des Faktors Alter interindividuelle Unterschiede allerdings, wie auch Klimesch (1999: 175) hervorhebt, als stärker. Clark et al. (2004) sehen z. B. entsprechend dieser Annahme eine deutlichere Relation zwischen der IAF und der Zahlenspanne rückwärts unter Kontrolle des Faktors Alter als im umgekehrten Fall (IAF in Relation zum Alter unter Kontrolle der Zahlenspanne). Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015a: 11) konnten in einer Studie zum Sprachverstehen außerdem ableiten, dass die IAF und das Alter ihrer Probanden abweichende Effekte zeigten und insofern zu unterscheiden waren. Schlussfolgernd kann festgehalten werden, dass der Zusammenhang zwischen Alter und IAF über die anfangs erwähnte langfristige und langsame Entwicklung hinaus also keine übergeordnete Rolle spielen sollte.

Vor diesem Hintergrund werden Studien besonders bedeutsam, die die **Stabilität** des IAF - Maßes zeigen. Diesbezüglich konnten zum einen Grandy et al. (2013b) für eine Gruppe von jüngeren (20 - 31 Jahre) und älteren (65 - 80 Jahre) gesunden Erwachsenen herausarbeiten, dass die IAF über einen kurzen Zeitraum von ca. 6,6 Monaten stabil blieb unabhängig von Effekten, die sich durch ein kognitives Training in behavioralen Maßen zeigen ließen. Insbesondere bei geschlossenen Augen kann die IAF in verschiedenen Altersgruppen nach Grandy et al. (2013b: 579) als „neurophysiological trait marker that reflects general CNS functioning“ bezeichnet werden, was die Bedeutsamkeit des Maßes besonders hervorhebt und die in der vorliegenden Arbeit verwendete Bezeichnung als neurobiologischer Grundrhythmus zusätzlich begründet. Zum anderen weist eine Studie von Tenke et al. (2018) sogar auf eine längerfristige Stabilität über 12 Jahre hinweg trotz kognitiver Veränderungen durch die Entwicklung angehender Symptome einer neuropsychiatrischen Erkrankung (Major Depressive Disorder (MDD)) bei eigentlich gesunden oder vor-

genden Arbeit ein in Corcoran et al. (2018) präsentierter und auf die untersuchten Daten speziell angepasster Algorithmus eingesetzt wurde (siehe Abschnitt 3.4).

klinischen Probanden hin.[19,20]

In Bezug auf die **Erblichkeit** der IAF deuten Ergebnisse von Smit et al. (2006) und Posthuma et al. (2001) auf einen deutlichen genetischen Einfluss hin. Smit et al. (2006: 235) gehen deshalb interessanterweise davon aus, dass „individual differences in alpha activity are influenced little by developmental plasticity and individual experiences“, was die Ergebnisse zur Stabilität des Maßes nachdrücklich hervorhebt.

Drei Studien untersuchten auch die Möglichkeiten mittels IAF auf **psychische oder neurologische Defizite** zu schließen, wobei die beiden aktuelleren eher gering belastete oder vorklinische Probanden sowie deren Risiko für u. a. die Entwicklung von Symptomen einer depressiven Erkrankung in den Fokus rücken. In Tement et al. (2016) konnte ein deutlicher Zusammenhang zwischen der IAF aus dem Ruhe - EEG mit geschlossenen Augen und mittels eines Fragebogens erhobenen depressiven Symptomen bei einer Gruppe von Studierenden abgeleitet werden. Tenke et al. (2018) halten in ihrer Studie zur Stabilität der IAF fest, dass das Maß zwar größtenteils Unabhängigkeit von der Entwicklung einer solchen Erkrankung über den Beobachtungszeitraum zeigte, dass jedoch Probanden, bei denen ein Familienmitglied mit einer MDD bekannt war und die somit ein erhöhtes Risiko dafür aufwiesen, eine leicht geringere Stabilität über die 12 Jahre erkennen ließen. Nach Tenke et al. (2018: 7) ist die IAF insofern eher als Prädiktor zu sehen, als dass sie sich parallel zum Verlauf einer psychischen Erkrankung verändern würde.[21] Die dritte Studie wurde zu einer Gruppe von Patienten mit einer „traumatic brain injury (TBI)“ durchgeführt, die nach den Autoren „attention and concentration deficits, reduced speed of processing, and mental fatigue“ (Angelakis et al. (2004b): 890) als „verbindende Eigenschaften“ zur IAF aufweisen. Die Ergebnisse

[19] Zu beachten sind bei dieser Studie zwei einschränkende Aspekte der Experimentdurchführung: *Erstens* wurden zwar 70 Probanden eingeschlossen, allerdings konnte aufgrund eines zu geringen Alters vieler Probanden für eine reliable Messung der IAF zu Beginn der Studie nur ein Subsample auf Stabilität im Erwachsenenalter tatsächlich getestet werden. *Zweitens* wurden keine okzipitalen Elektroden verwendet.

[20] Unterschiede zwischen den Geschlechtern konnten in Chiang et al. (2011) und Tement et al. (2016) nur unter bestimmten Bedingungen oder in Interaktion mit anderen Faktoren (z. B. bei der Vorhersage eines Depressionswertes) abgeleitet werden. Keine Unterschiede zeigten sich z. B. bei Smit et al. (2006) in Bezug auf genetische Effekte.

[21] In diesem Punkt werden sogar Parallelen zu den Fragestellungen und Ergebnissen aus Empirieteil I deutlich, wo die Prädiktivität der sprachlichen Komplexitätsveränderungen während des Therapiezeitraums und das Ausgangsniveau der Komplexität gleichermaßen einbezogen wurden. Auch hier deuten die Ergebnisse eher auf eine Prädiktivität des Ausgangswertes (nach der Rehabilitation und vor Beginn der eigentlichen Schreibintervention) allerdings hinsichtlich des Therapieerfolgs unter allgemein geringer Belastung der untersuchten Patienten hin.

deuten nach Angelakis et al. (2004b: 887) auf eine niedrigere IAF bei Patienten hin, allerdings hauptsächlich bei einer Erhebung nach der Ausführung eines Aufmerksamkeitstasks. Die Ergebnisse dieser drei Studien geben folglich zwar Hinweise auf potenzielle Zusammenhänge unterschiedlicher Art zwischen der IAF und psychischen Erkrankungen. Häufig sind bei der Interpretation abgeleiteter Effekte jedoch bestimmte Voraussetzungen, die oben jeweils angemerkt wurden und die Ergebnisse einschränken, zu beachten.

Für die Alpha - Studie besonders interessant sind Untersuchungen, die Korrelationen zwischen der **IAF und kognitiven Funktionen** ableiten konnten. Ein unklares Bild zeigt sich bei Untersuchungen zu kognitiven Fähigkeiten oder Intelligenzfaktoren. Eine Studie von Angelakis et al. (2004a) mit 19 Probanden untersuchte Relationen der IAF zu unterschiedlichen **kognitiven Fähigkeiten**, konnte jedoch nur vereinzelt signifikante Korrelationen zu Tests, die zusammengefasst „reading vocabulary and response control“ (Angelakis et al. (2004a): 60) abbilden sollen, und ausschließlich bei einer EEG - Aufzeichnung während oder nach einer Aufgabe feststellen. Die Studie von Grandy et al. (2013b) zeigt, dass die IAF durch eine trainingsverbundene Verbesserung der kognitiven Leistungsfähigkeit ebenfalls nicht zu beeinflussen ist. Zusammengenommen scheint es Hinweise zu geben, dass einzelne kognitive Fähigkeiten häufig keinen Zusammenhang zur IAF zeigen.

Viele Studien haben allerdings versucht, die IAF auch mit dem Faktor **„Intelligenz“** in Relation zu setzen. Anokhin und Vogel (1996) legten ihren 100 Probanden bspw. verschiedene Tests, die auf eine Intelligenzmessung abzielen sollten, vor, konnten jedoch ebenfalls nur vereinzelte, eher moderate Korrelationen zwischen Untertests zu vor allem verbalen Fähigkeiten (u. a. ein Konzeptualisierungs- und „verbal fluency“ - Test) mit der IAF berichten (Anokhin und Vogel (1996): 6, 10). Keine signifikante Korrelation war u. a. zu einem generellen Intelligenzfaktor als Gesamtscore aus allen Tests festzustellen. Ein solcher allgemeiner Intelligenzfaktor „g“ wurde auch in einer späteren Arbeit von Grandy et al. (2013a) eingesetzt. Sie konnten im Gegensatz zu Anokhin und Vogel (1996) „a reliable and substantial correlation between IAF and g“ (Grandy et al. (2013a): 15) unabhängig vom Alter der Probanden ableiten. Posthuma et al. (2001), die sich eher auf die Erblichkeit der IAF und des Intelligenzmerkmals als beidermaßen Ausdruck einer schnelleren Verarbeitungsgeschwindigkeit des Gehirns fokussierten (Posthuma et al. (2001): 567), erhoben den IQ ihrer Probanden mittels eines etablierten Intelligenztests. Nach Posthuma et al. (2001: 571, 574) waren jedoch keine signifikanten Korrelationen zwischen der IAF und den einzelnen Dimensionen des Tests festzustellen. Die Hy-

pothese einer gemeinsamen Grundlage auf Basis der Verarbeitungsgeschwindigkeit wurde deshalb unter folgender Aussage verworfen: „Smarter brains do not seem to run faster“ (Posthuma et al. (2001): 567). In der bereits erwähnten Untersuchung von Smit et al. (2006) mit 16-jährigen Probanden und einer IQ-Ermittlung über eine Testbatterie zeigte sich ebenfalls kein Zusammenhang zur IAF. Die Ergebnisse zur IAF und dem Konzept der „Intelligenz“ ergeben wiederholt ein undeutliches Bild. Möglicherweise spiegeln diese Unsicherheiten einfach die Problematik wider, ähnlich wie beim Konzept des Arbeitsgedächtnisses oder teilweise auch der syntaktischen Komplexität, eine angemessene Definition und Quantifizierung zur Erhebung zu finden.[22] Die Schlussfolgerung von Grandy et al. (2013a: 10): „IAF is a marker of global architectural and functional properties of the human brain“, muss deshalb auf Basis der dargestellten abweichenden oder unklaren Befunde vorerst mit Vorsicht betrachtet werden. Untersuchungen zu speziellen verbalen Fähigkeiten finden auf Grundlage der präsentierten Ergebnisse ebenfalls vorsichtige Unterstützung.

Einige spezifische Studien zur IAF und **Gedächtnisfunktionen** können ebenfalls berichtet werden. Auch wenn sich Klimesch eher auf die Untersuchung von ereigniskorrelierten Synchronisationen und Desynchronisationen konzentriert (siehe vorheriger Abschnitt), findet sich z. B. in Klimesch et al. (1993) eine Studie zur IAF (definiert über das CoG-Maß). In einem „memory search“ Paradigma sollte durch eine Variation der Größe des Erinnerungssets zum einen die Gedächtnisleistung manipuliert werden und zum anderen über eine Präsentation gleicher oder unterschiedlicher Sets die Aufmerksamkeitsanforderung durch die Notwendigkeit, störende Gedächtnisinhalte bei letzteren auszublenden. Darüber hinaus erfolgte eine Einteilung der Probanden in zwei Gruppen auf Basis ihrer Leistung in einem Lern- und Gedächtnistest. Ein Ergebnis der Untersuchung war, dass die IAF, gemessen während des Abrufs und im Vergleich zu einer Ruhebedingung, insbesondere bei erhöhtem Gedächtnisaufwand (schwächer, aber ebenso bei einer Zunahme der Aufmerksamkeitsanforderung) verlangsamt war (Klimesch et al. (1993): 247). Der Unterschied zwischen Probanden mit guten und schlechten Gedächtnisleistungen in den dafür eingesetzten Tests wurde außerdem als am deutlichsten bei dieser Erhebung während des tatsächlichen Abrufs beschrieben: „During retrieval, the IAF of good performers is 1.25 Hz higher than for bad performers“ (Klimesch et al. (1993): 241).

[22] Vgl. Posthuma et al. (2001: 575) und Grandy et al. (2013a: 11) zu Kritik an Studien, die abweichende Ergebnisse zur IAF und Intelligenz finden, und u. a. deren Operationalisierung des IQs.

In Klimesch et al. (1993) und Klimesch (1997, 1999) wird auf Grundlage verschiedener Untersuchungen abgeleitet, dass eine Relation der IAF zu Gedächtnisleistungen besteht und dass dieser neurobiologische Grundrhythmus Ausdruck der kognitiven **Verarbeitungskapazität** eines Individuums sei mit dem zusätzlich enthaltenen Mechanismus, bei einer Überschreitung sogar eine kurzfristige Verlangsamung der Frequenz herbeizuführen. Diese Annahmen basieren auf dem Ansatz, dass die IAF ein Ausdruck der Verarbeitungsgeschwindigkeit ist. Sie kann jedoch auch intraindividuell variabel bei höherem Gedächtnis- oder kognitiven Aufwand heraufgesetzt und zur Aufrechterhaltung der Leistungsfähigkeit bei Überschreitungen der Kapazität heruntergesetzt werden (vgl. Klimesch, 1997, 1999). Darüber hinaus sind zwei weitere Studien mit den klassischen Zahlenspannentests zur Bestimmung der **AG - Kapazität** (siehe zur Kritik an diesen Maßen Abschnitt 2.3.3) zu finden. Angelakis et al. (2004b) führten ein Experiment an einer kleinen Stichprobe durch zur IAF vor und nach eine AG - Aufgabe und an zwei unterschiedlichen Tagen. Bei einer Bestimmung der IAF aus einer EEG - Ruheaufnahme vor der Aufgabe und am selben Tag konnte nach Angelakis et al. (2004b: 887, 893) grundsätzlich eine Korrelation der IAF mit dem Zahlenspannenmaß abgeleitet werden. Eine zweite Beobachtung betrifft „Anpassungseffekte“ hinsichtlich der IAF, die aus den Aufnahmen nach der Ausführung des Zahlenspannentests berechnet wurde. Nach Angelakis et al. (2004b: 887) findet sich nur bei den Probanden, die vor der AG - Aufgabe eine niedrigere IAF als der Median der Stichprobe hatten, eine signifikante Zunahme der Frequenz danach. In der Studie von Clark et al. (2004) (ohne okzipitale Elektroden mit allerdings einer großen Stichprobe von Probanden in einer weiten Altersspanne von 11 bis 70 Jahren) wurde insbesondere frontal eine Korrelation zwischen der IAF und vor allem der Zahlenspanne rückwärts beschrieben, die unabhängig von Alterseffekten war. Letztendlich halten die Autoren fest, dass „each additional 1 Hz of alpha peak frequency was associated with a 0.21 digit increase in reverse digit span, when age was held constant“ (Clark et al. (2004): 6). Trotz der oben diskutierten Kritik an den Zahlenspannenmaßen scheint die Relation zur IAF möglicherweise für unterschiedliche kognitive Gedächtnisfunktionen zu gelten. Gerade diese Evidenz macht eine Studie, die das neurobiologische Maß IAF mit sprachlicher Komplexität und insbesondere der ID korreliert, sehr interessant.

Nur zwei Studien sind abschließend bislang direkt zur IAF und der **Sprachverarbeitung** anzuführen. Bornkessel et al. (2004) zeigten in zwei Experimenten, dass eine Klassifikation von Probanden nach der IAF mit interindividuellen Unterschieden in EKP - Effekten zu syntaktischen und semantischen Satzebenen-

ambiguitäten korrelierte. Bei den Probanden mit einer langsameren IAF konnte zusammengefasst bei der Verarbeitung ambiger versus unambiger Stimuli in beiden Experimenten ein deutlicher Positivierungseffekt abgleitet werden im Gegensatz zur Gruppe mit einer schnelleren IAF (Bornkessel et al. (2004): 287). Bornkessel et al. (2004: 279) argumentieren deshalb: „[...] an electrophysiological measure, individual alpha frequency (IAF), may be a suitable means of classifying interindividual differences in sentence processing.“ Die Ergebnisse werden außerdem als Evidenz gegen eine Kapazitätshypothese zur IAF angeführt, da ansonsten eher ein Effekt bei Probanden mit hoher IAF zu erwarten gewesen wäre, wenn diese das AG bei der Ambiguitätslösung stärker beanspruchen (Bornkessel et al., 2004: 288). Im Rahmen einer Untersuchung zum Faktor Alter beim Lesen von Antonymwortpaaren führten Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015a) außerdem eine extra Analyse mit dem Faktor IAF (gemittelt über Aufnahmen mit geschlossenen Augen vor und nach dem Experiment an zwei okzipitalen Elektroden) durch. In einem späten Zeitfenster der P600 bei zwei untersuchten „Mismatch“ - Bedingungen war der Faktor IAF besser als die tatsächliche Manipulation mit den Daten zu fitten (Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015a): 10). Darüber hinaus konnte eine Interaktion der okzipital erhobenen IAF aus dem Ruhe - EEG mit der Topografie von EKP - Effekten festgehalten werden, aus der Bornkessel-Schlesewsky et al. (2015a: 11) schließen: „IAF could account for individual differences in topographical variability of ERP responses.“

Alle präsentierten Studien zusammengenommen bestätigen einen sehr grundlegenden Beitrag der IAF als stabiles neurobiologisches Maß zu kognitiven Prozessen, die mit Gedächtnisfunktionen und/ oder verbalen Fähigkeiten bzw. der Verarbeitung von Sprache in Verbindung stehen. Im Sinne einer Sichtweise zur IAF als „trait marker“ durch z. B. Grandy et al. (2013a, b) und Tenke et al. (2018) könnten nach Klimesch et al. (2008) und Klimesch (2012) diese interindividuellen Unterschiede in der AF einfach als Ausdruck von Persönlichkeitsmerkmalen (engl. *trait*) gesehen werden. Alternativ wird von ihnen die Hypothese aufgestellt, dass sich in der IAF Unterschiede zwischen Individuen insbesondere in Charakteristika kognitiver Aufmerksamkeits- oder Bewusstseinsprozesse zeigen. Als Grundlage der berichteten Relationen werden jedoch vor allem die inhibitorische Funktion von Oszillationen im Alphaband zum kontrollierten und notwendigen Ausschluss störender oder aktuell nicht benötigter Informationsinhalte aus dem Aufmerksamkeitsfokus (siehe vorheriger Abschnitt) angeführt (vgl. Klimesch, 1999; Bornkessel et al., 2004).[23]

[23] In Bezug auf verschiedene Frequenzen im Alphaband führen z. B. Klimesch (1997: 330) und Bornkessel et al. (2004: 288) insbesondere die Funktion von Oszillationen im lowAlphaband im

Bornkessel et al. (2004: 287) beziehen ihre Ergebnisse zur Ambiguitätslösung bei der Sprachverarbeitung entsprechend folgendermaßen auf die „Inhibition Hypothesis (IH)“:

> This observation is consistent with the IH, which predicts reliable increases in processing load for participants with poor inhibitory control in any task where the suppression of one of multiple alternative representations or strategies would lead to an increase in processing efficiency.

Aufgrund der durchgängigen Hervorhebung der inhibitorischen Funktion von Alphaoszillationen in der Forschungsliteratur (siehe vorherige Abschnitte) und der hier berichteten Vernetzung auch zur IAF soll dieser Mechanismus für die vorliegende Arbeit ganz grundlegend als neurobiologisches Prinzip zur effizienten Informationsverarbeitung angesehen werden. Daraus und auf Basis der oben präsentierten Erkenntnisse zu Relationen zwischen unterschiedlichen Gedächtnisfunktionen sowie teilweise verbalen Fähigkeiten und der IAF lässt sich eine Studie zu diesem neurobiologischen Maß und sprachlicher Komplexität, wie in der im Folgenden vorgestellten Alpha - Studie verfolgt, motivieren.

2. Herleitung konkreter Fragestellungen

Die einleitenden Abschnitte haben Evidenz dafür angeführt, dass die IAF als neurobiologischer Grundrhythmus zur teilweisen Erklärung von vor allem interindividuellen Unterschieden in der Gedächtnisleistung und bei der Sprachverarbeitung herangezogen werden kann. Über die oben herausgearbeitete Bedeutung von Alphaoszillationen und der IAF bei der effizienten Verarbeitung von Informationen durch wahrscheinlich inhibitorische Mechanismen kann auch die hypothetische Annahme einer Verbindung zur Produktion sprachlicher Komplexität hergeleitet werden. Vor allem das Maß der ID, das einige Gemeinsamkeiten mit der IAF zeigt wie z. B. die Stabilität des Maßes für ein Individuum über einige Zeit hinweg sowie die grundsätzliche Relation zum Gedächtnis, erscheint in diesem Kontext interessant. Jedoch auch der Einsatz weiterer psycholinguistischer Komplexitätsmaße aus der KMG - Studie, die eher syntaktisch oder strukturell orientiert sind, lässt sich über zwei Argumente motivieren. Zum einen haben die Ergebnisse aus Empirieteil I gezeigt, dass eine Gegenüberstellung dieser Maße mit der eher inhaltsorientierten ID ein umfassenderes Bild der Zusammenhänge für die sehr explorative Herangehensweise, wie sie

Zusammenhang mit der IAF und deren Rolle bei der Aufmerksamkeitskontrolle an.

auch hier zugrunde liegt, erbracht hat. Zum anderen kann auch für die syntaktische Komplexität, trotz der teils problematischen theoretischen Grundlage, ganz allgemein angenommen werden, dass eine effizientere Informationsverarbeitung diesen Bereich bei der Produktion sprachlicher Komplexität ebenfalls unterstützen sollte.

Für die **Studie zum Deutschen** lassen sich also folgende Fragestellungen bezüglich der Einzelsprachebene formulieren:

1. Lassen sich Korrelationen zwischen der IAF eines (gesunden) Probanden und dessen sprachlicher Komplexität in Bezug auf die Bereiche Satzlänge, strukturelle Komplexität und inhaltliche Anreicherung, operationalisiert durch die MLU, DC und ID, finden?
2. Verhalten sich die einbezogenen sprachlichen Komplexitätsmaße entsprechend ihrer divergierenden Konzeptionen unterschiedlich?

In Bezug auf den **Sprachvergleich zwischen dem Englischen und Deutschen** soll auf einer basalen Ebene überprüft werden, ob auf Grundlage der Universalitätsannahme für sowohl die ID als auch die IAF ebenso die Universalität des Verhältnisses zwischen dem psycholinguistischen Textverarbeitungsmaß und dem neurobiologischen Grundrhythmus angenommen werden kann.[24] Wie oben bereits erwähnt, ist ein Unterschied in der Expressivität dieser beiden Sprachen nicht zu erwarten. Demgegenüber könnte auf Basis morpho - syntaktischer Abweichungen zwischen ihnen allerdings durchaus ein Unterschied angenommen werden. Aufgrund der Analyse der Sprachproben zu beiden Sprachen mittels sowohl der ID als auch der MLU, kann ein Bezug hergestellt werden zu den Faktoren Expressivität, die mit ersterem Maß in Verbindung stehen sollte, und morpho - syntaktische Abweichungen, die sich eher in letzterem widerspiegeln. Durch den Sprachvergleich ergibt sich somit die Möglichkeit, folgende Fragestellungen zusätzlich explorativ zu untersuchen:

3. Kann für die beiden germanischen Sprachen Englisch und Deutsch eine Universalität des Verhältnisses zwischen IAF und ID angenommen werden?
4. Unterscheiden sich die beiden Sprachen im Vergleich dazu in ihrem Verhältnis zwischen IAF und MLU?

[24] Die Universalitätsannahme zur ID leitet sich aus verschiedenen Abschnitten des Theorieteils der vorliegenden Arbeit zu Komplexitätsmaßen im Allgemeinen und dem semantischen bzw. inhaltsbezogenen Maß im Speziellen ab. In der Einleitung des aktuellen zweiten Empirieteils wurde diese Annahme ebenfalls für die IAF begründet.

5. Welche Rolle spielen die Faktoren Alter und Geschlecht der Probanden für die oben genannten Verhältnisse zwischen IAF und sprachlicher Komplexität?

Zwei übergeordnete Punkte sollen auf diese Weise geklärt werden:

i. Ist auf Einzelsprachebene eine interindividuell variable sprachliche Komplexität durch einen Grundrhythmus wie die IAF auf neurobiologischer Ebene vorbestimmt oder sind beide Parameter unabhängig voneinander zu sehen?

ii. Besteht darüber hinaus eine Unabhängigkeit des Verhältnisses zwischen der IAF und sprachlicher Komplexität, zumindest gemessen durch die ID, von der Einzelsprache?

3. Methode der deutschen Alpha - Studie

Aufgrund des Designs der hier vorgestellten Alpha - Studie, dass einerseits zwei EEG - Ruheaufnahmen auf die IAF hin untersucht werden sollen unabhängig von andererseits einer Komplexitätsanalyse einer zwischen den EEGs aufgenommenen, mündlichen Erzählung, werden hier die methodischen Grundlagen beider Aspekte getrennt vorgestellt. An dieser Stelle ist direkt zu erwähnen, dass die Komplexitätsanalyse auf ähnliche Art und Weise wie in Empirieteil I vorgenommen wurde und an denselben Literaturgrundlagen orientiert ist, weshalb im entsprechenden Abschnitt nur auf Unterschiede in der Herangehensweise oder weitere Auffälligkeiten verwiesen werden soll. Diese Unterschiede betreffen hauptsächlich den Umstand, dass für die Alpha - Studie im Gegensatz zu den Blogtexten der KMG - Studie mündliche Sprachproben analysiert wurden. Die Durchführung des Experiments und die Analyse der Daten zur unten vorgestellten deutschen Alpha - Studie erfolgte schließlich zu einem Großteil unter Mitwirkung von Studierenden oder wissenschaftlichen Hilfskräften im Neurolinguistischen Labor der Universität Mainz, wobei die Stichprobe seit dem Beginn der Untersuchungen im Mai 2016 stetig durch Nacherhebungen erweitert werden konnte.[25]

Das Methodenkapitel gliedert sich in folgende Abschnitte: Der **Abschnitt 3.1** geht auf die untersuchte Stichprobe von gesunden Probanden ein, in **Abschnitt 3.2** wird dann die Durchführung des Experiments berichtet, aufgeteilt in die Elizitation und Aufnahme der Erzählungen sowie die EEG - Ableitung und Datenaufzeichnung. Die **Abschnitte 3.3** und **3.4** beschäftigen sich außerdem mit erstens der

[25] Die EEG - Daten und Scans der Datenanalysen für die deutsche Alpha - Studie sind auf einer Festplatte des Neurolinguistics Lab des Department of English and Linguistics/ General Linguistics der Johannes Gutenberg - Universität Mainz hinterlegt.

Transkription und Komplexitätsanalyse der Erzählungen und zweitens der tatsächlichen Datenauswertung, d. h. mit der EEG - Datenverarbeitung, IAF - Ableitung und den Korrelationsanalysen zum Deutschen sowie den multiplen linearen Regressionsanalysen zur Modellierung der Daten aus beiden Sprachen im Vergleich.

Erst im nächsten Kapitel folgt dann eine Vorstellung der Alpha - Studie zum Englischen für den Sprachvergleich, da es hier einige Unterschiede zur deutschen Studie gibt (siehe Einleitung zu Kapitel V).

3.1. Probanden

Im Rahmen der Alpha - Studie wurde eine Stichprobe von 40 gesunden Probanden, die größtenteils Studierende waren oder einen Hochschulabschluss hatten, untersucht. Die Probanden gaben an, keine neurologischen oder psychischen Erkrankungen aktuell aufzuweisen oder in der Vergangenheit gehabt zu haben sowie keine Medikamente mit Auswirkungen auf das Gehirn einzunehmen. Die Stichprobe setzt sich aus 17 Frauen und 23 Männern zusammen in einer Altersspanne von 20 - 33 Jahren (M = 24,75 Jahre). Alle Probanden waren darüber hinaus einsprachig aufgewachsene deutsche Muttersprachler und Rechtshänder (die Händigkeit wurde mittels einer gekürzten, deutschen Version des Edinburgh Handedness Inventory von Oldfield (1971) abgefragt). Die Teilnahme an der Studie wurde mit 7 Euro pro Stunde vergütet. Vor dem Beginn des Experiments erfolgte eine Aufklärung über die Ableitung eines EEGs und die Verwendung der anonymisierten Daten im Rahmen der Untersuchung. Dazu wurde die Unterzeichnung einer Einverständniserklärung vorausgesetzt, wobei die Probanden erst während der Vorbereitung eine kurze Instruktion hinsichtlich des genauen experimentellen Ablaufs (inklusive der Audioaufnahme einer kurzen Erzählung) erhielten, um auf eine möglichst spontane Sprachprobe hinzuwirken. Sie konnten die Studie jedoch jederzeit abbrechen.

3.2. Durchführung des Experiments

In die Aufnahme zweier Ruhe - EEGs wurde die Aufgabe der Probanden, über ein unerwartetes Ereignis im Leben zu erzählen, eingebettet. Während des Erzählens erfolgte keine Aufzeichnung des EEGs, worüber die Probanden informiert waren. Die Aufgabenstellung erhielten die Versuchsteilnehmer, wie oben erwähnt, erst während der Vorbereitung des EEGs, sodass sie im Vorhinein keine Informationen über den Produktionstrial an sich oder die spezifische Thematik hatten und recht spontan produzieren mussten. Die nächsten beiden Abschnitte stellen die Durchführung der beiden getrennten Teile des Experiments vor.

3.2.1. Elizitation einer Erzählung und Audioaufnahme

Die Probanden erhielten vor der Aufnahme des ersten Ruhe - EEGs und während der Vorbereitung die Instruktion, für 5 - 10 Minuten über ein unerwartetes Ereignis in ihrem Leben zu erzählen (eine ähnliche Elizitationsaufgabe findet sich in Kemper et al. (2001b: 603)). Bei Unsicherheiten konnten im Vorhinein Anregungen zu möglichen Themenbereichen (z. B. Reisen, Begegnungen, Schule, Studium) gegeben werden. Die Erzählung wurde in einer Ruhekammer, in der sich der Proband auch während der EEG - Aufzeichnung befand, über ein AKG - Mikrofon (Harman Deutschland GmbH, Garching, Deutschland) und die Audioprogramme Audacity® (URL: *https://www.audacityteam.org*) oder Amadeus Pro (URL: *https://www.hairersoft.com/pro.html*) aufgenommen und als WAV - Dateien abgespeichert. Um eine möglichst natürliche Erzählsituation zu gewährleisten, saß ein „Interviewer“ dem Probanden während der gesamten Aufnahme gegenüber, hörte diesem zu und sollte durch anregende Nachfragen nur dann eingreifen, wenn die Mindestaufnahmedauer durch den Probanden nicht eigenständig überschritten wurde. Falls eine Erzählung diese Zeit von 5 Minuten nicht erreichte, bestand die Möglichkeit, ein weiteres Ereignis zu berichten oder über die Nachfragen des Interviewers animiert die Erzählung fortzuführen. Es stellte sich heraus, dass die Aufgabenstellung gut geeignet war längere Erzählungen zu elizitieren, auch wenn die Probanden anfangs Unsicherheiten über die Wahl eines Ereignisses und die Länge der nötigen Erzähldauer äußerten. Um den Erfolg der Methode zur Elizitation der Sprachproben einordnen zu können, sind folgende Beobachtungen von Relevanz: Häufig wurden Berichte über ungewöhnliche Begegnungen mit Menschen, unerwartete Ereignisse auf Reisen oder Erlebnisse im Job, Studium oder aus der Schulzeit gewählt, wobei 50 % der Probanden über ein einziges Ereignis berichteten und der Rest bis auf eine Person zwischen 2 - 4 Geschichten erzählte. Die Dauer der Erzählungen von der ersten bis zur letzten (thematischen) Äußerung eines Probanden inklusive Zwischenfragen variierte zwischen knapp unter 5 - 9 Minuten, lag bei den meisten jedoch zwischen 5 - 6 Minuten. 33 % der Probanden mussten darüber hinaus gar nicht oder nur durch eine Nachfrage von Seiten des Experimentators zum Weiterzählen animiert werden, während 45 % zwei oder drei Mal eine Anregung erhielten (die restlichen 23 % bewegen sich zwischen 4 - 8 Nachfragen). Wie in Abschnitt 2.2.2.3 diskutiert und in Empirieteil I für die Blogtexte der KMG - Studie erhoben wurde, ist die Länge von Sprachproben für die Komplexitätsanalyse von großer Relevanz. Hinsichtlich der mündlichen Erzählungen der Alpha - Studie kann festgehalten werden, dass eine ausreichende Länge in allen Fällen gegeben ist. Die Verteilung der

Anzahl an Wörtern und Äußerungen lässt sich aus den beiden Histogrammen in Abbildung V.1 ablesen.

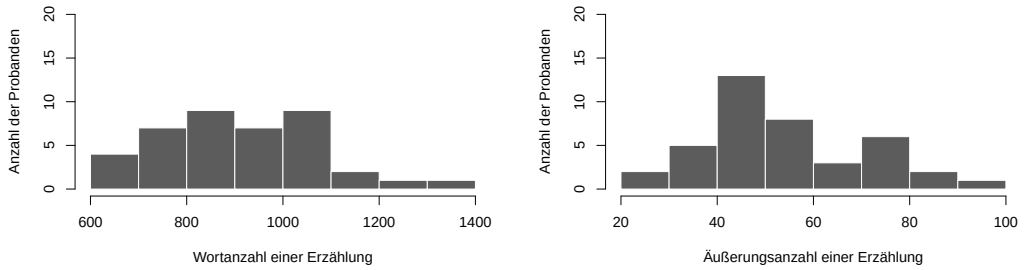


Abb. V.1.: Anzahl der Probanden aus der Alpha - Studie nach deren Wort- und Äußerungsanzahl in ihren Erzählungen.

Trotz der hohen Variabilität zwischen den Erzählungen der einzelnen Probanden und weiten Spanne von 632 - 1331 Wörtern (M = 907,23, SD = 167,22) und 27 - 99 Äußerungen (M = 54,78, SD = 17,67) werden die oben aus der Literatur abgeleiteten Grenzen von mindestens 60 bzw. 100 Wörtern oder 10 Äußerungen in allen Fällen deutlich überschritten. Brown et al. (2008) ließen sich als weiterer Vergleich zur Elizitation von mündlichen Sprachproben Erinnerungen an Nine - Eleven erzählen und versuchten die Probanden dazu anzuregen, mindestens 50 Äußerungen zu produzieren. Auch diese Grenze wurde von vielen Probanden überschritten.

Auf Basis dieser Daten kann die gewählte Methode für die Zielsetzung der Alpha - Studie und als Grundlage einer Komplexitätsanalyse als sehr gut geeignet im Sinne einer hohen ökologischen Validität zur Elizitation einer natürlichen und spontansprachlichen Erzählung (vgl. dazu Chand et al. (2012a): 4) bezeichnet werden. Aufgrund der Vorgabe, über ein unerwartetes Ereignis zu erzählen, konnte zumindest in Bezug auf folgende Aspekte eine Vergleichbarkeit erreicht werden: *Erstens* wurden Ereignisse aus der Vergangenheit berichtet, die in der Erinnerung der Probanden fest verankert waren und einen entsprechend ähnlichen „Gedächtnisaufwand“ erwarten lassen. *Zweitens* ist eine emotionale Verbindung, wenn auch unterschiedlicher Art, zu den berichteten Erlebnissen anzunehmen. *Drittens* mussten die Probanden einem fremden Gegenüber die Geschichten so strukturieren, dass letztendlich kohärente und inhaltlich nachvollziehbare Erzählungen vorliegen.

3.2.2. EEG - Ableitung und Datenaufzeichnung

Die EEG - Ableitung erfolgte mittels 8 Ag/ AgCl - Elektroden, die mithilfe einer elastischen Kappe (EasyCap GmbH, Herrsching, Deutschland) an der Schädeloberfläche befestigt wurden. Die parietalen und okzipitalen Elektroden waren nach dem internationalen 10 - 20 System an den Positionen P3, Pz, P4, PO3, PO4, O1, Oz und O2 angeordnet und die Ground an AFz. Die Impedanzen wurden unter 5 kΩ gehalten, eine zusätzliche Mastoidelektrode rechts zur Referenzierung hinzugenommen und eine weitere links zur Rereferenzierung als neunte Elektrode (siehe zur Referenzierung bei der IAF - Analyse Abschnitt 3.4.1). Die Verstärkung der einzelnen Kanäle erfolgte mittels eines BrainAmp - Amplifiers (Brain Products GmbH, Gilching, Deutschland) und die Digitalisierung mit einer Abtastrate von 500 Hz.

Der Proband wurde für die Ableitung des EEGs in eine schallisolierte, schwach beleuchtete Ruhe - Kammer gesetzt. Vor dem Produktionstrial folgte dann für jeweils drei Minuten zuerst eine EEG - Aufnahme mit geöffneten Augen und danach mit geschlossenen Augen. Während der Erzählung des Probanden wurde kein EEG abgeleitet, aber darauffolgend ein erneutes Ruhe - EEG mit erst geschlossenen und dann geöffneten Augen wieder für jeweils drei Minuten aufgenommen. Die Probanden wurden gebeten während der Augen - auf Aufnahme möglichst wenig zu blinzeln und die Augen ruhig zu halten beim Fixieren eines Zeichens am Bildschirmrand vor ihnen.

3.3. Analyse der Erzählungen

Zur Durchführung der Komplexitätsanalyse mussten die Sprachaufnahmen zuerst transkribiert werden. Eine einfache orthografische Transkription (inklusive z. B. Füllwörtern und einer groben Angabe von Pausen) war für die Zwecke der Alpha - Studie ausreichend und konnte an die Vorgaben von Chand et al. (2012a) angelehnt werden. Zur schnelleren Analyse der Komplexität erfolgte in einem zweiten Schritt eine Überarbeitung der Rohtranskripte zu einem „Analysetranskript“. Der folgende erste Abschnitt wird die Vorgehensweise zur Erstellung beider Transkripte näher behandeln.

Da im Gegensatz zu Empirieteil I die Komplexitätsmaße bereits auf mündliche Sprachproben z. B. in Cheung und Kemper (1992) und Chand et al. (2012b) Anwendung gefunden haben, sollen die Besonderheiten mündlicher Spontansprache nicht extra behandelt werden, obwohl sie zu beachten sind. Sowohl die Transkription als auch die Komplexitätsanalyse erfolgten hauptsächlich auf Grundlage der Vorgaben des Manuals von Chand et al. (2012a) und wurden, angepasst an die deutschen

Daten und ähnlich zur KMG - Studie, in Leitfäden von der Autorin der vorliegenden Arbeit zusammengefasst. Beide Auswertungsschritte erfolgten dann zu einem Großteil unter Mitarbeit von Studierenden, wobei die einzelnen ID - Analysen einer detaillierten Überprüfung durch die Autorin der vorliegenden Arbeit unterzogen wurden.

3.3.1. Transkription der Audioaufnahmen

In einem ersten Schritt wurde ein Rohtranskript der Audioaufnahmen erstellt. Abbildung V.2 zeigt für einen kurzen Ausschnitt der Audioaufnahme von P - 05[26] eine Gegenüberstellung des Roh- und Analysetranskripts. Daran werden einige Transkriptionsrichtlinien und Anpassungen für das Analysetranskript bereits deutlich.

Rohtranskript	Analysetranskript
Da hat er uns dann paar extra Jobs, sag ich ma, beschafft.	(1) Da hat er uns dann paar extra Jobs, sag ich mal, beschafft.
Ähm, sodass wir dann im Prinzip kein Verlust hatten.	(2) Sodass wir dann im Prinzip kein Verlust hatten.
Und [Pause], ja, dementsprechend war das schon [Pause] vom- vom Fehler am Anfang, der unerwartet war, über den ganzen Verlauf eigentlich, ja, sehr [Pause], ja, unerwartet und leider auch etwas [atmet] doof gelaufen.	(3) Und, ja, dementsprechend war das schon vom- vom Fehler am Anfang, der unerwartet war, über den ganzen Verlauf eigentlich, ja, sehr, ja, unerwartet und leider auch etwas doof gelaufen.
[Lacht]	
Ähm [Pause], ja.	(4) Ja.
[Pause]	
[Interviewerin: Noch ein Ereignis vielleicht? Irgendwas.]	
Das wär schon länger her.	(5) Das wär schon länger her.
Das, ähm [Pause], war nach'm Abitur.	(6) Das war nach dem Abitur.
Das war dann 2012.	(7) Das war dann 2012.
[Pause] Mmh, da [Pause] hab ich erst n Studium angefangen in Wirtschaftsinformatik und dacht auch eigentlich, dass das schon was für mich sein könnte.	(8) Da hab ich erst ein Studium angefangen in Wirtschaftsinformatik und dacht auch eigentlich, dass das schon was für mich sein könnte.

Abb. V.2.: Beispiel eines Ausschnitts aus dem Roh- (links) und Analysetranskript (rechts) für P - 05 aus der Alpha - Studie.

Folgendes Ziel, das Chand et al. (2012b: 8) in Hinblick auf eine ID - Analyse zusammenfassend ausgeben, lag auch der Transkription für die Alpha - Studie zugrunde:

[26] Originalbeispiele, die von Probanden aus der Alpha - Studie stammen, werden jeweils durch die Codierung des Probanden „P“ in Klammern angegeben.

„[. . .] transcripts should maintain a reasonable degree of faithfulness with their original audio, and they should present all information pertinent to narrative content for ID analysis.“ Dabei wurden ein paar Richtlinien (zu einem Großteil entsprechend der Vorgaben von Chand et al. (2012a: 9ff.)) formuliert:

- Reduzierte Formen, Assimilationen oder dialektale Verwendungen vorerst ungefähr so verschriftlichen, wie sie ausgesprochen wurden
- Verzögerungen (engl. *hesitations*) sowohl lexikalischer (z. B. *okay*, *halt*) als auch nicht - lexikalischer Art (z. B. *äh*, *ähm*) aufnehmen
- Abbrüche (Satzteil- und Wortabbrüche) markieren, aber alles transkribieren (auch bei Revisionen)
- Deutlich wahrnehmbare Pausen ungefähr markieren
- Unverständliches als solches anmerken
- Metadiskurs, Anmerkungen/ Fragen des Versuchsleiters und direkte Antworten des Probanden notieren und markieren

Die größte Herausforderung stellte die Segmentierung der Sprachaufnahmen in Äußerungen[27] dar. Folgende Orientierungspunkte aus Chand et al. (2012a: 10) wurden auch den Transkripten für die Alpha - Studie zugrunde gelegt: „[. . .] utterances are segmented by discernible pauses in the flow of speech, intonation, or by conventional notions of sentence boundaries (including considering the content of the utterance).“ Äußerungen, die nach einer Pause fortgesetzt werden, gelten darüber hinaus als eine Äußerung und satzfinale Konjunktionen oder nicht - lexikalische Füllwörter werden bspw. an den Beginn der darauffolgenden Äußerung gesetzt. Die Segmentierung bleibt jedoch eine subjektive Entscheidung und muss als Problematik von Spontansprachanalysen akzeptiert werden. Es ist davon auszugehen, dass die ID - Analyse durch das Setzen von Äußerungsgrenzen weniger beeinflusst wird als die Bestimmung der syntaktischen Komplexitätsmaße und somit wiederholt ein robusteres Maß darstellt.

Für das Analysetranskript wurden reduzierte oder veränderte Formen dann in Vollform oder korrekt notiert, wenn kein vollständiges Morphem fehlte (z. B. *aufer Arbeit* als *auf der Arbeit*, aber *auf Arbeit* unverändert). Nicht - lexikalische Füllwörter, Pausenmarkierungen und Wörter, die nicht verständlich oder abgebrochen waren bspw. bei Versprecherkorrekturen (z. B. *ne Aneinein- ne Aneinanderreihung*

[27] Der Begriff „Äußerung“ sollte in Bezug auf Spontansprache der des Satzes vorgezogen werden (vgl. Tomasello (2000b): 63).

(P - 05) wurde als *eine- eine Aneinanderreihung* transkribiert), konnten für das Analysetranskript zur Vereinfachung entfernt werden, da diese für keines der Komplexitätsmaße von Relevanz sind. Ebenso wurden Kommentare des Interviewers, direkte Antworten darauf durch den Probanden oder Metadiskurs für das Analysetranskript herausgenommen.

3.3.2. Analysen zur sprachlichen Komplexität

Für die deutsche Alpha - Studie wurden, wie erwähnt, alle Komplexitätsmaße der KMG - Studie, die MLUw/ m, DC und ID, ebenfalls eingesetzt und auf dieselbe Art und Weise auf das bereits bearbeitete Analysetranskript angewendet. Der Leser sei zur grundsätzlichen Anwendung der einzelnen Komplexitätsmaße deshalb auf Abschnitt 4.3 aus Kapitel III verwiesen. Auch die Leitfäden waren größtenteils ähnlich, außer dass eine wichtige Unterscheidung zusätzlich zu beachten war zwischen Wörtern, die zwar bei den syntaktischen Komplexitätsmaßen einbezogen werden, aber keinen Beitrag zur ID leisten.

Dazu wurden folgende Vorgaben aus Chand et al. (2012a: 32 - 38) zur Wertung von Wörtern und Ideen befolgt und auf die MLU - Maße und die DC übertragen:

- Wenn die Bedeutung einer ganzen Äußerung nicht ableitbar ist, weil Teile unverständlich sind, wird diese Äußerung nicht analysiert. Wenn die Bedeutung eines ansonsten verständlichen Satzes nicht klar ist, können Ideen nicht bewertet werden, aber die Wörter gezählt und für die MLU und DC einbezogen werden. Beide Fälle kamen allerdings höchst selten vor.
- Lexikalische Füllwörter[28] sind als Wörter einzubeziehen, aber zählen nie als Ideen.
- Bei Wiederholungen innerhalb von oder über Äußerungen hinweg werden alle Wörter für die syntaktischen Maße einbezogen. Die ID umfasst allgemein nur „neue“ Ideen. In aufeinanderfolgenden Äußerungen, die an sich neuen Inhalt bringen, sind wiederholte Ideen deshalb zu zählen, ansonsten nicht.
- Revidiertes Sprachmaterial, z. B. bei syntaktischen Korrekturen, wird für die MLU - Maße und DC einbezogen, nicht aber bei der ID, wo nur die Revision oder im Fall einer vollständigen Umformulierung nur der längere Teil (in Wörtern) zählt (z. B. betrifft diese Regel die eingeklammerten Abschnitte in folgender

[28] Hier muss teilweise eine subjektive Entscheidung getroffen werden, ob ein Proband ein Wort als Füllwort, d. h. strategisch und wiederholt, einsetzt.

Äußerung von P - 01: *[Und dann hat sie- nein, und-] und meine Oma [hat dann auch noch-] war dann auch noch bei, die hat sich auch verquatscht.*).

Speziell zur ID war außerdem zu beachten, dass z. B. Idiome oder indirekte Rede nicht in einzelne Ideen aufgeteilt werden, sondern als eine Idee insgesamt zu werten sind. Affirmative gelten darüber hinaus nach Chand et al. (2012a: 27) nicht als Ideen.

Im Anhang C findet sich als Beispiel für jedes der Komplexitätsmaße eine vollständig analysierte und markierte Erzählung eines Probanden.

3.4. Datenanalysen

In einem ersten Schritt erfolgte für die Alpha - Studie zum Deutschen die Verarbeitung der EEG - Daten und Ableitung der IAFs der jeweiligen Probanden mittels eines MATLAB - Skripts von Corcoran (2017). Das Skript inklusive der einzelnen Verarbeitungsschritte soll in **Abschnitt 3.4.1** behandelt werden. Für einen ersten Eindruck zu den Daten der deutschen Studie, die mittels einer größeren Anzahl an Komplexitätsmaßen entsprechend der oben präsentierten KMG - Studie ausgewertet wurde, erfolgte eine Korrelationsanalyse der Daten, deren Durchführung in **Abschnitt 3.4.2** vorgestellt wird. Der letzte **Abschnitt 3.4.3** nimmt dann Bezug auf die Modellierung des Sprachvergleichs zwischen den zur Verfügung gestellten englischen Daten (siehe Kapitel 4) und der deutschen Studie, die dazu hinsichtlich einiger Komplexitätsmaße reduziert wurde.

3.4.1. EEG - Datenverarbeitung und IAF - Berechnung

Zur Verarbeitung der EEG - Daten und Ableitung der IAFs zu den einzelnen Probanden wurde ein Algorithmus verwendet, der als MATLAB - Skript von Corcoran aus dem Jahr 2017 speziell auf die Alpha - Studie angepasst ist. Für ausführliche Informationen zur Methode an sich sei der Leser auf Corcoran et al. (2018) und eine open - source Bereitstellung des Algorithmus sowie weiterer Materialien von Corcoran (2016 – 2018, URL: *https://github.com/corcorana/restingIAF*) verwiesen. Das übergeordnete Ziel des Algorithmus ist es nach Corcoran et al. (2018: 2), eine reliable und automatisierte Quantifikation der IAF zur Verfügung zu stellen: „One approach for improving the objectivity, replicability, and (for larger data sets) practicality of PAF estimation is to implement an automated peak - detection algorithm.“ Dabei wird insbesondere Rücksicht auf die oben angesprochenen Herausforderungen oder Schwierigkeiten bei der IAF - Ableitung genommen und auf

potenzielle Schwachstellen oder Nachteile vorheriger Methoden, die zu beheben sind, verwiesen: „In sum, common methodological approaches to IAF estimation are either (a) time consuming and vulnerable to inconsistencies arising from subjective evaluation, or (b) at risk of producing spurious or biased estimates under certain plausible spectral conditions“ (Corcoran et al. (2018): 2).

Der Algorithmus ist nach Corcoran et al. (2018) darauf ausgelegt mittels einer nicht - parametrischen Herangehensweise geglättete Powerschätzungen, die grundsätzlich auf einer Fast Fourier Transformation (FFT) beruhen, zur Spektraldichte des EEG - Signals abzuleiten. Diese werden als „power spectral density (PSD) estimates“ bezeichnet. Zur Glättung wird der sogenannte Savitzky - Golay Filter, „which attempts to smooth the PSD rather than fit a specified function to it“ (Corcoran et al. (2018): 14), eingesetzt, sodass das niedrige Signal - zu - Rausch Verhältnis im EEG - Signal an sich verbessert werden kann. Gleichzeitig bleiben aber z. B. Eigenschaften wie Minima und Maxima trotz des Filters erhalten und können für die Berechnung bzw. Bestimmung der PAF und CoG (als Maße der IAF) aus den PSDs sehr gut genutzt werden (Corcoran et al. (2018): 4). Über mathematische Ableitungen erster und zweiter Ordnung aus diesen PSDs wird in einer zuvor definierten Region durch den Algorithmus nach einem Peak im Alphabereich gesucht. Zur Erhebung der PSDs setzen Corcoran und Kollegen darüber hinaus auf eine in MATLAB implementierte Funktion, die gleitende Fenster einer festgelegten Länge über das Signal verschiebt, worüber dann jeweils PSDs berechnet und abschließend gemittelt werden: „The pipeline [...] relies on MATLAB's pwelch.m implementation of Welch's modified periodogram method (Welch, 1967) to derive PSD estimates“ (zitiert nach Corcoran et al. (2018): 4). Als Fensterfunktionen bzw. Taper werden hier Hamming Windows eingesetzt. Der Algorithmus leitet letztendlich in drei Schleifen die PAF eines Probanden ab und kann z. B. Rücksicht auf weniger deutliche Peaks an manchen Kanälen nehmen und unter Umständen eine höhere Rate an ableitbaren IAFs gewährleisten. Außerdem wird definiert, ab wann ein Peak als solcher festgelegt werden kann und wie stark er sich von anderen absetzen sollte. Die PSD - Schätzungen und mathematischen Ableitungen werden deshalb zuerst für jeden einzelnen Kanal beider Ruheaufnahmen durchgeführt bzw. berechnet und u. a. Peaks darin bereits bestimmt. Für beide Aufnahmen wird über die Kanäle, für die ein Wert vorliegt, gemittelt unter Gewichtung je nach einbeziehbaren Elektroden (zur genauen Vorgehensweise vgl. Corcoran et al. (2018): 4). Ebenso erfolgt eine Mittelung über die beiden Ruheaufnahmen, um schließlich einen Wert für die PAF und somit die IAF eines Probanden zu erhalten.

Für die Verarbeitung der Alpha - Daten wurde das Skript über MATLAB (The MathWorks, Inc., Natick, MA, Version R2014b V5) ausgeführt und der EEG - Datenimport sowie die Datenvorverarbeitung erfolgten über die MATLAB - Toolbox EEGLAB (Schwartz Center for Computational Neuroscience, University of California, San Diego, Version v13.6.5b). Online wurde, wie oben angegeben, zum rechten Mastoidknochen referenziert und offline erfolgte eine Rereferenzierung zum Mittel aus beiden Mastoidelektroden. Außerdem wurde ein Bandpassfilter (30 Hz lowpass, 0,3 Hz highpass) angewendet. Der Berechnung der IAFs liegen ausschließlich die Daten der beiden Ruheaufnahmen mit geschlossenen Augen, aus denen jeweils Intervalle von genau 2 Minuten extrahiert wurden, zugrunde[29].

Die für das Skript festzulegenden Parameter entsprechen größtenteils den von Corcoran et al. (2018) angegebenen Werten:

- Region zur Ermittlung des Alphapeaks = 7 - 13 Hz;
- minimale Anzahl an Elektroden für eine Mittelung und Ableitung der PAF = 3;
- mittlerer Anteil des Ausmaßes, zu dem der höchste Peak über dem zweithöchsten liegen muss = 0,2;
- „SGF frame width“ = 11;
- „SGF polynomial degree“ = 5;
- Die PWelch - Methode wurde mittels eines Hamming - Windows mit einer Länge von 2000 Abtastungen (4 * Abtastrate von 500 Hz) durchgeführt, was einer Frequenzauflösung von ca. 0,25 entspricht.

3.4.2. Korrelationsanalyse zum Deutschen

Für eine erste Analyse des Zusammenhangs zwischen der IAF eines Probanden im Ruhe - EEG und dessen sprachlicher Komplexität in den mündlich produzierten Erzählungen wurde eine einfache Korrelationsmatrix zu den Daten der deutschen Studie in Hinblick auf die Komplexitätsmaße MLUw/ m, DC und ID herangezogen. Wie in der KMG - Studie basieren die Analysen zu Korrelationen der einzelnen Maße untereinander auf Berechnungen von Spearmans Rho (r_s) und Anpassungen für multiples Testen über Anwendungen der False Discovery Rate (FDR) (vgl. Benjamini und Hochberg, 1995). Die Berechnung erfolgte mittels des R - Pakets „psych“

[29] Die Vorteile der Verwendung von Ruheaufnahmen mit geschlossenen Augen zur IAF - Ableitung wurden oben erwähnt. Corcoran et al. (2018: 6) heben u. a. die Reduktion okularer Artefakte hervor sowie die Stabilität bzw. Reliabilität der Ergebnisse aus diesen Aufnahmen unter Verweis z. B. auf Grandy et al. (2013b).

(Revelle, 2018). Die gleiche Vorgehensweise wurde außerdem für eine erste Auswertung der Daten zum Deutschen hinsichtlich der Korrelationen zwischen der IAF und den Komplexitätsmaßen gewählt.

Alle Grafiken, Datenauswertungen und statistischen Analysen wurden auch für die Alpha - Studie mittels des Statistikprogramms *R* (R Core Team, 2018) erstellt bzw. berechnet.

3.4.3. Sprachvergleich: Multiple lineare Regressionsanalysen und Modellvergleiche

Zum Sprachvergleich zwischen dem Englischen und Deutschen auf Populationsebene wurden multiple lineare Regressionsanalysen ebenfalls mittels des Statistikprogramms R (R Core Team, 2018) durchgeführt. In Hinblick auf die Gegenüberstellung der Sprachen bezüglich des Verhältnisses zwischen der Komplexität einer Erzählung und der IAF eines Probanden ist zu beachten, dass die Daten für das Englische auf die beiden Maße MLUw und ID zur Erhebung der syntaktischen und inhaltlichen/ semantischen Komplexität beschränkt sind. Deshalb konnten die Analysen, allerdings gestützt durch die unten für die deutsche Alpha - Studie berichteten Korrelationen der Komplexitätsmaße untereinander, nur für diese abhängigen Variablen durchgeführt werden.

Mehrere multiple lineare Regressionsanalysen wurden angesetzt, um zu testen, ob die Prädiktorvariablen Sprache, IAF, Alter und Geschlecht signifikant die syntaktische und/ oder semantische Komplexität vorhersagen können. Neben Haupteffekten für die Faktoren Sprache (in Referenz zu den deutschen Daten), IAF, Alter und Geschlecht (in Referenz zu den Daten der männlichen Probanden) wurden alle Interaktionen zwischen diesen in die komplexesten linearen Regressionsmodelle einbezogen: Sechs Zweifachinteraktionen zwischen den erwähnten Variablen (Sprache x IAF, Sprache x Alter, IAF x Alter, Sprache x Geschlecht, IAF x Geschlecht, Alter x Geschlecht), vier Dreifachinteraktionen (Sprache x IAF x Alter, Sprache x IAF x Geschlecht, Sprache x Alter x Geschlecht, IAF x Alter x Geschlecht) und die Vierfachinteraktion Sprache x IAF x Alter x Geschlecht.

Darüber hinaus wurden zum Vergleich der Modellvarianten jeweils Varianzanalysen mittels ANOVAs für statistische Modelle berechnet. Außerdem erfolgte an einigen Stellen eine zusätzliche Prüfung durch das Akaike - Informationskriterium (engl. *Akaike's information criterion*, AIC), um zu kontrollieren, ob die Varianzaufklärung der komplexen linearen Modelle, bestimmt über den R^2 - Wert, haupt-

sächlich auf die Einbeziehung multipler Variablen zurückzuführen ist. Das Akaike - Informationskriterium kontrolliert für die Anzahl in einem Modell berücksichtigter Variablen (vgl. Field et al., 2012: 263).

Zum Ablauf der einzelnen Auswertungsschritte ist festzuhalten, dass auch der Alpha - Studie ein exploratives Vorgehen zugrunde liegt. Im ersten Schritt wurden deshalb die komplexesten linearen Modelle zu den beiden Maßen, die alle Variablen und Interaktionen zwischen diesen einbeziehen, analysiert. Aufgrund unterschiedlicher Beobachtungen mussten dann abweichende Vorgehensweisen für die beiden abhängigen Variablen zur sprachlichen Komplexität, MLUw und ID, gewählt werden. Hinsichtlich des ersteren Maßes erfolgte ein Vergleich einzelner einfacher und komplexer Modelle mittels ANOVAs, um der Wirksamkeit der Variablen für den Modellfit nachzugehen. Darüber hinaus wurde das erwähnte AIC zur Beurteilung einbezogen. Bei der ID musste letztendlich aufgrund einer extrem guten Varianzaufklärung, aber vollständigen Unabhängigkeit aller Variablen im komplexesten Modell zur Dateninterpretation ein weiterer Analyseschritt hinzugezogen werden. Die Aufnahme der Variablen IAF und Alter in die Modelle erfolgte unter einer Standardisierung bzw. Normalisierung. Die darüber abgeleiteten standardisierten β - Koeffizienten im Gegensatz zu den Regressions- / B - Koeffizienten ermöglichen durch die Angleichung der Skalierung eine bessere Interpretierbarkeit relevanter Faktoren.

4. Die Alpha - Studie zum Englischen

Die Daten zum Englischen wurden an der University of South Australia im Jahr 2016 auf vergleichbare Art und Weise wie in der deutschen Alpha - Studie erhoben und zum Zwecke des Sprachvergleichs für die vorliegende Arbeit zur Verfügung gestellt. In einem kurzen Konferenzreport von Corcoran (2016) sind bereits erste, vorläufige Ergebnisse zu einer kleineren Stichprobe, aber zum Sprachvergleich zwischen dem Englischen und Deutschen veröffentlicht. Die Frage, die den Probanden zur Elizitation der Erzählungen gestellt wurde, wird dort in Anlehnung an Kemper et al. (2001b: 603) mit „Describe an unexpected event that happened to you“ angegeben.

Das Design umfasste wie in der deutschen Alpha - Studie die Aufnahme eines Ruhe - EEGs vor und nach der Elizitation einer Erzählung mit gleichzeitiger Audioaufzeichnung. Letztere wurde dann ebenfalls wie in der deutschen Studie in einem Roh- und Analysetranskript verschriftlicht (vgl. zur Erstellung der Transkriptarten in der deutschen Alpha - Studie Abschnitt 3.3.1), die Auswertung der Komplexitätsmaße

wurde im Gegensatz zur deutschen Studie allerdings auf die ersten 50 Äußerungen begrenzt. Da zum Englischen der Algorithmus des CPIDR - Programms (siehe Abschnitt 2.2.2.3) für die ID - Analyse zur Verfügung steht, konnte die Auswertung außerdem automatisiert in dessen sogenanntem „speech mode“ für mündliche Spontansprache erfolgen. Insofern sind die Absolutkomplexitätswerte beider Studien nur eingeschränkt vergleichbar, da im Deutschen manuell ausgezählt werden musste. Zur Ableitung der IAFs der einzelnen Probanden aus den Ruhe - EEG - Aufnahmen wurde auf das Skript von Corcoran et al. (2018) (siehe Abschnitt 3.4.1) zurückgegriffen.

Die Stichprobe der Studie zum Englischen umfasst letztlich 30 gesunde Probanden (16 Frauen) im Alter von 18 bis 69 Jahren (M = 34,63 Jahre). Alle Probanden waren monolingual aufgewachsene englische Muttersprachler und Rechtshänder (auch hier wurde die Händigkeit mittels des Edinburgh Handedness Inventory von Oldfield (1971) abgefragt). Die Teilnahme an der Studie wurde vergütet. Hinsichtlich neurologischer und psychischer Erkrankungen sowie der Einnahme von Medikamenten erfüllten die Probanden ebenfalls dieselben Kriterien wie in der deutschen Alpha - Studie (siehe Abschnitt 3.1).

5. Ergebnisse

Sowohl hinsichtlich der deskriptiven Ergebnisse in Abschnitt 5.1 als auch einer ersten Korrelationsanalyse in Abschnitt 5.2, die nur zur deutschen Alpha - Studie präsentiert wird, sollen die Daten beider Sprechergruppen vorerst getrennt betrachtet werden, da sie *erstens* bezüglich der absoluten ID - Werte aufgrund unterschiedlicher Auszählverfahren nicht gut vergleichbar sind und *zweitens* da in der Untersuchung zum Deutschen in Anlehnung an die KMG - Studie zusätzlich zur MLUw und ID auch die MLUm und DC der Transkripte vorliegen. Erst in einem zweiten Schritt (Abschnitt 5.3) werden die Ergebnisse der linearen Modelle zum Vergleich zwischen dem Englischen und Deutschen behandelt, wo es primär um Unterschiede zwischen den Sprachen im Verhältnis der sprachlichen Komplexität zur IAF und den Faktoren Alter und Geschlecht auf Populationsebene gehen soll.

5.1. Deskriptive Ergebnisse der Komplexitäts- und IAF - Analysen zu beiden Sprachen

Alpha - Studie zum Deutschen. Die MLU liegt in den Erzählungen der deutschen Muttersprachler zwischen 11,39 und 30,15 Wörtern (M = 17,57, SD = 4,19)

bzw. 14,7 und 40,81 Morphemen pro Äußerung (M = 24,07, SD = 5,86), die DC zwischen 3,01 und 10,78 (M = 5,71, SD = 1,89) und die ID zwischen 3,7 und 5,11 (M = 4,35, SD = 0,35) Ideen pro 10 Wörter. Die Korrelationsanalyse der Werte für die einzelnen Komplexitätsmaße (siehe Tabelle V.1) ergibt ein teils vergleichbares Muster, aber auch interessante Unterschiede zur KMG - Studie. Wie in letzterer Untersuchung zeigt sich zwischen der MLUw und MLUm entsprechend der Konzeption beider Maße eine fast perfekte und hoch signifikante Korrelation, $r_s = .97$, $p < .001$. Das entspricht fast exakt dem Wert für die KMG - Studie. Hohe Korrelationen von ca. $r_s = .8$ ($p < .001$) finden sich gleichermaßen zwischen der DC und den beiden MLU - Maßen. Damit liegen die Korrelationen sogar etwas höher als bei der KMG - Studie. Ein Unterschied ist festzuhalten hinsichtlich der ID. Das Maß zur Bestimmung der semantischen Komplexität zeigt zu allen drei syntaktischen Komplexitätsmaßen nur schwache bis vernachlässigbare Korrelationen zwischen $r_s \approx .1$ - .3, wobei keine davon hier Signifikanz erreicht. Im Vergleich zur KMG - Studie, in der eine schwache, aber hoch signifikante Korrelation zwischen der ID und DC zu beobachten war, weist dieses Verhältnis zwar knapp den höchsten Wert auf, wird jedoch nicht signifikant.

	MLUw	MLUm	DC
MLUm r_s	.97 ***	–	
Sign.	*< .001*	–	
DC r_s	.86 ***	.87 ***	–
Sign.	*< .001*	*< .001*	–
ID r_s	.15	.24	.27
Sign.	*ns*	*ns*	*ns*

Tab. V.1.: Korrelationen zwischen den sprachlichen Komplexitätsmaßen in der Alpha - Studie. Die Korrelationskoeffizienten wurden mittels Spearmans Rho (r_s) und die Signifikanzniveaus (*Sign.*) unter Anpassung für multiples Testen durch Anwendung der FDR berechnet.

Die IAF - Analyse mittels des Skripts von Corcoran, das bereits 2017 speziell für die deutsche Alpha - Studie entwickelt wurde, ergab bei 38 der 40 Probanden aus der deutschen Stichprobe einen IAF - Wert. Für die zwei restlichen Probanden konnte bei keiner oder nur einer Elektrode ein IAF - Wert zur endgültigen Mittelung abgeleitet werden. Im Mittel (Median) wurden dafür 15 Kanäle (Spanne = 5 - 16) als Summe der Aufnahmen vor und nach der Erzählung einbezogen bzw. bei 52,5 % der Stichprobe 15 - 16 Elektroden. Die IAF - Werte reichen von 8,57 bis 12,82 Hz (M = 10,18, SD = 0,85).

Alpha - Studie zum Englischen. In den Erzählungen der englischen Mutter-

sprachler erreicht die MLUw Werte zwischen 12,7 und 21,67 Wörtern (M = 17,18, SD = 2,52) und die ID auf Basis der CPIDR - Analyse zwischen 5,35 und 6,08 (M = 5,69, SD = 0,18) Ideen pro 10 Wörter. Somit liegt die ID der Sprecher des Englischen deutlich höher und zeigt eine geringere Streuung als in den Daten zum Deutschen, die von Hand und auf Basis des Manuals von Chand et al. (2012a) ausgewertet wurden. Zwischen den beiden Maßen ist bezüglich des Englischen keine Korrelation festzustellen.

Die IAF - Analyse ergab für 28 der 30 Probanden aus der Stichprobe zum Englischen einen Wert. Die individuell bestimmten Frequenzen im Alphaband reichen von 8,74 bis 11,51 Hz (M = 10,07, SD = 0,78).

5.2. Korrelationsanalyse zur deutschen Alpha - Studie

Die Grafiken zu Relationen zwischen den Komplexitätswerten in den vier Maßen MLUw/ m, DC, ID und den IAFs der einzelnen Probanden in Abbildung V.3 zeigen weite Streuungen der Daten. Die Regressionsgeraden deuten darüber hinaus an, dass für das Deutsche keine Verbindungen zwischen den verschiedenen Ausprägungen sprachlicher Komplexität und der IAF abzuleiten sind.

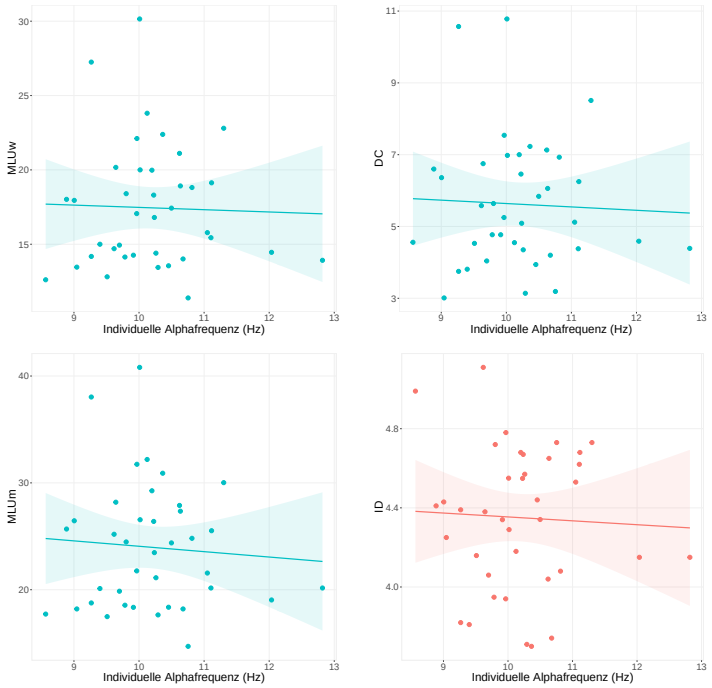


Abb. V.3.: Streudiagramme mit Regressionsgeraden und 95 % - Konfidenzintervallen zu Relationen zwischen der IAF und den Komplexitätsmaßen MLUw/ m, DC und ID in der Alpha - Studie.

Die Korrelationsanalyse in Tabelle V.2 bestätigt diesen Eindruck. In Hinblick auf die deutschen Probanden zeigt keines der Komplexitätsmaße eine Korrelation zur IAF. Es ist folglich davon auszugehen, dass die beiden Faktoren sprachliche Komplexität und IAF auf Stichprobenebene als unabhängig voneinander zu betrachten sind.

	MLUw	MLUm	DC	ID
IAF r_s	.07	.03	.03	.03
Sign.	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*

Tab. V.2.: Korrelationen zwischen der IAF und den sprachlichen Komplexitätsmaßen. Die Korrelationskoeffizienten wurden mittels Spearmans Rho (r_s) und die Signifikanzniveaus (*Sign.*) unter Anpassung für multiples Testen durch Anwendung der FDR berechnet.

5.3. Sprachvergleich zwischen dem Deutschen und Englischen

Die Ergebnisse einer ersten deskriptiven Erörterung der Daten und Einbeziehung einfacher Korrelationsanalysen sollen ebenfalls auf Stichprobenebene erste Tendenzen in den Daten aufzeigen. Der zweite Abschnitt geht dann auf die Modellierung auf Populationsebene unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren ein.

5.3.1. Deskriptive Ergebnisse und Korrelationsanalyse zum Sprachvergleich

Die beiden Streudiagramme mit Regressionsgeraden inklusive Angaben des Konfidenzintervalls in Abbildung V.4 bilden die Relationen der beiden Komplexitätsmaße MLUw und ID zur IAF der Probanden im Vergleich der zwei Sprachen Englisch und Deutsch ab. Rein deskriptiv deuten die Daten auf grundsätzliche Unterschiede zwischen den Sprachen hinsichtlich der Komplexitätsmaße hin.
Neben der Tatsache, dass die Daten zum Deutschen in beiden Komplexitätsmaßen wesentlich weiter streuen, überlagert sich der Datenbereich in den beiden Sprachen bei der MLUw erheblich. Die Regressionsgeraden zeigen parallele Anstiege und deuten, wie oben bereits bezüglich des Deutschen festgehalten wurde, auf eine vollständige Unabhängigkeit der MLUw von der IAF hin. Bei der ID, die mittels unterschiedlicher Auszählverfahren in den beiden Sprachen ausgewertet wurde, sind zwei Unterschiede festzustellen. Zum einen liegen die Datenwolken vollständig getrennt voneinander, da für das Englische, wie oben berichtet, deutlich höhere ID - Werte mittels der CPIDR - Analyse abgeleitet wurden. Allerdings deuten sich hier marginal entgegengesetzte Anstiege der Regressionsgeraden zum Verhältnis zwischen den ID - Werten und der IAF der Probanden für die beiden Sprachen an.

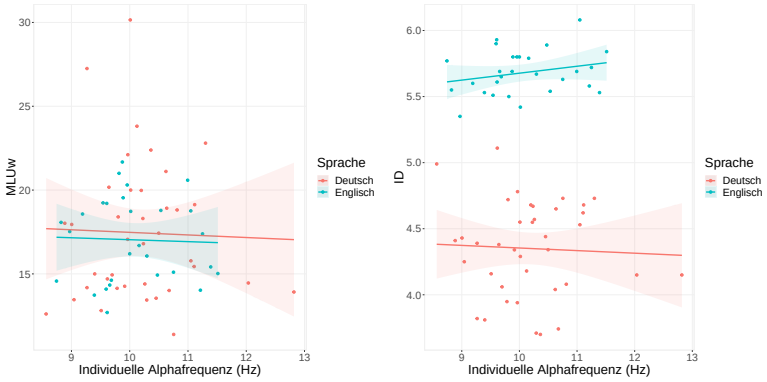


Abb. V.4.: Streudiagramme mit Regressionsgeraden und 95 % - Konfidenzintervallen zu Relationen zwischen der IAF und den Komplexitätsmaßen MLUw und ID, gruppiert nach Sprache.

Eine Korrelationsanalyse zum Englischen bestätigt diese Beobachtungen. Wie im Deutschen zeigt sich für die englischen Muttersprachler keine Korrelation zwischen der MLUw und IAF der einzelnen Probanden, $r_s = .05$, $p = .999$, sodass auch hier von einer Unabhängigkeit der MLUw von dem neurobiologischen Maß auszugehen ist. Im Gegensatz dazu weisen die Daten auf eine schwache, aber nicht - signifikante Korrelation zwischen der ID und der IAF für die englischsprachigen Versuchsteilnehmer hin, $r_s = .22$, $p = .653$. Auf Ebene der einzelnen Probanden deutet sich folglich ein minimaler Trend hinsichtlich eines Kontrasts der beiden Sprachen im Verhältnis zwischen der ID und IAF an, während im Vergleich dazu die Ergebnisse bezüglich der MLUw gleichermaßen auf das Fehlen eines Zusammenhangs schließen lassen.

5.3.2. Modellierung: Lineare Regressionsanalysen zum Sprachvergleich

Zuerst sollen im Folgenden die Ergebnisse der beiden komplexesten Modelle zur Überprüfung der Vorhersagbarkeit der MLUw - und ID - Werte (siehe die erste und zweite Datenspalte in Tabelle V.3) aus den Prädiktorvariablen IAF, Sprache, Alter und Geschlecht sowie allen Interaktionen zwischen diesen präsentiert werden. Grundsätzlich weichen die **linearen Modelle**, deren Ergebnisse in den beiden genannten Tabellenspalten detailliert aufgelistet sind, für die Komplexitätsmaße MLUw und ID auf interessante Art und Weise voneinander ab.

Hinsichtlich des Satzlängenmaßes **MLUw** lassen sich einige tendenziell signifikante Interaktionseffekte berichten. Interaktionen, die die beiden Prädiktorvariablen Sprache und Geschlecht einbeziehen, zeigen im komplexesten Modell einen Einfluss zur Vorhersage der MLUw. Der Regressionskoeffizient für die Zweifachinteraktion SpracheD x GeschlechtM liegt bei B = 249,14 ($p = .079$) und die Dreifachinter-

aktionen SpracheD x IAF x GeschlechtM und SpracheD x Alter x GeschlechtM weisen Schätzwerte von B = -26,76 ($p = .057$) bzw. B = -9,87 ($p = .066$) auf. Darüber hinaus zeigt sich für die MLUw eine sehr starke Vierfachinteraktion, die Signifikanz erreicht, zwischen allen einbezogenen Prädiktorvariablen, B = 1,05, $p < .05$.

	MLUw	ID	ID (IAF/ Alter standardisiert)
Prädiktorvariable	*B - Koeffizienten (SF)*		*β - Koeffizienten (SF)*
Intercept/konstant	-19,94 (38,6)	4,69 (3,47)	5,74 (0,08)
Sign.	*ns (p = .608)*	*ns (p = .183)*	**** (p < .001)*
SpracheD	-17,8 (98,6)	-6,09 (8,87)	**-1,35 (0,19)**
Sign.	*ns (p = .857)*	*ns (p = .495)*	****** (p < .001)***
IAF	3,27 (3,77)	0,11 (0,34)	0 (0,08)
Sign.	*ns (p = .391)*	*ns (p = .737)*	*ns (p = .992)*
Alter	1,08 (1,24)	0,04 (0,11)	-0,04 (0,06)
Sign.	*ns (p = .387)*	*ns (p = .744)*	*ns (p = .508)*
GeschlechtM	32,5 (48,09)	0,26 (4,32)	-0,01 (0,13)
Sign.	*ns (p = .502)*	*ns (p = .953)*	*ns (p = .931)*
SpracheD x IAF	5,09 (9,95)	0,38 (0,89)	-0,14 (0,12)
Sign.	*ns (p = .612)*	*ns (p = .677)*	*ns (p = .259)*
SpracheD x Alter	0,63 (3,58)	0,22 (0,32)	0,31 (0,31)
Sign.	*ns (p = .86)*	*ns (p = .497)*	*ns (p = .323)*
IAF x Alter	-0,1 (0,12)	0 (0,01)	-0,03 (0,09)
Sign.	*ns (p = .423)*	*ns (p = .715)*	*ns (p = .715)*
SpracheD x GeschlechtM	249,14 (139,08)	10,14 (12,51)	0,12 (0,24)
Sign.	*t (p = .079)*	*ns (p = .421)*	*ns (p = .626)*
IAF x GeschlechtM	-2,48 (4,85)	-0,02 (0,44)	0,07 (0,13)
Sign.	*ns (p = .611)*	*ns (p = .955)*	*ns (p = .586)*
Alter x GeschlechtM	-0,87 (1,42)	-0,04 (0,13)	0 (0,14)
Sign.	*ns (p = .545)*	*ns (p = .759)*	*ns (p = .973)*
SpracheD x IAF x Alter	-0,19 (0,36)	-0,02 (0,03)	-0,15 (0,27)
Sign.	*ns (p = .599)*	*ns (p = .572)*	*ns (p = .572)*
SpracheD x IAF x GeschlechtM	-26,76 (13,72)	-0,97 (1,23)	0,2 (0,21)
Sign.	*t (p = .057)*	*ns (p = .437)*	*ns (p = .356)*
SpracheD x Alter x GeschlechtM	-9,87 (5,25)	-0,43 (0,47)	-0,07 (0,41)
Sign.	*t (p = .066)*	*ns (p = .37)*	*ns (p = .865)*
IAF x Alter x GeschlechtM	0,07 (0,14)	0 (0,01)	0,03 (0,11)
Sign.	*ns (p = .636)*	*ns (p = .768)*	*ns (p = .768)*
Vierfachinteraktion	**1,05 (0,52)**	0,04 (0,05)	0,34 (0,38)
Sign.	**** (p < .05)***	*ns (p = .377)*	*ns (p = .377)*
R^2 (angepasst)	.32 (.13)	**.87 (.84)**	**.87 (.84)**
F-Statistik	F (15, 51) = 1,64	**F (15, 51) = 23,37**	**F (15, 51) = 23,37**
Sign.	*ns (p = .1)*	****** (p < .001)***	****** (p < .001)***

Tab. V.3.: 1./ 2. Datenspalte: Ergebnisse der komplexesten Modelle zur Vorhersage der MLUw/ ID aus den Variablen Sprache (in Referenz zu den deutschen Daten, *SpracheD*), IAF, Alter und Geschlecht (in Referenz zu den Daten der männlichen Probanden, *GeschlechtM*) und allen Interaktionen. 3. Datenspalte: Komplexestes Modell zur Vorhersage der ID aus denselben Variablen/ Interaktionen unter Standardisierung der Faktoren IAF/ Alter. SF = Standardfehler.

Der R^2 - Wert zum Modell für die MLUw deutet allerdings auf eine sehr geringe Varianzaufklärung hin, was durch den angepassten R^2 - Wert noch einmal verstärkt wird, und erreicht unter Berechnung einer F - Statistik keine Signifikanz, $R^2 = .32$, R^2(angepasst) $= .13$, $F(15, 51) = 1{,}64$, $p = .1$. D. h., es ist anzunehmen, dass hauptsächlich die Einbeziehung der vier Prädiktorvariablen und aller Interaktionen zur sehr schwachen Varianzaufklärung von 32 %, die nach Anpassung noch einmal auf 13 % abnimmt, beiträgt, wobei ausschließlich die starke Vierfachinteraktion einen signifikanten Effekt zur Vorhersage der MLUw zeigt und das Modell überlagert.

Im Gegensatz dazu sind aus dem für das Maß der **ID** komplexesten Modell (siehe Tabelle V.3, dritte Datenspalte) keine, auch nicht tendenziell signifikanten Effekte bezüglich der unterschiedlichen Prädiktorvariablen und Interaktionen zwischen diesen abzuleiten. Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass die einzelnen Faktoren IAF, Sprache, Alter und Geschlecht die ID nicht vorhersagen können und eine Unabhängigkeit zwischen allen in beiden Sprachen anzunehmen ist. Besonders auffällig und interessant erscheint dann jedoch das Ergebnis, dass der R^2 - Wert eine Höhe erreicht, die für natürliche Daten zu kognitiven oder psychologischen Phänomenen sehr ungewöhnlich ist und zusammen mit einem hoch signifikanten Effekt in der F - Statistik auf einen extrem guten Modellfit schließen lässt, $R^2 = .87$, R^2(angepasst) $= .84$, $F(15, 51) = 23{,}37$, $p < .001$. Die Varianzaufklärung ist entsprechend für das semantische Komplexitätsmaß entgegen des Modells für die MLUw sehr hoch und liegt bei 87 %, wobei sich der Wert nach Anpassung auch nur leicht auf 84 % verringert.

Um der beschriebenen sehr hohen Varianzaufklärung des Modells zur **ID** nachzugehen und den Einfluss der einzelnen Prädiktorvariablen aufzuklären, wurde in einem zweiten Schritt für die ID ein neues Modell mit einer **Standardisierung der Variablen IAF und Alter** berechnet. Durch diesen Normalisierungsprozess, der einer z - Transformation entspricht, sind nun beide Variablen gleich, d. h. in Standardabweichungseinheiten, skaliert. Das auf diese Weise angepasste Modell weist natürlich denselben R^2 - Wert und somit die gleiche Varianzaufklärung auf wie das Modell ohne Skalierung, das oben berichtet wurde. Allerdings kann vor dem Hintergrund der standardisierten Variablen IAF und Alter jetzt ein hoch signifikanter Haupteffekt für Sprache aus dem komplexesten Modell für die ID abgeleitet werden (siehe Tabelle V.3 dritte Datenspalte), $\beta = -1{,}35$, $p < .001$. Die Unabhängigkeit der ID u. a. von der IAF bleibt in dem Modell eindeutig bestehen. Dass sich die hohe Varianzaufklärung insbesondere auf Basis einer Unabhängigkeit der ID von der skalierten IAF und einem hoch signifikanten Haupteffekt für Sprache begründen lässt,

zeigen die Ergebnisse des auf diese Faktoren reduzierten Modells in Tabelle V.4. Die standardisierte Prädiktorvariable IAF hat keinen Einfluss, während weiterhin ein hoch signifikanter und nahezu unveränderter Effekt für Sprache modelliert werden kann, $\beta = -1{,}34$, $p < .001$. Die Varianzaufklärung ist weiterhin hoch und liegt bei 84 % auch nach Anpassung, $R^2 = .84$, $F(2, 64) = 167{,}9$, $p < .001$.

	ID
Prädiktorvariable	*β - Koeffizienten (SF)*
Intercept/konstant	5,69 (0,06)
Sign.	*** *(p < .001)*
IAF standardisiert	0,01 (0,04)
Sign.	*ns (p = .734)*
SpracheD	-1,34 (0,07)
Sign.	*** *(p < .001)*
R^2 (angepasst)	.84 (.84)
F-Statistik	$F(2, 64) = 167{,}9$
Sign.	*** *(p < .001)*

Tab. V.4.: Ergebnis des reduzierten Modells zur Vorhersage der ID aus den Variablen Sprache (in Referenz zu den deutschen Daten, *SpracheD*) und IAF (standardisiert). SF = Standardfehler.

Die in der Tabelle V.5 berichteten **Modellvergleiche** mittels ANOVAs bestätigen, dass bei der **MLUw** zwischen dem einfachen Modell 1 mit den beiden Prädiktorvariablen IAF und Sprache und den komplexeren Modellen 2/ 3 mit entweder der zusätzlichen Variable Alter oder den Faktoren Alter und Geschlecht keine signifikanten Unterschiede anzunehmen sind. Deshalb sollen die Ergebnisse dieser Regressionsanalysen hier nicht berichtet werden. Das komplexeste Modell 4 inklusive aller Variablen und Interaktionen aus Tabelle V.3 (erste Datenspalte), das die starke Vierfachinteraktion aufweist, kann hingegen scheinbar zu einer Verbesserung und einer signifikanten Reduktion des *Sum of Squares* beitragen im Vergleich zu den Modellen ohne oder mit allen Prädiktorvariablen ohne Interaktionen (Sum of Squares = 253,49, $p < .05$)). Unter Einbeziehung der AIC - Modellfits wird allerdings deutlich, dass die Werte für die drei Modelle relativ zueinander nahezu identisch sind. Da das AIC für die Anzahl der Variablen eines Modells korrigiert, kann festgehalten werden, dass sich die obige Annahme zu bestätigen scheint. Der aus der ANOVA abgeleitete signifikant bessere Modellfit ist wahrscheinlich auf die Einbeziehung multipler Prädiktoren zurückzuführen, die eine Interpretierbarkeit erschweren. Es bleibt ein großer Anteil nicht aufgeklärter Varianz.

Hinsichtlich der Modellvergleiche für das Maß der **ID** unterstützen die Ergebnisse der Tabelle V.5 (untere Datenreihen) die oben beschriebenen Beobachtungen

zu den Regressionsanalysen. Eine deutliche Verbesserung der Sum of Squares im Vergleich zu einem einfachen Modell mit nur der standardisierten Variable IAF (Modell 1 in der Tabelle) zeigt sich bei der zusätzlichen Einbeziehung des Faktors Sprache und ist hoch signifikant (Sum of Squares = 29,67, $p < .001$)). Die Daten zu letzterem Modell 2 wurden oben berichtet und sind in Tabelle V.4 aufgelistet. Wie die beiden anderen ANOVA - Vergleiche zum Modell 2 in Tabelle V.5 zeigen, kann keines der komplexeren Modelle, sei es unter Einbeziehung einer Interaktion mit Sprache (Modell 3), unter einer zusätzlichen Aufnahme des standardisierten Faktors Alter (Modell 4) oder aller Prädiktorvariablen (Modell 5), nennenswerte Unterschiede herbeiführen. Die ANOVA für den Vergleich zum komplexesten Modell 6, dessen Ergebnis oben und in Tabelle V.3 berichtet wurde und das alle vier Variablen und Interaktionen einbezieht (inklusive der Standardisierungen), deutet ebenfalls nicht auf eine signifikante Verbesserung hin.

	ANOVAs für Modelle zur MLUw und IAF			
	Res. DF, DF	*RSS*	*Sum of Squares*	AIC - Modellfit
Modell $1_{\text{MLUw - IAF + Sprache}}$	64	819,14		–
Modell $2_{\text{MLUw - IAF + Sprache + Alter}}$	63, 1	819,09	0,04	–
Modell $1_{\text{MLUw - IAF + Sprache}}$	64	819,14		–
Modell $3_{\text{MLUw - alle Variablen}}$	62, 2	808,8	10,336	–
Modell $1_{\text{MLUw - IAF + Sprache}}$	64	819,14		365,88
Modell $3_{\text{MLUw - alle Variablen}}$	62, 2	808,8	10,34	369,03
Modell $4_{\text{MLUw - alle Variablen + Interaktionen}}$	51, 11	555,31	253,49	365,83
Sign.			* *(p < .05)*	
	ANOVAs für Modelle zur ID und IAF			
	Res. DF, DF	*RSS*	*Sum of Squares*	AIC - Modellfit
Modell $1_{\text{ID - IAF st}}$	65	35,32		–
Modell $2_{\text{ID - IAF st + Sprache}}$	64, 1	5,66	29,67	–
Sign.			*** *(p < .001)*	–
Modell $2_{\text{ID - IAF st + Sprache}}$	64	5,66		–
Modell $3_{\text{ID - IAF st * Sprache}}$	63, 1	5,59	0,07	–
Modell $2_{\text{ID - IAF st + Sprache}}$	64	5,66		–
Modell $4_{\text{ID - IAF st + Sprache + Alter st}}$	63, 1	5,62	0,04	–
Modell $5_{\text{ID - alle Variablen}}$	62, 1	5,47	0,15	–
Modell $2_{\text{ID - IAF st + Sprache}}$	64	5,66		32,53
Modell $6_{\text{ID - alle Variablen + Interaktionen}}$	51, 13	4,49	1,17	43,04

Tab. V.5.: Datenspalten 1 - 3: Ergebnisse mehrerer ANOVA - Modellvergleiche zwischen verschiedenen Modellen zur Vorhersage der MLUw (obere Datenreihen)/ ID (untere Datenreihen) über die im Index markierten Faktoren (Index „st“ = standardisierte Variablen IAF/ Alter bei der ID). Angabe des p - Werts nur bei Signifikanz. Letzte Datenspalte: AIC - Modellfits zur Kontrolle hinsichtlich zweier Modellvergleiche. RSS = Residual Sum of Squares.

Allerdings zeigt sich bei einem Vergleich der AIC - Werte für die beiden Modelle, dass das komplexe Modell 6 unter Kontrolle für die Einbeziehung multipler Faktoren einen schlechteren Wert von 43,04 aufweist als das sehr einfache Modell 2 mit einem Wert von 32,53. Insofern ist davon auszugehen, dass der verbesserte Modellfit und die hohe Varianzaufklärung für letzteres Modell, in dem eine Unabhängigkeit der standardisierten IAF von der ID und eine hohe Prädiktivität durch die Sprache für die ID einbezogen werden, ein extrem gutes Modell zur Vorhersage der durch das Maß bestimmten semantischen bzw. inhaltlichen Komplexität darstellt.

6. Diskussion

Deskriptive Ergebnisse der Komplexitätsanalysen. Wie in der KMG - Studie soll ein erster kurzer Blick auf die Anwendbarkeit der Komplexitätsmaße in der vorliegenden Studie gerichtet werden. Durch die genauen Transkriptions- und Vorverarbeitungsrichtlinien zur ID, die im Manual von Chand et al. (2012a) spezifisch auf dieses Komplexitätsmaß ausgerichtet sind, konnte auch der Anwendung auf mündliche Spontansprache ein bereits etablierter Leitfaden zugrunde gelegt werden, der nur leicht an die Anforderungen der deutschen Daten anzupassen war. Die Durchführung der ID - Analyse erfolgte auf dieselbe Art und Weise wie in der KMG - Studie und die Vorgaben zum Umgang mit spontansprachlichen Auffälligkeiten wie z. B. Satz-/ Wortabbrüchen und Füllwörtern wurden sowohl auf die MLU - Analysen als auch die Auswertung der DC übertragen. Zwar ist eine Vergleichbarkeit der mündlichen Erzählungen aus der Alpha - Studie mit den schriftlichen, über das Internet verfassten Blogeinträgen nicht gegeben, auch z. B. aufgrund der abweichenden Teilnehmergruppen und Produktionssituationen (Patienten in einer gewohnten Umgebung versus gesunde Probanden im Labor), eine grobe Gegenüberstellung ermöglicht jedoch eine oberflächliche Einordnung der Komplexitätswerte. Für die beiden Satzlängenmaße zeigt sich in den schriftlichen Sprachproben zwar eine leicht erhöhte Variabilität in einem erweiterten Datenbereich, die Mittelwerte für die MLUw (KMG - Studie: 16,59 versus Alpha - Studie: 17,57) und die MLUm (KMG - Studie: 26,26 versus Alpha - Studie: 24,07) weichen jedoch nur gering ab. Die erwähnten Unterschiede zwischen den beiden Studiendesigns könnten als Grundlage der abweichenden Datenverteilungen angeführt werden. Die vergleichbaren gemittelten Äußerungslängen deuten hingegen möglicherweise auf eine Annäherung der Sprache in den therapeutischen Internetblogs zur mündlichen Spontansprache hin. Die fast perfekten Korrelationen der Maße in beiden Studien unterstützen zudem

die Verwendbarkeit beider Messalternativen sowohl für die mündliche als auch die schriftliche, internetbasierte Sprachproduktion.

Hinsichtlich der DC werden in den Blogs ebenfalls etwas niedrigere Minimal- und höhere Maximalwerte erreicht, aber nur gering abweichende Mittelwerte zwischen den Untersuchungen (KMG - Studie: 6,1 versus Alpha - Studie: 5,71), wodurch der Eindruck bezüglich der MLU auf die syntaktische Komplexität verallgemeinert werden kann. Die hohen Korrelationen zwischen den drei syntaktischen Komplexitätsmaßen zeigen darüber hinaus auch für die Alpha - Studie, dass die Daten die Konzeptionen der einzelnen Maße sehr gut abbilden. Interessanterweise ist aus den mündlichen Erzählungen allerdings im Gegensatz zu den Analysen der Blogs keine signifikante Korrelation zwischen der DC und dem inhaltsbasierten Maß der ID abzuleiten. Die oben diskutierte Überlappung der Maße scheint folglich in den schriftlichen Texten aus dem Nachsorgeprogramm stärker ausgeprägt, während sie in den mündlichen Sprachproben eine deutlichere Unabhängigkeit zeigen. Das bekräftigt nachträglich die Herangehensweise, die Erzählungen der deutschen Muttersprachler auch auf die DC hin zu untersuchen als zusätzliches syntaktisches Komplexitätsmaß. Die ID erreicht in den mündlichen und schriftlichen Sprachproben zum Deutschen ähnliche Minimalwerte, allerdings liegen die Maximalwerte in der KMG - Studie ebenfalls höher (Blogs: 6,83 versus Erzählungen: 5,11). Somit zeigt sich auch hier zum einen eine etwas höhere Variabilität der ID in den Blogs und zum anderen kann ein etwas höherer Mittelwert aus den schriftlichen Sprachproben abgeleitet werden (KMG - Studie: 5,05 versus Alpha - Studie: 4,35).

Die Vergleichbarkeit hinsichtlich der ID zwischen den Werten der englischen und deutschen mündlichen Sprachproben ist aufgrund der manuellen Auszählung im Deutschen und der automatisierten Analyse im Englischen ebenfalls nicht gegeben. Allerdings kann festgehalten werden, dass sich die Annahme eines morphosyntaktischen Unterschieds zwischen den beiden Sprachen Englisch und Deutsch am ehesten in der größeren Spannweite der MLUw - Werte für das Deutsche widerspiegelt. Die Mittelwerte der beiden Stichproben sind mit 17,57 für das Deutsche und 17,18 im Englischen jedoch sehr ähnlich. Im Gegensatz dazu ist ein ganz grundsätzlicher und in seiner Deutlichkeit überraschender Unterschied zwischen den ID - Daten beider Stichproben festzuhalten, da keine Überlappung der Wertebereiche zwischen den beiden Stichproben vorliegt. Die eigentliche Annahme, dass sich die beiden Sprachen in ihrer Expressivität nicht wesentlich unterscheiden sollten, widerspricht diesem Ergebnis. Es ist allerdings noch einmal darauf zu verweisen, dass die unterschiedlichen Auswertungsverfahren zumindest zu den Abweichungen

beitragen. Eine mögliche Erklärung könnte diesbezüglich darin liegen, dass für die manuelle Auswertung ein strikterer Ausschluss als im CPIDR - Programm von Wiederholungen, abgebrochenen Satzteilen oder als Füllwörter zu wertenden Elementen umgesetzt wurde.[30] Dazu kann noch einmal das Zitat von Chand et al. (2012b: 6) (siehe Kapitel 2.2.2.3) angeführt werden: „CPIDR is not able to distinguish on-topic concise language from oral dysfluencies and compensation strategies."

Deskriptive Ergebnisse der IAF - Analysen. In beiden Studien erwies sich die Methode von Corcoran et al. (2018) als gut einsetzbar zur Ableitung von IAFs aus den Ruhe - EEG - Aufnahmen, da nur bei jeweils 2 der 30 bzw. 40 Probanden keine Werte zu erhalten waren. Der Vorteil der Methode besteht in der konsistenten Auswertung über den Algorithmus, in dem z. B. genau definiert ist, wie ein Peak im Alphabereich auf Basis mathematischer Ableitungen als solcher bestimmt werden kann, und der letztendlich nach der Auswahl eines Peaks einen über mehrere Elektroden gemittelten Wert herausgibt. Im Deutschen konnten für über die Hälfte der Probanden 15 oder 16 Kanäle in die abschließende Mittelwertbestimmung über beide Ruheaufnahmen einbezogen werden. Dadurch sind die Daten beider Studien und somit die Sprecher des Englischen und Deutschen in Hinblick auf die IAF - Werte und das Verhältnis zwischen sprachlicher Komplexität und IAF sehr gut vergleichbar. Grundsätzlich liegen die IAF - Mittelwerte in beiden Studien bei ca. 10 Hz. Die Daten der englischen Sprecher bewegen sich im meist für die AF angenommenen Frequenzband zwischen 8 - 12 Hz, zwei Probanden aus der Studie zum Deutschen weisen hingegen eine IAF über 12 Hz auf. Das bietet nachdrückliche Evidenz für die Annahme, die z. B. Klimesch (1999) vertritt, dass das Alphaband und darauf aufbauend der Peak im Alphabereich unbedingt individuell zu bestimmen ist.

Ergebnisse der Regressionsanalysen. Die Erkenntnisse zu den **Korrelationen** zwischen den Komplexitäts- und IAF - Werten der deutschen Probanden zeigen für alle vier erhobenen linguistischen Maße, dass sowohl im Bereich der syntaktischen Komplexität, quantifiziert einfach über die Satzlänge oder durch ein differenzierteres Maß, als auch bezogen auf die semantische/ inhaltliche Komplexität eine Unabhängigkeit von der individuellen Alphafrequenz anzunehmen ist. In der Stichprobe mit englischen Sprechern kann für das einzig einbezogene syntaktische Maß MLUw ebenfalls keine Korrelation zur IAF abgeleitet werden. Andererseits lässt sich eine schwache positive Korrelation, die allerdings nicht annähernd Signifikanz erreicht,

[30] Allerdings wurde im Englischen ebenfalls ein Analysetranskript erstellt und der „speech mode" des Programms für mündliche Spontansprache eingesetzt.

zwischen den ID - und IAF - Werten der Probanden aus der englischen Studie feststellen. Entgegen der eingangs getroffenen Annahmen, dass sich die beiden germanischen Sprachen morpho - syntaktisch am ehesten unterscheiden sollten, aber nicht hinsichtlich ihrer Expressivität, ist dieser leichte Trend unerwartet. In Bezug auf die Fragestellung 1 aus Abschnitt 2 lässt sich also direkt festhalten, dass keine Korrelationen zwischen der IAF eines (gesunden) Probanden und dessen sprachlicher Komplexität feststellbar sind.

Auf Populationsebene und unter Einbeziehung des Sprachvergleichs bestätigt die **statistische Analyse** die Annahme eines deutlichen Unterschieds zwischen den beiden Komplexitätsmaßen. Insofern kann in Bezug auf die zweite Fragestellung ebenfalls bereits festgehalten werden, dass entsprechend der unterschiedlichen Konzeptionen der Komplexitätsmaße wiederholt abweichende Ergebnisse auffallen, aus denen letztendlich interessante Erkenntnisse, die im Folgenden diskutiert werden sollen, abzuleiten sind.

Zum Maß der MLUw lassen sich einige, allerdings nur tendenziell signifikante Interaktionen, die die Faktoren Sprache und Geschlecht jeweils einbeziehen, festhalten. Insofern könnte insbesondere der Abhängigkeit zwischen beiden ein marginaler Einfluss zur Vorhersage der Äußerungslänge eingeräumt werden, was für die vorliegende Arbeit jedoch nicht weiter von Interesse ist. Vor allem der übergeordnete Effekt der Vierfachinteraktion aller Variablen schwächt die Aussagekraft der berichteten Tendenzen zusätzlich ab. Auch dieser sollte jedoch nicht interpretiert werden, da letztlich die Güte des Modells mögliche Schlussfolgerungen stark einschränkt. Nach Korrektur sind durch das Modell nur noch ca. 10 %, der Datenvarianz tatsächlich erklärbar, wobei die Verbesserung gegenüber einfacheren Modellen vor allem durch dessen Komplexität zu erklären ist. Insofern stellt sich die MLUw als schwer zu modellierendes Maß dar, da die Varianz in der syntaktischen Komplexität, die dieses Maß abbilden soll, nicht durch die einbezogenen individuellen Faktoren erklärbar ist.

Möglicherweise zeigt sich hier ein Muster, das in verschiedenen Arbeiten bereits hinsichtlich der syntaktischen Komplexität im Allgemeinen und MLU im Speziellen aufgetreten ist. In verschiedenen Analysen zur Nonnenstudie (z. B. Snowdon et al., 1996) erwies sich das Developmental Level, das ein syntaktisches Komplexitätsmaß darstellt, bspw. als weniger sensitiv, um Unterschiede hinsichtlich einer kognitiven Beeinträchtigung wie bei einer Alzheimer - / Demenzerkrankung abzubilden. Im Vergleich zu anderen Maßen konnten die Studien von Kemper (1987) oder Scarborough et al. (1991) keinen Zusammenhang der MLU zum Alter feststellen, wobei eine Re-

lation zwischen sprachlicher Komplexität und dem Faktor Alter, wie im Theorieteil ausführlich diskutiert wurde, allgemein zu bestreiten ist. In der oben präsentierten KMG - Studie erwies sich die MLUw darüber hinaus als Prädiktor für den Therapieerfolg in Zielkriterien, die eher die allgemein empfundene Belastungssituation der Patienten anstatt psychische Symptome einer Depression abbilden. Insofern sollte die MLU als Maß angesehen werden, das für Veränderungen in der kindlichen Sprachentwicklung sensitiv ist (vgl. Miller und Chapman, 1981; Scarborough et al., 1991) und einen groben Vergleich der Äußerungslängen erwachsener Sprecher ermöglicht. Darüber hinaus kann sie zwar auf Grundlage vieler, unterschiedlicher Einflüsse variieren, ist jedoch über neurobiologische oder individuelle Faktoren nicht einfach modellierbar und ermöglicht somit wahrscheinlich keine fundierten Aussagen zur Verarbeitung der darüber bestimmten sprachlichen Komplexität. Zusammengefasst kann deshalb zu den Ergebnissen der Alpha - Studie festgehalten werden, dass die MLUw in der Sprachproduktion von Sprechern des Englischen und Deutschen und ihre Relation zur IAF als völlig zufällig zu betrachten ist.

Gerade aus der Gegenüberstellung der auf die **ID** bezogenen Ergebnisse mit den beschriebenen Erkenntnissen zur MLUw ergibt sich ein äußerst interessantes Bild für dieses Komplexitätsmaß. Zwar deuten die Ergebnisse der ersten statistischen Analysen in Übereinstimmung mit den Resultaten für das Satzlängenmaß MLU darauf hin, dass in beiden Sprachen kein Zusammenhang zwischen der Dichte an Ideen in einer Erzählung der Probanden sowie der IAF besteht. Zudem zeigen sich keine Effekte der verschiedenen einbezogenen Variablen. Dementsprechend können beide Sprachen bzw. Populationen vorerst als identisch zum einen hinsichtlich ihrer ID und zum anderen der Unabhängigkeit zwischen dem linguistischen Maß und der IAF interpretiert werden. Im Gegensatz zur MLUw lässt sich aber ein ungewöhnlich großer Anteil von ca. 80 % der Datenvarianz auf Basis dessen aufklären. Interessanterweise wird entgegen der ersten Interpretation vor dem Hintergrund einer Standardisierung der IAF deutlich, dass doch ein Unterschied zwischen den beiden Sprachen Englisch und Deutsch hinsichtlich der ID anzunehmen ist. Zwar bleibt die Annahme einer vollständigen Unabhängigkeit der ID von der standardisierten IAF auf Populationsebene bestehen unter einer weiterhin extrem guten Varianzaufklärung von ca. 80 % des zugrunde liegenden Modells. Der nun ableitbare Effekt für Sprache lässt sich jedoch dahingehend interpretieren, dass vor dem Hintergrund der IAF ein hoch signifikanter Einfluss der Sprache auf die Vorhersage der ID anzunehmen ist im Gegensatz dazu, wenn die IAF keiner Standardisierung unterliegt. Die ID bei Sprechern des Deutschen erreicht nach diesem Modell un-

ter konstanter IAF einen um 1,34 Ideen niedrigeren Wert als bei Sprechern des Englischen.

Es ist, wie eingangs erwähnt, zu betonen, dass die Datenanalysemethoden zur ID - Berechnung zwischen den Sprachen voneinander abweichen, was bereits an den getrennten Datenwolken in Abbildung V.4 oben deutlich erkennbar wird. Dieser Umstand ist bei der Interpretation einzubeziehen. Allerdings fallen ein paar Aspekte auf, die die Deutlichkeit des Unterschieds, dem entsprechend nachgegangen werden sollte, hervorheben. *Erstens* kann nur vor dem Hintergrund einer Standardisierung der IAF ein auffälliger Kontrast zwischen den Sprachen, der jedoch hoch signifikant ist, abgeleitet werden. *Zweitens* liegen die beiden Datenbereiche zur Relation zwischen der IAF und der ID ganz grundsätzlich weit auseinander. *Drittens* ist der Kontrast zwischen den beiden Sprachen unter der Annahme, dass sie sich in ihrer Expressivität nicht unterscheiden sollten und es sich um sehr ähnliche Sprachproben sowie Experimentdesigns handelt, sehr unerwartet. *Viertens* zeigen sich im Gegensatz dazu bezüglich des Faktors Sprache trotz der Möglichkeit eines Unterschieds im Bereich Morpho - Syntax keine Effekte, was das Ergebnis zusätzlich hervorhebt. Daraus ist zumindest abzuleiten, dass die Grundidee der Alpha - Studie weiterverfolgt werden sollte (siehe unten). Inhärente Unterschiede zwischen den beiden betrachteten germanischen Sprachen sind auf Basis der genannten Auffälligkeiten in Erwägung zu ziehen.

Hinsichtlich der ID ist folglich genau wie für die MLUw festzuhalten, dass auch dieses Maß eindeutig als unabhängig von der IAF anzusehen ist, was für beide Sprachen gleichermaßen gilt. Das entspricht nicht den oben aufgezeigten Ähnlichkeiten zwischen der ID als sprachliches Komplexitätsmaß und IAF als neurobiologischer Grundrhythmus (z. B. deren Stabilität und Zusammenhang zu kognitiven Fähigkeiten, vor allem dem Gedächtnis). Die Ergebnisse deuten stattdessen auf zu evaluierende, grundlegende Unterschiede zwischen den Maßen ID und IAF hin. Diese könnten möglicherweise darin liegen, dass die IAF als genetisch festgelegter und auch durch Training wenig veränderlicher Biomarker, welcher z. B. hinsichtlich des Faktors Intelligenz eher mit einem generellen Maß korreliert, zu definieren ist. Auch wenn die ID wie die IAF prädiktives Potenzial aufweist, ist sie dennoch als Maß spezifischer sprachlicher Fähigkeiten zu bezeichnen, die bewusst beeinflussbar und in gewissem Sinne eventuell „trainierbar“ sind. Bisher können zu letzterer Annahme allerdings keine Studien angeführt werden.

Zu Frage 3 und 4 aus Kapitel 2 ist zusammenfassend festzuhalten, dass für die beiden germanischen Sprachen Englisch und Deutsch eine Universalität des Ver-

hältnisses zwischen sowohl ID als auch MLUw und IAF angenommen werden kann, da die Maße in beiden Sprachen unabhängig voneinander sind. Allerdings entspricht das Ergebnis hinsichtlich der MLU, wie oben erläutert, nicht den Erwartungen.

Ausblick zu Empirieteil II. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass sich die Methode der **Elizitation** von Erzählungen für eine Komplexitätsanalyse als sehr gut geeignet erwiesen hat und weiterverfolgt werden sollte. In Hinblick auf die in den MLUw-Werten nicht abgebildete Erwartung, dass stärkere Unterschiede im Bereich der Morpho-Syntax zwischen dem Englischen und Deutschen hätten bestehen können als bezüglich ihrer Expressivität, wäre eine kleine Anpassung des Designs möglicherweise bereits hilfreich. Eine „persönlichere“ bzw. „freiere“ Konversationssituation könnte bei der Elizitation der Erzählungen eventuell zu einem stärkeren Unterschied zwischen den beiden Sprachen beitragen. Um das zu gewährleisten, sollte der Sprecher bzw. Proband in einer Folgestudie einem Bekannten oder Freund das Ereignis berichten und nicht einer fremden Person, sodass eine noch natürlichere Erzählsituation entstünde.

Eine interessante Idee der zweiten Studie der vorliegenden Arbeit, die, wie oben bereits angemerkt, noch nicht ausreichend erörtert werden konnte, bleibt bestehen. Unterscheidet sich das **Verhältnis von sprachlicher Komplexität und IAF** möglicherweise doch zwischen verschiedenen Einzelsprachen und widerspricht somit einer Universalitätsannahme? In Hinblick auf die starken Unterschiede in den Auszählverfahren zum Maß der ID wäre deshalb zum einen ein Vergleich der beiden Sprachen unter derselben Auswertungsmethode sehr interessant. Damit könnte in einem ersten Schritt überprüft werden, ob der deutliche Effekt für Sprache alleine darüber zu erklären ist. Da für das Deutsche kein Auswertungsprogramm existiert, wäre eine manuelle Auswertung auf Basis des Manuals von Chand et al. (2012a) am besten umsetzbar. Zum anderen erscheint es interessant, weitere Sprachen, die aus typologischer Perspektive hinsichtlich ihrer morpho-syntaktischen Eigenschaften unterschiedlich zu klassifizieren sind, zu vergleichen. Hier bieten sich z. B. das Russische als flektierende Sprache, das Französische als zwar flektierende, romanische Sprache mit allerdings deutlich weniger Morphologie als z. B. im Deutschen, das Vietnamesische als isolierende Sprache ohne morphologische Flexion oder das Japanische, Koreanische und Türkische als stark agglutinierende Sprachen an. Eine Trennung sollte zwischen Nominativ-Akkusativ-Sprachen und Ergativ-Absolutiv-Sprachen (wie z. B. dem Georgischen) vorgenommen werden. Außerdem empfiehlt es sich polysynthetische Sprachen ebenfalls gesondert zu behandeln.

Erneut konnten außerdem gerade durch die **Gegenüberstellung der Komple-**

xitätsmaße, die konzeptionell sehr unterschiedliche Aspekte der sprachlichen Komplexität erheben (die MLUw als Satzlängenmaß und die ID als semantisches/ inhaltliches Maß), auffällige Unterschiede in den Ergebnissen der einzelnen Modelle herausgestellt werden. Dieses gegensätzliche Verhalten sollte weiter überprüft werden, wobei sich im Ausblick zwei interessante Anknüpfungspunkte ergeben. Zum einen sollte die in der deutschen Studie zusätzlich einbezogene DC auch zu den englischen Daten analysiert werden, um zu überprüfen, ob sich dieses syntaktische Komplexitätsmaß ähnlich zur MLUw und abweichend zur ID verhält. In der ersten Studie konnte eine signifikante Korrelation mit der ID im Sinne der überlappenden Konzeptionen beider Maße interpretiert werden. Diese Korrelation zeigte sich in der deutschen Alpha - Studie allerdings nicht. Darüber hinaus lässt sich sowohl hinsichtlich der reliableren Bestimmbarkeit der Arbeitsgedächtniskapazität über einen „composite score“ (vgl. Waters und Caplan, 2003) als auch der deutlicheren Korrelation der IAF mit einem generellen Intelligenzfaktor (vgl. Grandy et al., 2013a) ableiten, dass das Verhältnis der Maße zueinander oder ein „genereller“ Komplexitätsfaktor, möglicherweise daraus generiert, informativer wäre und andere Ergebnisse zeigen könnte. Die Entwicklung eines solchen Maßes erscheint höchst interessant vor dem Hintergrund der beiden in der vorliegenden Arbeit präsentierten Studien, ist jedoch keinesfalls trivial.

Zwei weitere interessante Möglichkeiten ergeben sich aus den Erkenntnissen, die in verschiedenen Arbeiten zur IAF bereits abgeleitet wurden. Zum einen könnte eine ähnliche Studie, wie hier vorgestellt, zu einer Gruppe psychisch belasteter oder erkrankter Patienten angesetzt und mit einer Kontrollgruppe gesunder Probanden verglichen werden. Getrennt wurden sowohl die ID als auch die IAF bereits in solchen Kontexten untersucht (siehe hinsichtlich der ID in Kapitel II Abschnitt 2.3.2 und zur IAF in Kapitel V Abschnitt 1.2.2), aber eine Zusammenführung der beiden Maße erfolgte noch nicht. Möglicherweise zeigen sich für psychisch erkrankte Personen im Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden Unterschiede im Verhältnis der IAF zur ID. Als potenzielle Untersuchungsgruppen empfehlen sich bspw. an Schizophrenie oder Depression erkrankte Patienten, da zu ihnen bereits vereinzelte Studien, die die ID einbeziehen, vorliegen. Um die oben diskutierte Unterscheidung zwischen der IAF als Biomarker und der ID als potenziell trainierbare verbale Fähigkeit zu überprüfen, wäre darüber hinaus ein interessanter Ansatzpunkt die Entwicklung eines Designs, mit dem die Dichte der beim Sprechen produzierten Ideen gefördert und damit erhöht werden könnte. Für die IAF deuten die Ergebnisse von z. B. Grandy et al. (2013b) darauf hin, dass sich ein kognitives Training

mit tatsächlich ableitbaren Effekten auf die kognitiven Fähigkeiten nicht in der IAF niederschlägt. Wie ein solches Training aussehen könnte, bleibt allerdings zu überlegen.

VI. Gesamtfazit und Ausblick

Die Beschäftigung mit der Komplexitätsthematik erfordert, wie im Theorieteil der vorliegenden Arbeit herausgearbeitet wurde, für den jeweils zu erforschenden Bereich eine Herleitung der Relevanz und darauf aufbauende, grundlegende Definition des Konzepts. Neben einer Betrachtung einiger über die Sprachwissenschaft hinausgehender Ansätze zu Komplexität wurden zu Beginn bezüglich der linguistischen Auseinandersetzung mit der Thematik verschiedene Perspektiven eingenommen. Interessanterweise ließ sich für alle Bereiche letztendlich die Eigenschaft der Hierarchie herausarbeiten, die sowohl in Bezug auf komplexe Systeme im Allgemeinen als auch sprachliche Strukturen oder die Sprachverarbeitung im Speziellen bis hin zur Ebene der neurobiologischen Informationsverarbeitung bestimmend zu sein scheint. Außerdem wurde die Herangehensweise psycholinguistischer Ansätze, die Relevanz des Konzepts aus Erkenntnissen zur Verarbeitung von Komplexität zu motivieren und die Quantifikation von Komplexitätsunterschieden im Vergleich zwischen Sätzen oder Texten innerhalb einer Sprache direkt darüber abzuleiten, als wichtige Grundlage oder Voraussetzung der empirischen Teile angesehen. Die Erkenntnisse der beiden Empirieteile der vorliegenden Arbeit sollen in den folgenden Abschnitten zusammengetragen werden.

1. Messung der Komplexität in der Sprachproduktion

Die Auswahl verschiedener, definierter Maße zur Bestimmung sprachlicher Komplexitätsunterschiede auf Satz- und/ oder Textebene aus dem Bereich der Psycholinguistik erwies sich aus methodischer Sicht für beide empirischen Teile als besonders praktikabel. Alle ausgewählten Instrumente von den einfachen Satzlängenmaßen Mean Length of Utterance (MLU) in Wörtern und Morphemen über die stärker syntaktisch orientierte Directional Complexity (DC) bis zur inhaltsbasierten Ideendichte (ID) haben sich in ihrer größtenteils objektiven und konsistenten Anwendbarkeit bewiesen. Die untersuchten ökologisch validen, natürlichen Sprachproben, kontrolliert nur durch den situativen Kontext der Therapie- und Internetumgebung oder die Laborbedingungen, konnten auf dieser Basis einer Komplexitätsanalyse unterzogen werden. Wie der oberflächliche Vergleich der Komplexitätswerte für die mündlichen und schriftlichen deutschen Sprachproben zeigte, erreichen beide ähnliche Mittelwerte, aber die Blogs weisen einen ausgedehnten Wertebereich auf. In beiden Empirieteilen konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass sich die Konzeptionen der einzelnen Maße in deren Korrelationen über die Blogtexte hinweg wider-

spiegeln. Die Aspekte Satzlänge und strukturelle Komplexität stehen in deutlicher Abhängigkeit voneinander und können somit als Maße der syntaktischen Komplexität auch in der vorliegenden Arbeit bestätigt werden. Interessanterweise zeigten sich keine Korrelationen zwischen den Satzlängenmaßen und der ID, weshalb die Annahme eines inhaltlich sensitiven, aber von der Anzahl in einer Äußerung produzierter Wörter oder Morpheme unabhängigen Maßes ebenfalls nachweisbar ist. Eine teilweise Überlappung von Kontexten, in denen sowohl die DC als auch die ID eine erhöhte Komplexität anzeigen, war aufgrund überlappender Komplexität-auszeichnender Elemente im Sinne von syntaktischen Kategorien als auch Propositionen zu erwarten. Die schriftlichen Blogs bildeten diese Überschneidung deutlicher ab als die mündlichen Sprachproben, weshalb sich eine Einbeziehung beider Maße zumindest empfiehlt. Dennoch konnte in Übereinstimmung mit vorherigen Studien gezeigt werden, dass alle Maße auf unterschiedliche Art und Weise vor allem von der Länge des produzierten Sprachmaterials abhängig sind, da erst ab einem bestimmten Umfang konstante Werte erreicht werden. Zusammenfassend kann die ID in Übereinstimmung mit der Literatur als besonders stabiles Maß hervorgehoben werden. Der Faktor „Sprachprobenlänge“ sollte dementsprechend unbedingt Beachtung finden und/oder beschrieben werden, wie auch Ferguson et al. (2014) raten. Abschließend ist außerdem zu betonen, dass in beiden Empirieteilen gerade die Einbeziehung mehrerer Maße, die unterschiedliche Aspekte sprachlicher Komplexität erfassen, einerseits eine wichtige Kontrolle zur Reliabilität der Analyse darstellte und andererseits einen Vergleich der Effekte ermöglichte.

2. Sprachliche Komplexität, Prädiktion und Individualität

Das Interesse am prädiktiven Potenzial der sprachlichen Komplexität eines Sprechers zur Vorhersage seiner mentalen Gesundheit im Zeitverlauf konnte im Theorieteil der vorliegenden Arbeit aus verschiedenen Untersuchungen wie z. B. der Nonnenstudie motiviert werden. Abweichende Ergebnisse oder Forschungslücken ergaben sich aus diesen Untersuchungen vor allem in Hinblick auf verschiedene Komplexitätsaspekte, die durch unterschiedliche Maße erfasst werden, die einbezogenen Probanden- bzw. Patientengruppen und variierende Faktoren oder kognitive Beeinträchtigungen, die in Relation zur Komplexität gesetzt wurden. Die KMG-Studie aus Empirieteil I hatte deshalb zum Ziel, das prädiktive Potenzial sowohl longitudinaler sprachlicher Veränderungen als auch des initialen Komplexitätsniveaus von Patienten einer dreimonatigen online-Nachsorge zur Vorhersage ihres subjektiv er-

hobenen Therapieerfolgs explorativ zu untersuchen. Dazu konnte eine linguistische Analyse von Blogs, die die teilnehmenden Patienten im Rahmen einer Schreibintervention verfasst hatten, durchgeführt werden. Der Empirieteil II beschäftigte sich dann mit der umgekehrten Perspektive einer möglichen Vorhersagbarkeit der Komplexität in der Sprachproduktion über einen neurobiologischen Grundrhythmus unter stärkerer Berücksichtigung des Faktors Individualität auf dieser Ebene. Im Rahmen der Alpha - Studie wurden dazu mündliche Erzählungen gesunder Probanden mittels derselben Komplexitätsmaße wie in der ersten Studie ausgewertet und mit der IAF der Sprecher, abgeleitet aus Ruhe - EEG - Aufnahmen vor und nach der Elizitation der Erzählung, in Relation gesetzt. Die Untersuchung beinhaltete darüber hinaus einen übereinzelsprachlichen Vergleich des Deutschen mit dem Englischen. Die Ergebnisse der beiden Studien und deren Interpretationen sollen im Folgenden kurz zusammengetragen werden.

2.1. Sprachliche Komplexität als Prädiktor für kognitive Veränderungen bzw. die mentale Gesundheit?

Im ersten Analyseschritt der KMG - Studie wurden longitudinale Komplexitätsverläufe der Patienten über den dreimonatigen Zeitraum der online - Schreibintervention hinweg auf Grundlage einer Analyse wöchentlich produzierter Blogtexte erhoben. Der zweite Analyseschritt bezog dann die individuellen Ausgangswerte der einzelnen Patienten in ihren jeweils ersten Blogs ein. Kognitive Veränderungen hinsichtlich des subjektiv wahrgenommenen Frühberentungsrisikos der Teilnehmer und der Entwicklung depressiver Symptome konnten über die Ergebnisse der zur Verfügung gestellten psychologischen Outcome - Kriterien beurteilt und bezüglich des Therapieerfolgs zwischen dem Beginn und Ende der Nachsorge interpretiert werden. Als Grundlage dieser „kognitiven Veränderungen“ sind, begründet durch die Konzeption der Nachsorge, vor allem der Faktor Stress und der Umgang damit zu nennen. Zur Übersicht seien die Hauptfragestellungen der KMG - Studie an dieser Stelle noch einmal wiederholt:

i. Können die Erkenntnisse aus der Nonnenstudie zum Zusammenhang zwischen sprachlicher Komplexität und Demenz/ Alzheimer auch auf durch Stress verursachte und eine Therapie beeinflusste kognitive Veränderungen erweitert werden?

ii. Hat die longitudinale Entwicklung und/ oder individuelle Ebene der sprachlichen Komplexität im ersten Blog prädiktives Potenzial zur Vorhersage der Entwicklung der mentalen Gesundheit bzw. des Therapieerfolgs über den Therapiezeitraum hinweg?

iii. Haben sprachliche Komplexitätsmaße, angewendet auf von Patienten im Rahmen einer

Psychotherapie verfasste Texte, ein Potenzial als objektive Maße im Sinne einer Ergänzung zu subjektiven Einschätzungen?

iv. Welche Bedeutung haben die unterschiedlichen personenbezogenen und anderen individuellen Faktoren in der Untersuchung?

Die Analyse der longitudinalen Komplexitätsverläufe an sich deutete auf eine Ausgangssituation mit nur geringen sprachlichen Veränderungen über den Nachsorgezeitraum hin, auch wenn ein marginaler Effekt der Blognummer zu beobachten war und die Anstiegsparameter für die ID und die syntaktischen Maße minimal in unterschiedliche Richtungen tendierten. Diese Beobachtungen konnten allerdings mit der ebenso geringen psychischen Belastung der untersuchten Patienten hinsichtlich ihrer mentalen Gesundheit in Verbindung gebracht werden. Insofern waren die erwarteten psychischen/ mentalen Veränderungen auf ähnliche Weise wie die linearen longitudinalen Komplexitätsverläufe aus linguistischer Sicht als eher gering einzuschätzen. Beim Vergleich der longitudinalen Fits für die syntaktischen Komplexitätsmaße konnten die Ergebnisse der Korrelationen zwischen den Werten der einzelnen Blogs bestätigt werden. Interessanterweise deutete sich jedoch für die Gegenüberstellung der longitudinalen Fits der syntaktischen Maße einerseits und der ID andererseits an, dass sie leicht in unterschiedliche Richtungen tendierten, sodass ein schwacher Anstieg in den syntaktischen Komplexitätsmaßen aus longitudinaler Sicht eher mit einer schwachen Abnahme der ID in Zusammenhang zu bringen war und umgekehrt. Zur Hauptfragestellung der ersten Analyse ist allerdings festzuhalten, dass in den abgeleiteten longitudinalen Fits definitiv kein Informationsgehalt hinsichtlich einer Prädiktion des Therapieerfolgs lag. Offen bleibt dennoch die eventuell aufschlussreiche Frage, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit jedoch nicht mehr geklärt werden konnte, ob sich eventuell aus dem Verhältnis der Fits für die unterschiedlichen Maße zueinander Effekte ergeben hätten. Die Einbeziehung des Indikationsbereichs der Patienten konnte schließlich zwar einen sehr geringen Teil der Varianz im Therapieerfolg erklären, grundsätzlich erwies sich die Güte aller in Erwägung gezogener Modelle jedoch als sehr gering.

Die zweite Analyse richtete sich dann auf das prädiktive Potenzial, aus dem Komplexitätslevel des ersten Blogs eines Patienten Veränderungen in seiner mentalen Gesundheit zwischen dem Beginn und Ende der online - Therapie vorhersagen zu können. Trotz des kürzeren Zeitraums von nur drei Monaten kommt diese Fragestellung der Zielsetzung in der Nonnenstudie, die eine Motivation der Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit und hauptsächlich des ersten Empirieteils war, deutlich näher. Das Ausgangsniveau der sprachlichen Komplexität eines Patienten der

KMG - Stichprobe – allerdings erst zum Ende einer bereits durchlaufenen Rehabilitation zur Behandlung der Primärerkrankung – kann unter gewissen Annahmen tatsächlich als Prädiktor des Therapieerfolgs bezeichnet werden. Vor allem der Einfluss des Indikationsbereichs, dem die Patienten zuzuordnen waren, muss bei der Interpretation der Ergebnisse einbezogen werden. In der Gruppe der Patienten mit psychosomatischen Vorerkrankungen korrelierte das Level der syntaktischen bzw. strukturellen Komplexität zum Einstieg in das Schreibprogramm mit solchen Veränderungen, die durch die Schreibintervention grundlegend angesprochen werden sollten und in einem Maß für das Frühberentungsrisiko, dem SIBAR, erhoben wurden. Bei der Gruppe mit nicht - psychosomatischen (orthopädischen oder kardiologischen) Primärerkrankungen hingegen konnten positive Veränderungen hinsichtlich allgemein depressiver Symptome mit einer eingangs höheren ID in Relation gesetzt werden. Diese Ergebnisse lassen die Interpretation zu, dass bei einer niedrigschwelligen Vorbelastung der Patienten möglicherweise das Ausgangsniveau der ID einen besseren Prädiktor für die Ausprägung tatsächlich neuropsychologischer Erkrankungssymptome darstellen kann. Die Befunde der Patienten, die eventuell bereits eine Behandlung ihrer psychosomatischen Beschwerden erfahren haben, könnten demgegenüber darauf hindeuten, dass insbesondere das subjektive Empfinden einer belastenden Situation in der Therapie bei den Patienten, die eine höhere MLU und DC zu Beginn der Nachsorge aufwiesen, verbessert werden konnte.

Insofern ließ sich im ersten Empirieteil bzw. der KMG - Studie zeigen, dass aus den longitudinalen linguistischen Veränderungen zwar keine Informativität hinsichtlich des Therapieerfolgs abzuleiten war, aber im Gegensatz dazu die Komplexitätswerte der ersten Blogs möglicherweise ein prädiktives Potenzial besitzen. Eine Differenzierung dieser Aussage muss allerdings in Bezug auf die jeweiligen Grunderkrankungen der Patienten und die unterschiedlichen Komplexitätsmaße vorgenommen werden. Wie im ersten Abschnitt des Gesamtfazits festgehalten wurde, weisen die unterschiedlichen Komplexitätsmaße außerdem durch ihre Objektivität deutliche Vorteile gegenüber den subjektiven psychologischen Zielkriterien auf. Die Ergebnisse der Studie deuten bezüglich der Frage nach objektiven Maßen zur Bestimmung der mentalen Gesundheit zwar darauf hin, dass zumindest das Komplexitätsniveau zu Beginn der online - Therapie unter den besprochenen Voraussetzungen in diesem Sinne zur Vorhersage des Therapieerfolgs eingesetzt werden könnte, allerdings sind diese Möglichkeiten weiter zu überprüfen bzw. zu spezifizieren. Sie sollten deshalb vorerst nur unter Kontrolle über andere (subjektive) psychologische Zielgrößen Anwendung finden. Die longitudinalen Fits der einzelnen Komplexitätsmaße bieten

hingegen definitiv keine objektiven Erhebungsalternativen für parallel auftretende kognitive Veränderungen.

2.2. Ein individueller biologischer Grundrhythmus als Prädiktor der sprachlichen Komplexität?

In der Alpha - Studie wurde eine experimentelle Herangehensweise gewählt, in der die Erzählung zu einem unerwarteten Ereignis in Ruhe - EEG - Aufnahmen vor und nach deren Produktion eingebettet war. Darüber hinaus konnte ein Sprachvergleich einbezogen werden, da eine sehr ähnliche Studie (mit demselben Design, aber leicht abweichenden Methodiken) zum Englischen und Deutschen vorlag. Die Erzählungen wurden daraufhin einer linguistischen Komplexitätsanalyse und die EEG - Aufnahmen einer Ableitung der individuellen Alphafrequenz (IAF) eines Probanden unterzogen zur Untersuchung der Relation zwischen beiden. Folgende Hauptfragestellungen, die hier ebenfalls noch einmal wiederholt werden sollen, waren Gegenstand der Alpha - Studie:

i. Ist auf Einzelsprachebene eine interindividuell variable sprachliche Komplexität durch einen Grundrhythmus wie die IAF auf neurobiologischer Ebene vorbestimmt oder sind beide Parameter unabhängig voneinander zu sehen?
ii. Besteht darüber hinaus eine Unabhängigkeit des Verhältnisses zwischen der IAF und sprachlicher Komplexität, zumindest gemessen durch die ID, von der Einzelsprache?

Aus verschiedenen Analyseschritten wurde schließlich sowohl auf Stichproben- als auch Populationsebene und bezüglich beider Sprachen die Annahme einer Unabhängigkeit der sprachlichen Komplexität von der IAF abgeleitet. Eine einfache Korrelationsanalyse zum Deutschen konnte das für alle vier auch in der KMG - Studie eingesetzten Maße MLUw/ m, DC und ID zeigen. Der Sprachvergleich beschränkte sich dann auf eine Gegenüberstellung der MLUw und ID.

Die MLUw erwies sich auf Basis einer statistischen Analyse mit den Faktoren IAF, Sprache, Alter und Geschlecht letztlich als schwer modellierbar, sodass es in der Diskussion als wenig informatives Komplexitätsmaß, in dem viel unerklärte Varianz liegt, eingeschätzt wurde. Trotz der Beobachtung, dass die IAF auch für die ID nicht als Prädiktor heranzuziehen ist, ergeben sich aus dem Vergleich zur MLUw interessante Unterschiede zwischen den beiden Komplexitätsmaßen. Im Gegensatz zur Äußerungslänge der Sprecher erwies sich die Dichte an produzierten Ideen als auffallend gut modellierbar durch die Einbeziehung des Faktors Sprache und erst vor dem Hintergrund der standardisierten Variable IAF. Sowohl auf Einzelsprachebene als auch übereinzelsprachlich müssen die beiden Faktoren vorerst

als unabhängig voneinander betrachtet werden. D. h., als Schlussfolgerung zu den beiden Hauptfragestellungen i. und ii. zum zweiten Empirieteil ist festzuhalten, dass die interindividuell variable sprachliche Komplexität nicht durch einen Grundrhythmus wie die IAF auf neurobiologischer Ebene vorbestimmt ist. Ein Einfluss der unterschiedlichen Auszählverfahren für das Englische und Deutsche ist zwar bei der Interpretation einzubeziehen, allerdings erwies sich der Spracheffekt als so stark, dass die Idee der Alpha - Studie dennoch weiterverfolgt werden sollte, da inhärente Unterschiede zwischen den beiden Sprachen in der ID und der Relation zur IAF nicht auszuschließen sind. Da eine Ähnlichkeit der Maße ID und IAF theoretisch hergeleitet wurde, bleibt zudem zu erörtern, ob sich ihre deutliche Unabhängigkeit möglicherweise auf Unterschiede zwischen der IAF als stabiler Biomarker und der ID als eventuell bewusst veränderliche bzw. sogar „trainierbare“ verbale Fähigkeit zurückführen lässt.

3. Ideen und Möglichkeiten – Ein Ausblick

Alleine aus Sicht der immer wieder diskutierten guten Anwendbarkeit der ausgewählten Komplexitätsmaße MLU, DC und vor allem ID in den entsprechenden Kontexten, empfehlen sich weitere Studien, die grundsätzlich auf ähnlichen Methodiken und Untersuchungsdesigns aufbauen. Oben wurden einige Vorteile hervorgehoben bezüglich der gleichzeitigen Einbeziehung unterschiedlicher psycholinguistischer Maße, die verschiedene Aspekte sprachlicher Komplexität erheben, und hinsichtlich der Elizitation von spontansprachlichen Erzählungen in einer natürlichen Konversationssituation oder der Nutzung von Sprachproben aus neuen medialen Kommunikationsformen. Sowohl Untersuchungen von schriftlichen Texten u. a. aufgrund ihrer möglicherweise höheren Variationsbreite als auch Analysen zu mündlichen Sprachproben mit weniger kontrollierten Produktionsbedingungen sind eindeutig zu verfolgen. Hervorzuheben ist insbesondere das Maß der ID, das sich in der gesamten Arbeit aus theoretischer und empirischer Sicht einerseits, was dessen Anwendung angeht, und andererseits Effekte in Relation zu anderen kognitiven Faktoren betrifft, immer wieder als sehr robust erwiesen hat. In Bezug auf die ID wäre es z. B. ebenfalls von großer Relevanz mit Hilfe von neurokognitiven Methoden (z. B. fMRT oder EEG) der Konzeption des Maßes und den damit zusammenhängenden Auswirkungen auf die Sprachverarbeitung genauer nachzugehen. Eine interessante Frage, die sich dabei stellt, ist, welche Prozesse und Mechanismen bei der Produktion von Propositionen genau beteiligt sind. D. h., betrifft das Maß der ID bspw.

hauptsächlich eine basale konzeptionelle Ebene oder werden höhere Ebenen der Sprachproduktion einbezogen?

Um eine so große Menge an sprachlichem Material wie in der vorliegenden Arbeit bewältigen und konsistent auswerten zu können, sollte für zukünftige Projekte die Entwicklung eines Programms zur automatischen ID - Analyse auch für das Deutsche, ähnlich dem CPIDR - Programm zum Englischen, angegangen werden. Außerdem empfehlen sich detaillierte Beschreibungen und Analysen, welches Ausmaß an sprachlichem Material für eine stabile Erhebung von Komplexitätswerten eines Sprechers vorliegen sollte. Auf Basis dessen könnten die Richtlinien zur Mindestlänge von Sprachproben weiter spezifiziert und diese zur Auswertung reduziert werden.

Ein besonders interessanter Ansatzpunkt ergibt sich zudem aus allen drei Teilen der vorliegenden Arbeit. Es bleibt zu klären, ob sich aus entweder einem Vergleich unterschiedlicher Aspekte sprachlicher Komplexität (z. B. semantisch versus syntaktisch) oder der Entwicklung eines generellen Komplexitätsmaßes bzw. „composite scores“, der eine breitere Fähigkeit erfasst, mehr Informativität oder weitere Erkenntnisse ergeben könnten. Erstere Vorgehensweise ließe sich im Sinne eines Ausgleichs verschiedener sprachlicher Komplexitätsaspekte interpretieren und in einer Studie wiederum mit kognitiven Eigenschaften oder Veränderungen unterschiedlicher Probanden oder Patienten korrelieren. Die Entwicklung eines generellen Maßes stellt, wie oben bereits diskutiert, eine Herausforderung dar und ist nur auf lange Sicht zu verfolgen.

Die Ergebnisse des ersten Empirieteils regen in Hinblick auf mögliche Fragestellungen oder Zielsetzungen von Folgestudien dazu an, das prädiktive Potenzial der sprachlichen Komplexität in unterschiedlichen Kontexten weiterzuverfolgen. Zum einen könnte die Herangehensweise aufgegriffen werden, die Vorhersagbarkeit des Erfolgs einer Therapie aus dem Ausgangsniveau der sprachlichen Komplexität eines Sprechers abzuleiten. Dazu sollte neben einer Variation der Zeiträume, über die Vorhersagen gemacht werden, vor allem ein Ausgangspunkt, der vor einer ersten Behandlung liegt, gewählt werden. Longitudinale Komplexitätsveränderungen könnten eventuell bei einer grundlegend stärkeren kognitiven Belastung und deutlicheren Veränderungen oder durch die Gegenüberstellung der Entwicklung in verschiedenen Maßen wieder interessant werden. In Bezug auf die Alpha - Studie sollte vor allem der weitreichenden Idee weiter nachgegangen werden, dass ein übereinzelsprachlicher Unterschied im Verhältnis vor allem der ID zur IAF bestehen könnte. Hier empfehlen sich, wie oben in der Diskussion angemerkt, einige Szenarien, die

Rückschlüsse auf dessen Universalität zulassen sollten. Bezüglich des zweiten Empirieteils erscheint zudem der Ansatz interessant, eine Möglichkeit zur bewussten Beeinflussung der Dichte an produzierten Ideen zu entwickeln und darauf aufbauend mögliche Trainingseffekte bei Sprechern zu untersuchen z. B. im Verhältnis zur IAF. Damit ließe sich ebenfalls die Konzeption der ID genauer untersuchen.

Abschließend ist noch festzuhalten, dass in den Diskussionsabschnitten der beiden Empirieteile, die sich mit einem Ausblick beschäftigen, jeweils zwei Personengruppen, deren sprachliches Verhalten im Fokus stehen sollte, angesprochen wurden. Zum einen bieten sich natürlich Studien mit gesunden Probanden an, um der in der Alpha - Studie untersuchten Relation zwischen der IAF und vor allem der ID eines Sprechers weiter nachzugehen und das über unterschiedliche Sprachen hinweg. Außerdem könnte diese Probandengruppe in Anlehnung auch an die KMG - Studie sehr gut hinsichtlich stressbedingter, niedrigschwelliger kognitiver Veränderungen im Zusammenhang mit einer Schreibaufgabe untersucht werden, um zum Themenkomplex „mentale Gesundheit“ einen weiteren Beitrag zu leisten. Zum anderen bieten sich, wie oben jeweils angesprochen, Studien zum sprachlichen Verhalten von Patienten mit neuropsychiatrischen Erkrankungen in beiden Kontexten an, da hierzu vereinzelte Erkenntnisse aus der Literatur bereits vorliegen.

Dieser abschließende Ausblick verdeutlicht, dass die explorativen Studien, die in der vorliegenden Arbeit vorgestellt wurden, viele interessante Fragen rund um psycholinguistische bzw. neurokognitive Untersuchungen zum Thema sprachliche Komplexität offen lassen und zur Entwicklung weiterer Forschungsansätze anregen.

Literaturverzeichnis

Adrian, E. D. und Matthews, B. H. C. (1934). The Berger rhythm: Potential changes from the occipital lobes in man. *Brain*, 57(4): 355–385.

Altmann, G. T. M. und Kamide, Y. (1999). Incremental interpretation at verbs: Restricting the domain of subsequent reference. *Cognition*, 73(3): 247–264.

Anderson, S. R. (2015). Dimensions of morphological complexity, In Baerman, M., Brown, D., und Corbett, G. G. (Hrsg.), *Understanding and measuring morphological complexity*, Kapitel 2, S. 11–26. Oxford: Oxford University Press.

Androutsopoulos, J. und Schmidt, G. (2002). SMS - Kommunikation: Ethnografische Gattungsanalyse am Beispiel einer Kleingruppe. *Zeitschrift für angewandte Linguistik*, 36: 49–80.

Angelakis, E., Lubar, J. F., und Stathopoulou, S. (2004a). Electroencephalographic peak alpha frequency correlates of cognitive traits. *Neuroscience Letters*, 371(1): 60–63.

Angelakis, E., Lubar, J. F., Stathopoulou, S., und Kounios, J. (2004b). Peak alpha frequency: An electroencephalographic measure of cognitive preparedness. *Clinical Neurophysiology*, 115(4): 887–897.

Anokhin, A. und Vogel, F. (1996). EEG alpha rhythm frequency and intelligence in normal adults. *Intelligence*, 23(1): 1–14.

Ardila, A., Bernal, B., und Rosselli, M. (2016). Why Broca's area damage does not result in classical Broca's aphasia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10(249).

Arntz, A., Hawke, L. D., Bamelis, L., Spinhoven, P., und Molendijk, M. L. (2012). Changes in natural language use as an indicator of psychotherapeutic change in personality disorders. *Behaviour Research and Therapy*, 50(3): 191–202.

Baddeley, A. (1986). *Working memory.* Oxford: Clarendon Press.

Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044): 556–559.

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11): 417–423.

Baddeley, A. und Wilson, B. (1985). Phonological coding and short - term memory in patients without speech. *Journal of Memory and Language*, 24(4): 490–502.

Baerman, M., Brown, D., und Corbett, G. G. (Hrsg.) (2015a). *Understanding and measuring morphological complexity.* Oxford: Oxford University Press.

Baerman, M., Brown, D., und Corbett, G. G. (2015b). Understanding and measuring morphological complexity: An introduction, In Baerman, M., Brown, D., und Corbett, G. G. (Hrsg.), *Understanding and measuring morphological*

complexity, Kapitel 2, S. 3–10. Oxford: Oxford University Press.

Bahlmann, J., Schubotz, R. I., Mueller, J. L., Koester, D., und Friederici, A. D. (2009). Neural circuits of hierarchical visuo-spatial sequence processing. *Brain Research*, 1298: 161–170.

Baikie, K. A. (2008). Who does expressive writing work for? Examination of alexithymia, splitting, and repressive coping style as moderators of the expressive writing paradigm. *British Journal of Health Psychology*, 13(1): 61–66.

Barak, A. und Grohol, J. M. (2011). Current and future trends in internet-supported mental health interventions. *Journal of Technology in Human Services*, 29(3): 155–196.

Başar, E., Başar-Eroğlu, C., Karakaş, S., und Schürmann, M. (2000). Brain oscillations in perception and memory. *International Journal of Psychophysiology*, 35(2-3): 95–124.

Başar, E., Schürmann, M., Başar-Eroğlu, C., und Karakaş, S. (1997). Alpha oscillations in brain functioning: An integrative theory. *International Journal of Psychophysiology*, 26(1-3): 5–29.

Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., und Walker, S. e. a. (2018). *Linear Mixed-Effects Models using 'Eigen' and S4. R Paket Version 1.1-18-1.* Paket abrufbar unter URL: https://cran.r-project.org/web/packages/lme4/index.html.

Bauer, S. und Kordy, H. (2008). Computervermittelte Kommunikation in der psychosozialen Versorgung, In Bauer, S. und Kordy, H. (Hrsg.), *E-Mental-Health: Neue Medien in der psychosozialen Versorgung*, Kapitel 1, S. 3–12. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

Becker, J., Gerzymisch, K., Beutel, M. E., und Zwerenz, R. (2015). *Entwicklung und Evaluation einer indikationsübergreifenden internetbasierten Nachsorgemaßnahme zur Verbesserung der beruflichen Reintegration (GSA-Online) – Abschlussbericht.* URL: `http://forschung.deutsche-rentenversicherung.de/ForschPortalWeb/ressource?key=Abschlussbericht%20GSA-Online%2802032015%29.pdf` (abgerufen am: 17.03.2015).

Beißwenger, M. (2003). Sprachhandlungskoordination im Chat. *Zeitschrift für germanistische Linguistik*, 31(2): 198–231.

Benjamini, Y. und Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: A practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the royal statistical society. Series B (Methodological)*, S. 289–300.

Berger, H. (1929). Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. *Archiv für*

Psychiatrie und Nervenkrankheiten, 87(1): 527–570.

Berger, H. (1932). über das Elektrenkephalogramm des Menschen. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 97(1): 6–26.

Bisang, W. (2009). On the evolution of complexity: Sometimes less is more in East and mainland Southeast Asia, In Sampson, G., Gil, D., und Trudgill, P. (Hrsg.), *Language complexity as an evolving variable*, Kapitel 3, S. 34–49. Oxford: Oxford University Press.

Bishop, D. V. M. und Adams, C. (1990). A prospective study of the relationship between specific language impairment, phonological disorders and reading retardation. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 31(7): 1027–1050.

Bock, K. (1996). Language production: Methods and methodologies. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(4): 395–421.

Bornkessel, I. und Schlesewsky, M. (2006). The extended argument dependency model: A neurocognitive approach to sentence comprehension across languages. *Psychological Review*, 113(4): 787–821.

Bornkessel, I., Zysset, S., Friederici, A. D., Von Cramon, D. Y., und Schlesewsky, M. (2005). Who did what to whom? The neural basis of argument hierarchies during language comprehension. *Neuroimage*, 26(1): 221–233.

Bornkessel, I. D., Fiebach, C. J., Friederici, A. D., und Schlesewsky, M. (2004). „Capacity“ reconsidered: Interindividual differences in language comprehension and individual alpha frequency. *Experimental Psychology*, 51(4): 279–289.

Bornkessel-Schlesewsky, I., Philipp, M., Alday, P. M., Kretzschmar, F., Grewe, T., Gumpert, M., Schumacher, P. B., und Schlesewsky, M. (2015a). Age - related changes in predictive capacity versus internal model adaptability: Electrophysiological evidence that individual differences outweigh effects of age. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7(217).

Bornkessel-Schlesewsky, I. und Schlesewsky, M. (2009). *Processing syntax and morphology: A neurocognitive perspective*. New York: Oxford University Press.

Bornkessel-Schlesewsky, I. und Schlesewsky, M. (2013). Reconciling time, space and function: A new dorsal–ventral stream model of sentence comprehension. *Brain and Language*, 125(1): 60–76.

Bornkessel-Schlesewsky, I., Schlesewsky, M., Small, S. L., und Rauschecker, J. P. (2015b). Neurobiological roots of language in primate audition: Common computational properties. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(3): 142–150.

Botel, M. und Granowsky, A. (1972). A formula for measuring syntactic complexity: A directional effort. *Elementary English*, 49(4): 513–516.

Bragin, A., Wilson, C. L., Staba, R. J., Reddick, M., Fried, I., und Engel Jr, J. (2002). Interictal high - frequency oscillations (80 – 500 Hz) in the human epileptic brain: Entorhinal cortex. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, 52(4): 407–415.

Branigan, H. (2007). Syntactic priming. *Language and Linguistics Compass*, 1(1-2): 1–16.

Branigan, H. P., Pickering, M. J., Liversedge, S. P., Stewart, A. J., und Urbach, T. P. (1995). Syntactic priming: Investigating the mental representation of language. *Journal of Psycholinguistic Research*, 24(6): 489–506.

Brennan, J., Nir, Y., Hasson, U., Malach, R., Heeger, D. J., und Pylkkänen, L. (2012). Syntactic structure building in the anterior temporal lobe during natural story listening. *Brain and Language*, 120(2): 163–173.

Brooks, P. J. und Tomasello, M. (1999). How children constrain their argument structure constructions. *Language*, 75(4): 720–738.

Brown, C., Snodgrass, T., Kemper, S. J., Herman, R., und Covington, M. A. (2008). Automatic measurement of propositional idea density from part - of - speech tagging. *Behavior Research Methods*, 40(2): 540–545.

Brown, R. (1973). *A first language: The early stages*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Bürger, W. und Deck, R. (2009). SIBAR – ein kurzes Screening - Instrument zur Messung des Bedarfs an berufsbezogenen Behandlungsangeboten in der medizinischen Rehabilitation. *Die Rehabilitation*, 48(04): 211–221.

Buzsáki, G. (2006). *Rhythms of the brain*. New York: Oxford University Press.

Buzsáki, G., Anastassiou, C. A., und Koch, C. (2012). The origin of extracellular fields and currents —- EEG, ECoG, LFP and spikes. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(6): 407–420.

Campbell, R. S. und Pennebaker, J. W. (2003). The secret life of pronouns: Flexibility in writing style and physical health. *Psychological Science*, 14(1): 60–65.

Caplan, D., Alpert, N., und Waters, G. (1998). Effects of syntactic structure and propositional number on patterns of regional cerebral blood flow. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(4): 541–552.

Caplan, D., DeDe, G., Waters, G., Michaud, J., und Tripodis, Y. (2011). Effects of age, speed of processing, and working memory on comprehension of sentences with relative clauses. *Psychology and Aging*, 26(2): 439–450.

Caplan, D., Stanczak, L., und Waters, G. (2008). Syntactic and thematic constraint

effects on blood oxygenation level dependent signal correlates of comprehension of relative clauses. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(4): 643–656.

Caplan, D. und Waters, G. S. (1999). Verbal working memory and sentence comprehension. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(1): 77–94.

Cecere, R., Rees, G., und Romei, V. (2015). Individual differences in alpha frequency drive crossmodal illusory perception. *Current Biology*, 25(2): 231–235.

Chand, V., Baynes, K., Bonnici, L. M., und Farias, S. T. (2012a). *Analysis of idea density (AID): A manual, final version.* URL: `https://www.researchgate.net/profile/Vineeta_Chand/publication/292964351_ChandBaynesBonniciFariasAIDManualFinal/links/56b2484f08ae795dd5c7af4e/ChandBaynesBonniciFariasAIDManu-alFinal.pdf`.

Chand, V., Baynes, K., Bonnici, L. M., und Farias, S. T. (2012b). A rubric for extracting idea density from oral language samples. *Current Protocols in Neuroscience*, 58(10.5): 1–15.

Chen, E., West, W. C., Waters, G., und Caplan, D. (2006). Determinants of BOLD signal correlates of processing object - extracted relative clauses. *Cortex*, 42(4): 591–604.

Cheung, H. und Kemper, S. (1992). Competing complexity metrics and adults' production of complex sentences. *Applied Psycholinguistics*, 13(1): 53–76.

Chiang, A. K. I., Rennie, C. J., Robinson, P. A., Van Albada, S. J., und Kerr, C. C. (2011). Age trends and sex differences of alpha rhythms including split alpha peaks. *Clinical Neurophysiology*, 122(8): 1505–1517.

Chipere, N. (2009). Individual differences in processing complex grammatical structures, In Sampson, G., Gil, D., und Trudgill, P. (Hrsg.), *Language complexity as an evolving variable*, Kapitel 12, S. 178–191. Oxford: Oxford University Press.

Christmann, U. (2000). Aspekte der Textverarbeitungsforschung, In Brinker, K., Antos, G., und Heinemann, Wolfgang und Sager, S. F. (Hrsg.), *Text- und Gesprächslinguistik: Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung, 1. Halbband*, Kapitel 12, S. 113–122. Berlin: de Gruyter.

Christmann, U. (2006). Textverstehen, In Funke, J. und Frensch, P. A. (Hrsg.), *Handbuch der Allgemeinen Psychologie – Kognition*, S. 612–620. Göttingen: Hogrefe.

Clark, C. R., Veltmeyer, M. D., Hamilton, R. J., Simms, E., Paul, R., Hermens, D., und Gordon, E. (2004). Spontaneous alpha peak frequency predicts working

memory performance across the age span. *International Journal of Psychophysiology*, 53(1): 1–9.

Cohen, A. S., McGovern, J. E., Dinzeo, T. J., und Covington, M. A. (2014). Speech deficits in serious mental illness: A cognitive resource issue?. *Schizophrenia Research*, 160(1): 173–179.

Cohen, M. X. (2014). *Analyzing neural time series data: Theory and practice*. Cambridge, MA: MIT Press.

Condray, R., Steinhauer, S. R., van Kammen, D. P., und Kasparek, A. (1996). Working memory capacity predicts language comprehension in schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*, 20(1-2): 1–13.

Constable, R. T., Pugh, K. R., Berroya, E., Mencl, W. E., Westerveld, M., Ni, W., und Shankweiler, D. (2004). Sentence complexity and input modality effects in sentence comprehension: An fMRI study. *Neuroimage*, 22(1): 11–21.

Corcoran, A. (2016). *Predicting complexity of language production from basic mechanisms of information processing in the brain*. Paper presented at Australian Linguistic Society (ALS) annual conference 2016: Monash University, Melbourne, doi: 10.4225/03/582ee13b7a107.

Corcoran, A. W., Alday, P. M., Schlesewsky, M., und Bornkessel-Schlesewsky, I. (2018). Toward a reliable, automated method of individual alpha frequency (IAF) quantification. *Psychophysiology*, 55(7): e13064.

Covington, M. A., He, C., Brown, C., Naci, L., und Brown, J. (2006). *How complex is that sentence? A proposed revision of the Rosenberg and Abbeduto D - Level Scale*. Computed Analysis of Speech for Psychological Research (CASPR)-Report.

Covington, M. A., Riedel, W. J., Brown, C., He, C., Morris, E., Weinstein, S., Semple, J., und Brown, J. (2007). Does ketamine mimic aspects of schizophrenic speech?. *Journal of Psychopharmacology*, 21(3): 338–346.

Covington, M. A., Riedel, W. J., Brown, C., He, C., Morris, E., Weinstein, S., Semple, J., und Brown, J. (2009). Ketamine and schizophrenic speech: More difference than originally reported. *Journal of Psychopharmacology*, 23(1): 111–112.

Crystal, D. (1987). *The Cambridge encyclopedia of language*. Cambridge: Cambridge University Press.

Da Silva, F. L. (1991). Neural mechanisms underlying brain waves: From neural membranes to networks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 79(2): 81–93.

Dahl, Ö. (2004). *The growth and maintenance of linguistic complexity.* Amsterdam: John Benjamins.

Dahl, Ö. (2009a). Testing the assumption of complexity invariance: The case of Elfdalian and Swedish, In Sampson, G., Gil, D., und Trudgill, P. (Hrsg.), *Language complexity as an evolving variable*, Kapitel 4, S. 50–63. Oxford: Oxford University Press.

Dahl, Ö. (2009b). Two pathways of grammatical evolution, In Givón, T. und Shibatani, M. (Hrsg.), *Syntactic complexity: Diachrony, acquisition, neuro - cognition, evolution*, S. 239–248. Amsterdam: John Benjamins.

Daneman, M. und Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19(4): 450–466.

DeDe, G. (2014). Sentence comprehension in older adults: Evidence for risky processing strategies. *Experimental Aging Research*, 40(4): 436–454.

Dell, G. S. (1986). A spreading - activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review*, 93(3): 283–321.

Dell, G. S. und O'Seaghdha, P. G. (1991). Mediated and convergent lexical priming in language production: A comment on Levelt et al (1991). *Psychological Review*, 98(4): 604–614.

Den Ouden, D.-B., Saur, D., Mader, W., Schelter, B., Lukic, S., Wali, E., Timmer, J., und Thompson, C. K. (2012). Network modulation during complex syntactic processing. *Neuroimage*, 59(1): 815–823.

Deutscher, G. (2009). „Overall complexity“: A wild goose chase?, In Sampson, G., Gil, D., und Trudgill, P. (Hrsg.), *Language complexity as an evolving variable*, Kapitel 17, S. 243–252. Oxford: Oxford University Press.

Diessel, H. (2009). On the role of frequency and similarity in the acquisition of subject and non - subject relative clauses, In Givón, T. und Shibatani, M. (Hrsg.), *Syntactic complexity: Diachrony, acquisition, neuro - cognition, evolution*, S. 251–276. Amsterdam: John Benjamins.

Diessel, H. und Tomasello, M. (1999). Why complement clauses do not include a that - complementizer in early child language. *Proceedings of the Twenty-Fifth Annual Meeting of the Berkeley Linguistics Society*, 25: 86–97.

Diessel, H. und Tomasello, M. (2000). The development of relative clauses in spontaneous child speech. *Cognitive Linguistics*, 11: 131–151.

Diessel, H. und Tomasello, M. (2001). The acquisition of finite complement clauses in English: A corpus - based analysis. *Cognitive Linguistics*, 12(2): 97–141.

Dirkse, D., Hadjistavropoulos, H. D., Hesser, H., und Barak, A. (2015). Linguistic analysis of communication in therapist - assisted internet - delivered cognitive behavior therapy for generalized anxiety disorder. *Cognitive Behaviour Therapy*, 44(1): 21–32.

Dixon, R. A., Simon, E. W., Nowak, C. A., und Hultsch, D. F. (1982). Text recall in adulthood as a function of level of information, input modality, and delay interval. *Journal of Gerontology*, 37(3): 358–364.

Donohue, M. (2015). Morphological opacity: Rules of referral in Kanum verbs, In Baerman, M., Brown, D., und Corbett, G. G. (Hrsg.), *Understanding and measuring morphological complexity*, Kapitel 4, S. 53–68. Oxford: Oxford University Press.

Doppelmayr, M., Klimesch, W., Pachinger, T., und Ripper, B. (1998). Individual differences in brain dynamics: Important implications for the calculation of event - related band power. *Biological Cybernetics*, 79(1): 49–57.

Dresner, E. und Herring, S. C. (2010). Functions of the nonverbal in CMC: Emoticons and illocutionary force. *Communication Theory*, 20(3): 249–268.

Dürscheid, C. (2004). Netzsprache – Ein neuer Mythos, In Beißwenger, M., Hoffmann, L., und Storrer, A. (Hrsg.), *Internetbasierte Kommunikation. Osnabrücker Beiträge zur Sprachtheorie*, Band 68, S. 141–157.

Dürscheid, C. (2005). Medien, Kommunikationsformen, kommunikative Gattungen. *Linguistik online*, 22(1).

Dürscheid, C. (2006). Merkmale der E - Mail - Kommunikation, In Schlobinski, P. (Hrsg.), *Von hdl bis cul8r: Sprache und Kommunikation in den neuen Medien*, S. 104–117. Mannheim: Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG.

Edmonds, B. (1999). What is Complexity?: The philosophy of complexity per se with application to some examples in evolution, In Heylighen, F. und Aerts, D. (Hrsg.), *The evolution of complexity*, S. 1–18. Dordrecht: Kluwer.

Engel, A. K., Fries, P., und Singer, W. (2001). Dynamic predictions: Oscillations and synchrony in top - down processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 2(10): 704–716.

Engelman, M., Agree, E. M., Meoni, L. A., und Klag, M. J. (2010). Propositional density and cognitive function in later life: Findings from the Precursors Study. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 65(6): 706–711.

Farias, S. T., Chand, V., Bonnici, L., Baynes, K., Harvey, D., Mungas, D., Simon, C., und Reed, B. (2012). Idea density measured in late life predicts subsequent

cognitive trajectories: Implications for the measurement of cognitive reserve. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 67(6): 677–686.

Ferguson, A., Spencer, E., Craig, H., und Colyvas, K. (2014). Propositional Idea Density in women's written language over the lifespan: Computerized analysis. *Cortex*, 55: 107–121.

Ferreira, F. (1994). Choice of passive voice is affected by verb type and animacy. *Journal of Memory and Language*, 33(6): 715–736.

Ferreira, F. (2000). Syntax in language production: An approach using tree-adjoining grammars, In Wheeldon, L. (Hrsg.), *Aspects of language production*, Kapitel 11, S. 291–330. Philadelphia, PA: Psychology Press.

Ferreira, F. (2003). The misinterpretation of noncanonical sentences. *Cognitive Psychology*, 47(2): 164–203.

Ferreira, V. S. und Bock, K. (2006). The functions of structural priming. *Language and Cognitive Processes*, 21(7-8): 1011–1029.

Fiebach, C. J., Schlesewsky, M., und Friederici, A. D. (2002). Separating syntactic memory costs and syntactic integration costs during parsing: The processing of German WH-questions. *Journal of Memory and Language*, 47(2): 250–272.

Field, A., Miles, J., und Field, Z. (2012). *Discovering statistics using R*. Los Angeles, London: Sage publications.

Folstein, M. F., Folstein, S. E., und McHugh, P. R. (1975). „Mini-mental state“: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3): 189–198.

Fox, J., Weisberg, S., Price, B., und Adler, D. e. a. (2018). *Companion to Applied Regression. R Paket Version 3.0-2*. Paket abrufbar unter URL: `https://cran.r-project.org/web/packages/car/index.html`.

Frazier, L. (1985). Syntactic complexity, In Dowty, D. R., Karttunen, L., und Zwicky, A. M. (Hrsg.), *Natural language parsing: Psychological, computational, and theoretical perspectives*, Kapitel 4, S. 129–189. Cambridge: Cambridge University Press.

Frazier, L. (1987). Sentence processing: A tutorial review, In Coltheart, M. (Hrsg.), *The psychology of reading*, Kapitel 25, S. 561–586. Hovel, London, Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

Frazier, L. und Rayner, K. (1982). Making and correcting errors during sentence comprehension: Eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences. *Cognitive Psychology*, 14(2): 178–210.

Freyermuth, G. S. (2006). Internetbasierte Kommunikation und ihre Auswirkungen auf die soziale Kommunikation, In Schlobinski, P. (Hrsg.), *Von hdl bis cul8r: Sprache und Kommunikation in den neuen Medien*, S. 9–25. Mannheim: Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG.

Friederici, A. D. (2009). Pathways to language: Fiber tracts in the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(4): 175–181.

Friederici, A. D. (2011). The brain basis of language processing: From structure to function. *Physiological Reviews*, 91(4): 1357–1392.

Friederici, A. D. (2012). The cortical language circuit: From auditory perception to sentence comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(5): 262–268.

Friederici, A. D., Bahlmann, J., Heim, S., Schubotz, R. I., und Anwander, A. (2006a). The brain differentiates human and non - human grammars: Functional localization and structural connectivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(7): 2458–2463.

Friederici, A. D., Fiebach, C. J., Schlesewsky, M., Bornkessel, I. D., und Von Cramon, D. Y. (2006b). Processing linguistic complexity and grammaticality in the left frontal cortex. *Cerebral Cortex*, 16(12): 1709–1717.

Friederici, A. D., Hahne, A., und Saddy, D. (2002). Distinct neurophysiological patterns reflecting aspects of syntactic complexity and syntactic repair. *Journal of Psycholinguistic Research*, 31(1): 45–63.

Friederici, A. D., Makuuchi, M., und Bahlmann, J. (2009). The role of the posterior superior temporal cortex in sentence comprehension. *Neuroreport*, 20(6): 563–568.

Frisch, S., Schlesewsky, M., Saddy, D., und Alpermann, A. (2002). The P600 as an indicator of syntactic ambiguity. *Cognition*, 85(3): B83–B92.

Fromm, D., Greenhouse, J., Hou, K., Russell, G. A., Cai, X., Forbes, M., Holland, A., und MacWhinney, B. (2016). Automated Proposition Density Analysis for Discourse in Aphasia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(5): 1123–1132.

Gell-Mann, M. (1994). *The Quark and the Jaguar: Adventures in the simple and the complex*. New York: Freeman Giddens.

Gibson, E. (1998). Linguistic complexity: Locality of syntactic dependencies. *Cognition*, 68(1): 1–76.

Gibson, E. (2000). The dependency locality theory: A distance - based theory of linguistic complexity, In Marantz, A., Miyashita, Y., und O'Neil, W. (Hrsg.), *Image, Language, Brain*, Kapitel 5, S. 95–126. Cambridge, MA: MIT Press.

Gil, D. (2008). How complex are isolating languages, In Miestamo, M., Sinnemäki, K., und Karlsson, F. (Hrsg.), *Language complexity: Typology, contact, change*, S. 109–131. Amsterdam: John Benjamins.

Gil, D. (2009). How much Grammar does it take to sail a boat?, In Sampson, G., Gil, D., und Trudgill, P. (Hrsg.), *Language complexity as an evolving variable*, Kapitel 2, S. 19–33. Oxford: Oxford University Press.

Givón, T. (2009). Multiple routes to clause union: The diachrony of complex verb phrases, In Givón, T. und Shibatani, M. (Hrsg.), *Syntactic complexity: Diachrony, acquisition, neuro - cognition, evolution*, S. 81–118. Amsterdam: John Benjamins.

Goljahani, A., D'Avanzo, C., Schiff, S., Amodio, P., Bisiacchi, P. S., und Sparacino, G. (2012). A novel method for the determination of the EEG individual alpha frequency. *Neuroimage*, 60(1): 774–786.

Gordon, P. C., Hendrick, R., und Johnson, M. (2001). Memory interference during language processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27(6): 1411.

Graesser, A. C., Millis, K. K., und Zwaan, R. A. (1997). Discourse comprehension. *Annual Review of Psychology*, 48(1): 163–189.

Grandy, T. H., Werkle-Bergner, M., Chicherio, C., Lövdén, M., Schmiedek, F., und Lindenberger, U. (2013a). Individual alpha peak frequency is related to latent factors of general cognitive abilities. *Neuroimage*, 79: 10–18.

Grandy, T. H., Werkle-Bergner, M., Chicherio, C., Schmiedek, F., Lövdén, M., und Lindenberger, U. (2013b). Peak individual alpha frequency qualifies as a stable neurophysiological trait marker in healthy younger and older adults. *Psychophysiology*, 50(6): 570–582.

Greenberg, J. H. (1963). Some universals of grammar with particular reference to the order of meaningful elements, In Denning, K. und Kemmer, S. (Hrsg.), *On language: Selected writings of Joseph H Greenberg*, Band 2, S. 40–70. Stanford, California: Stanford University Press, 1990.

Greenberg, J. H. (1966). *Language Universals: With Special Reference to Feature Hierarchies*. The Hague: Mouton.

Griffin, Z. M. und Bock, K. (2000). What the eyes say about speaking. *Psychological Science*, 11(4): 274–279.

Hagoort, P. (2005). On Broca, brain, and binding: A new framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(9): 416–423.

Hawkins, J. A. (1994). *A performance theory of order and constituency*. Cambridge:

Cambridge University Press.

Hawkins, J. A. (2003). Efficiency and complexity in grammars: Three general principles, In Moore, J. und Polinsky, M. (Hrsg.), *The nature of explanation in linguistic theory*, Kapitel 6, S. 121–152. Stanford, CA: CSLI Publications.

Hawkins, J. A. (2009). An efficiency theory of complexity and related phenomena, In Sampson, G., Gil, D., und Trudgill, P. (Hrsg.), *Language complexity as an evolving variable*, Kapitel 18, S. 252–268. Oxford: Oxford University Press.

Heylighen, F. (1999). The growth of structural and functional complexity during evolution, In Heylighen, F., Bollen, J., und Riegler, A. (Hrsg.), *The evolution of complexity*, S. 17–44. Dordrecht: Kluwer Academic.

Hickok, G. und Poeppel, D. (2004). Dorsal and ventral streams: A framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. *Cognition*, 92(1-2): 67–99.

Hickok, G. und Poeppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(5): 393–402.

Horn, A. B. und Mehl, M. R. (2004). Expressives Schreiben als Copingtechnik: Ein Überblick über den Stand der Forschung. *Verhaltenstherapie*, 14(4): 274–283.

Horn, A. B., Mehl, M. R., Detters, F., und Schubert, C. (2011). Expressives Schreiben und Immunaktivität: Gesundheitsfördernde Aspekte der Selbst - Öffnung, In Schubert, C. (Hrsg.), *Psychoneuroimmunologie und Psychotherapie*, S. 208–227. Stuttgart: Schattauer.

Howes, C., Purver, M., und McCabe, R. (2013). Using conversation topics for predicting therapy outcomes in schizophrenia. *Biomedical Informatics Insights*, 6: 39–50.

Howes, C., Purver, M., und McCabe, R. (2014). Linguistic indicators of severity and progress in online text - based therapy for depression, In *Proceedings of the Workshop on Computational Linguistics and Clinical Psychology: From Linguistic Signal to Clinical Reality*, S. 7–16. Baltimore, ML, USA: Association for Computational Linguistics.

Iacono, D., Markesbery, W. R., Gross, M. D., Pletnikova, O., Rudow, G., Zandi, P., und Troncoso, J. C. (2009). The Nun Study: Clinically silent AD, neuronal hypertrophy, and linguistic skills in early life. *Neurology*, 73(9): 665–673.

Indefrey, P., Hellwig, F., Herzog, H., Seitz, R. J., und Hagoort, P. (2004). Neural responses to the production and comprehension of syntax in identical utterances. *Brain and Language*, 89(2): 312–319.

Jasper, H. und Penfield, W. (1949). Electrocorticograms in man: Effect of volunta-

ry movement upon the electrical activity of the precentral gyrus. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 183(1-2): 163–174.

Jensen, O. und Mazaheri, A. (2010). Shaping functional architecture by oscillatory alpha activity: Gating by inhibition. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4(186): 1–8.

Johnson, D. K., Storandt, M., und Balota, D. A. (2003). Discourse analysis of logical memory recall in normal aging and in dementia of the Alzheimer type. *Neuropsychology*, 17(1): 82–92.

Just, M. A. und Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99(1): 122–149.

Kaan, E. und Swaab, T. Y. (2003). Repair, revision, and complexity in syntactic analysis: An electrophysiological differentiation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(1): 98–110.

Kaluza, G. (2018). *Gelassen und sicher im Stress: Das Stresskompetenz - Buch – Stress erkennen, verstehen, bewältigen.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 7. Auflage.

Karlsson, F., Miestamo, M., und Sinnemäki, K. (2008). Introduction: The problem of language complexity, In Miestamo, M., Sinnemäki, K., und Karlsson, F. (Hrsg.), *Language complexity: Typology, contact, change*, S. vii–xiv. Amsterdam: John Benjamins.

Kemper, S. (1986). Imitation of complex syntactic constructions by elderly adults. *Applied Psycholinguistics*, 7(3): 277–287.

Kemper, S. (1987). Life - span changes in syntactic complexity. *Journal of Gerontology*, 42(3): 323–328.

Kemper, S. (1990). Adults' diaries: Changes made to written narratives across the life span. *Discourse Processes*, 13(2): 207–223.

Kemper, S., Greiner, L. H., Marquis, J. G., Prenovost, K., und Mitzner, T. L. (2001a). Language decline across the life span: Findings from the Nun Study. *Psychology and Aging*, 16(2): 227–239.

Kemper, S., Herman, R., und Lian, C. (2003). Age differences in sentence production. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 58(5): P260–P268.

Kemper, S., Herman, R. E., und Liu, C.-J. (2004). Sentence production by young and older adults in controlled contexts. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 59(5): P220–P224.

Kemper, S., Kynette, D., Rash, S., O'Brien, K., und Sprott, R. (1989). Life-span changes to adults' language: Effects of memory and genre. *Applied Psycholinguistics*, 10(1): 49–66.

Kemper, S., Rash, S., Kynette, D., und Norman, S. (1990). Telling stories: The structure of adults' narratives. *European Journal of Cognitive Psychology*, 2(3): 205–228.

Kemper, S. und Sumner, A. (2001). The structure of verbal abilities in young and older adults. *Psychology and Aging*, 16(2): 312–322.

Kemper, S., Thompson, M., und Marquis, J. (2001b). Longitudinal change in language production: Effects of aging and dementia on grammatical complexity and semantic content. *Psychology and Aging*, 16(4): 600–614.

Kintsch, W. (1972). Notes on the structure of semantic memory, In Tulving, E. und Donaldson, W. (Hrsg.), *Organization and memory*, S. 247–308. New York: Academic Press.

Kintsch, W. (1974). *The representation of meaning in memory.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Kintsch, W. und Keenan, J. (1973). Reading rate and retention as a function of the number of propositions in the base structure of sentences. *Cognitive Psychology*, 5(3): 257–274.

Kintsch, W., Kozminsky, E., Streby, W. J., McKoon, G., und Keenan, J. M. (1975). Comprehension and recall of text as a function of content variables. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14(2): 196–214.

Kintsch, W. und Van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85(5): 363–394.

Klein, J. P. und Berger, T. (2013). Internetbasierte psychologische Behandlung bei Depressionen. *Verhaltenstherapie*, 23(3): 149–159.

Klein, K. und Boals, A. (2001). The relationship of life event stress and working memory capacity. *Applied Cognitive Psychology*, 15(5): 565–579.

Klimesch, W. (1996). Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization. *International Journal of Psychophysiology*, 24(1-2): 61–100.

Klimesch, W. (1997). EEG-alpha rhythms and memory processes. *International Journal of Psychophysiology*, 26(1-3): 319–340.

Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: A review and analysis. *Brain Research Reviews*, 29(2): 169–195.

Klimesch, W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(12): 606–617.

Klimesch, W., Doppelmayr, M., Pachinger, T., und Ripper, B. (1997a). Brain oscillations and human memory: EEG correlates in the upper alpha and theta band. *Neuroscience letters*, 238(1-2): 9–12.

Klimesch, W., Doppelmayr, M., Pachinger, T., und Russegger, H. (1997b). Event-related desynchronization in the alpha band and the processing of semantic information. *Cognitive Brain Research*, 6(2): 83–94.

Klimesch, W., Doppelmayr, M., Schimke, H., und Ripper, B. (1997c). Theta synchronization and alpha desynchronization in a memory task. *Psychophysiology*, 34(2): 169–176.

Klimesch, W., Freunberger, R., Sauseng, P., und Gruber, W. (2008). A short review of slow phase synchronization and memory: Evidence for control processes in different memory systems?. *Brain Research*, 1235: 31–44.

Klimesch, W., Sauseng, P., und Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations: The inhibition-timing hypothesis. *Brain Research Reviews*, 53(1): 63–88.

Klimesch, W., Schimke, H., und Pfurtscheller, G. (1993). Alpha frequency, cognitive load and memory performance. *Brain Topography*, 5(3): 241–251.

Klimesch, W., Schimke, H., und Schwaiger, J. (1994). Episodic and semantic memory: an analysis in the EEG theta and alpha band. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 91(6): 428–441.

Klimesch, W., Vogt, F., und Doppelmayr, M. (1999). Interindividual differences in alpha and theta power reflect memory performance. *Intelligence*, 27(4): 347–362.

Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(7): 317–324.

Koch, P. und Oesterreicher, W. (1994). Schriftlichkeit und Sprache, In Günther, H. und Ludwig, O. (Hrsg.), *Schrift und Schriftlichkeit. Ein interdisziplinäres Handbuch internationaler Forschung*, S. 587–604. Berlin: de Gruyter.

Koch, P. und Oesterreicher, W. (2008). Mündlichkeit und Schriftlichkeit von Texten, In Janich, N. (Hrsg.), *Textlinguistik*, S. 199–215. Tübingen: Narr.

Kolmogorov, A. N. (1968). Three approaches to the quantitative definition of information. *International Journal of Computer Mathematics*, 2(1-4): 157–168.

Kolmogorov, A. N. (1983). Combinatorial foundations of information theory and the calculus of probabilities. *Russian Mathematical Surveys*, 38(4): 29–40.

Kusters, W. (2008). Complexity in linguistic theory, language learning and language change, In Miestamo, M., Sinnemäki, K., und Karlsson, F. (Hrsg.), *Language complexity: Typology, contact, change*, S. 3–22. Amsterdam: John Benjamins.

Kutas, M. und Hillyard, S. A. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207(4427): 203–205.

Kynette, D. und Kemper, S. (1986). Aging and the loss of grammatical forms: A cross - sectional study of language performance. *Language & Communication*, 6(1-2): 65–72.

Lee, E.-K., Brown-Schmidt, S., und Watson, D. G. (2013). Ways of looking ahead: Hierarchical planning in language production. *Cognition*, 129(3): 544–562.

Lee, L. L. und Canter, S. M. (1971). Developmental sentence scoring: A clinical procedure for estimating syntactic development in children's spontaneous speech. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 36(3): 315–340.

Lehrner, J., Pusswald, G., Fertl, E., Strubreither, W., und Kryspin-Exner, I. (2011). *Klinische Neuropsychologie: Grundlagen – Diagnostik – Rehabilitation.* Wien, New York: Springer-Verlag, 2. Auflage.

Levelt, W. J. M. (1989). *Speaking: From intention to articulation.* Cambridge, MA: MIT Press.

Levelt, W. J. M., Roelofs, A., und Meyer, A. S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(1): 1–38.

Levelt, W. J. M., Schriefers, H., Vorberg, D., Meyer, A. S., Pechmann, T., und Havinga, J. (1991). The time course of lexical access in speech production: A study of picture naming. *Psychological Review*, 98(1): 122–142.

Lewis, R. L., Vasishth, S., und Van Dyke, J. A. (2006). Computational principles of working memory in sentence comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(10): 447–454.

Litzcke, S. M., Schuh, H., und Pletke, M. (2013). *Stress, Mobbing und Burn - out am Arbeitsplatz: Umgang mit Leistungsdruck – Belastungen im Beruf meistern.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 6. Auflage.

Lohmann-Haislah, A. (2012). *Stressreport Deutschland 2012: Psychische Anforderungen, Ressourcen und Befinden.* Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Löwe, B., Kroenke, K., Herzog, W., und Gräfe, K. (2004). Measuring depression outcome with a brief self - report instrument: Sensitivity to change of the Patient Health Questionnaire (PHQ - 9). *Journal of Affective Disorders*, 81(1): 61–66.

Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event - related potential technique.* Cambridge, MA: MIT Press.

Lyons, K., Kemper, S., LaBarge, E., Ferraro, F. R., Balota, D., und Storandt,

M. (1994). Oral language and Alzheimer's disease: A reduction in syntactic complexity. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 1(4): 271–281.

MacDonald, M. C., Pearlmutter, N. J., und Seidenberg, M. S. (1994). The lexical nature of syntactic ambiguity resolution. *Psychological Review*, 101(4): 676–703.

Makuuchi, M. und Friederici, A. D. (2013). Hierarchical functional connectivity between the core language system and the working memory system. *Cortex*, 49(9): 2416–2423.

Mazaheri, A. und Jensen, O. (2010). Rhythmic pulsing: Linking ongoing brain activity with evoked responses. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4(177): 1–13.

McClelland, J. L. und Patterson, K. (2002). Rules or connections in past - tense inflections: What does the evidence rule out?. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(11): 465–472.

McElree, B. (1998). Attended and non - attended states in working memory: Accessing categorized structures. *Journal of Memory and Language*, 38(2): 225–252.

McElree, B. (2001). Working memory and focal attention.. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27(3): 817–835.

McRae, K., Spivey-Knowlton, M. J., und Tanenhaus, M. K. (1998). Modeling the influence of thematic fit (and other constraints) in on - line sentence comprehension. *Journal of Memory and Language*, 38(3): 283–312.

McWhorter, J. (2001). The world's simplest grammars are creole grammars. *Linguistic Typology*, 5(2): 125–66.

McWhorter, J. (2008). Why does a language undress? Strange cases in Indonesia, In Miestamo, M., Sinnemäki, K., und Karlsson, F. (Hrsg.), *Language complexity: Typology, contact, change*, S. 167–190. Amsterdam: John Benjamins.

Mehler, J. und Miller, G. A. (1964). Retroactive interference in the recall of simple sentences. *British Journal of Psychology*, 55(3): 295–301.

Miestamo, M. (2008). Grammatical complexity in a cross - linguistic perspective, In Miestamo, M., Sinnemäki, K., und Karlsson, F. (Hrsg.), *Language complexity: Typology, contact, change*, S. 23–41. Amsterdam: John Benjamins.

Miestamo, M. (2009). Implicational hierarchies and grammatical complexity, In Sampson, G., Gil, D., und Trudgill, P. (Hrsg.), *Language complexity as an evolving variable*, Kapitel 6, S. 80–97. Oxford: Oxford University Press.

Miller, J. F. und Chapman, R. S. (1981). The relation between age and mean length of utterance in morphemes. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 24(2): 154–161.

Miller, J. R. und Kintsch, W. (1980). Readability and recall of short prose passages: A theoretical analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6(4): 335–354.

Mishkin, M., Ungerleider, L. G., und Macko, K. A. (1983). Object vision and spatial vision: Two cortical pathways. *Trends in Neurosciences*, 6: 414–417.

Mittag, O., Glaser-Möller, N., Ekkernkamp, M., Matthis, C., Héon-Klin, V., Raspe, A., und Raspe, H. (2003). Prädiktive Validität einer kurzen Skala zur subjektiven Prognose der Erwerbstätigkeit (SPE - Skala) in einer Kohorte von LVA - Versicherten mit schweren Rückenschmerzen oder funktionellen Beschwerden der inneren Medizin. *Sozial- und Präventivmedizin*, 48(6): 361–369.

Mittag, O., Meyer, T., Glaser-Möller, N., Matthis, C., und Raspe, H. (2006). Vorhersage der Erwerbstätigkeit in einer Bevölkerungsstichprobe von 4225 Versicherten der LVA über einen Prognosezeitraum von fünf Jahren mittels einer kurzen Skala (SPE - Skala). *Das Gesundheitswesen*, 68(5): 294–302.

Mittag, O. und Raspe, H. (2003). Eine kurze Skala zur Messung der subjektiven Prognose der Erwerbstätigkeit: Ergebnisse einer Untersuchung an 4279 Mitgliedern der gesetzlichen Arbeiterrentenversicherung zu Reliabilität (Guttman - Skalierung) und Validität der Skala. *Die Rehabilitation*, 42(3): 169–174.

Mitzner, T. L. und Kemper, S. (2003). Oral and written language in late adulthood: Findings from the Nun Study. *Experimental Aging Research*, 29(4): 457–474.

Moe, A. M., Breitborde, N. J. K., Shakeel, M. K., Gallagher, C. J., und Docherty, N. M. (2016). Idea density in the life - stories of people with schizophrenia: Associations with narrative qualities and psychiatric symptoms. *Schizophrenia Research*, 172(1): 201–205.

Newman, S. D., Just, M. A., Keller, T. A., Roth, J., und Carpenter, P. A. (2003). Differential effects of syntactic and semantic processing on the subregions of Broca's area. *Cognitive Brain Research*, 16(2): 297–307.

Nunez, P. L. und Srinivasan, R. (2006). *Electric fields of the brain: The neurophysics of EEG*. New York: Oxford University Press, 2. Auflage.

Obleser, J., Meyer, L., und Friederici, A. D. (2011). Dynamic assignment of neural resources in auditory comprehension of complex sentences. *Neuroimage*, 56(4): 2310–2320.

Okada, K., Rong, F., Venezia, J., Matchin, W., Hsieh, I.-H., Saberi, K., Serences, J. T., und Hickok, G. (2010). Hierarchical organization of human auditory cortex: Evidence from acoustic invariance in the response to intelligible speech. *Cerebral Cortex*, 20(10): 2486–2495.

Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1): 97–113.

Osterhout, L. und Holcomb, P. J. (1992). Event - related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*, 31(6): 785–806.

Pakulak, E. und Neville, H. J. (2010). Proficiency differences in syntactic processing of monolingual native speakers indexed by event - related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(12): 2728–2744.

Palva, S. und Palva, J. M. (2007). New vistas for α-frequency band oscillations. *Trends in Neurosciences*, 30(4): 150–158.

Parker, M. D. und Brorson, K. (2005). A comparative study between mean length of utterance in morphemes (MLUm) and mean length of utterance in words (MLUw). *First Language*, 25(3): 365–376.

Pechmann, T., Uszkoreit, H., Engelkamp, J., und Zerbst, D. (1994). *Word order in the German middle field*. Report 43, Computational Linguistics at the University of the Saarland.

Peelle, J. E., Johnsrude, I., und Davis, M. H. (2010). Hierarchical processing for speech in human auditory cortex and beyond. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4(51): 1–3.

Peelle, J. E., Troiani, V., Wingfield, A., und Grossman, M. (2009). Neural processing during older adults' comprehension of spoken sentences: Age differences in resource allocation and connectivity. *Cerebral Cortex*, 20(4): 773–782.

Pennebaker, J. W. (1993). Putting stress into words: Health, linguistic, and therapeutic implications. *Behaviour Research and Therapy*, 31(6): 539–548.

Pennebaker, J. W. und Beall, S. K. (1986). Confronting a traumatic event: Toward an understanding of inhibition and disease. *Journal of Abnormal Psychology*, 95(3): 274.

Pfurtscheller, G. und Da Silva, F. L. (1999). Eventß,- related EEG/MEG synchronization and desynchronization: Basic principles. *Clinical Neurophysiology*, 110(11): 1842–1857.

Pichora-Fuller, M. K. (2003). Processing speed and timing in aging adults: Psychoacoustics, speech perception, and comprehension. *International Journal of Audiology*, 42: 59–67.

Pickering, M. J. und Garrod, S. (2013). An integrated theory of language production and comprehension. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(4): 329–347.

Pinker, S. und Ullman, M. T. (2002). The past and future of the past tense. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(11): 456–463.

Posthuma, D., Neale, M. C., Boomsma, D. I., und De Geus, E. J. C. (2001). Are smarter brains running faster? Heritability of alpha peak frequency, IQ, and their interrelation. *Behavior Genetics*, 31(6): 567–579.

Prat, C. S., Keller, T. A., und Just, M. A. (2007). Individual differences in sentence comprehension: A functional magnetic resonance imaging investigation of syntactic and lexical processing demands. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(12): 1950–1963.

Puschmann, C. (2012). Technisierte Erzählungen? Blogs und die Rolle der Zeitlichkeit im Web 2.0, In Nünning, A., Rupp, J., Hagelmoser, R., und Meyer, J. I. (Hrsg.), *Narrative Genres im Internet: Theoretische Bezugsrahmen, Mediengattungstypologie und Funktionen*, S. 93–114. Trier: Wissenschaftlicher Verlag Trier.

R Core Team (2018). *R: A language and environment for statistical computing.* Vienna: R Foundation for Statistical Computing, URL: https://www.R-project.org/.

Ralph, M. A. L., Braber, N., McClelland, J. L., und Patterson, K. (2005). What underlies the neuropsychological pattern of irregular > regular past - tense verb production?. *Brain and Language*, 93(1): 106–119.

Rauschecker, J. P. und Scott, S. K. (2009). Maps and streams in the auditory cortex: Nonhuman primates illuminate human speech processing. *Nature Neuroscience*, 12(6): 718–724.

Rauschecker, J. P. und Tian, B. (2000). Mechanisms and streams for processing of „what“ and „where“ in auditory cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(22): 11800–11806.

Rayner, K., Reichle, E. D., Stroud, M. J., Williams, C. C., und Pollatsek, A. (2006). The effect of word frequency, word predictability, and font difficulty on the eye movements of young and older readers. *Psychology and Aging*, 21(3): 448–465.

Revelle, W. (2018). *Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research. R Paket Version 1.8.10.* Paket abrufbar unter URL: https://cran.r-project.org/web/packages/psych/index.html.

Riley, K. P., Snowdon, D. A., Desrosiers, M. F., und Markesbery, W. R. (2005). Early life linguistic ability, late life cognitive function, and neuropathology: Findings from the Nun Study. *Neurobiology of Aging*, 26(3): 341–347.

Röder, B., Stock, O., Neville, H., Bien, S., und Rösler, F. (2002). Brain activation modulated by the comprehension of normal and pseudo - word sentences of different processing demands: A functional magnetic resonance imaging study.

Neuroimage, 15(4): 1003–1014.

Roehm, D. (2004). *Waves and words: Oscillatory activity and language processing.* PHD Thesis, Marburg.

Roehm, D., Klimesch, W., Haider, H., und Doppelmayr, M. (2001). The role of theta and alpha oscillations for language comprehension in the human electroencephalogram. *Neuroscience Letters*, 310(2-3): 137–140.

Rosen, W. G., Mohs, R. C., und Davis, K. L. (1984). A new rating scale for Alzheimer's disease. *The American Journal of Psychiatry*, 141(11): 1356–1364.

Rosenberg, S. und Abbeduto, L. (1987). Indicators of linguistic competence in the peer group conversational behavior of mildly retarded adults. *Applied Psycholinguistics*, 8(01): 19–32.

Rösler, F., Pechmann, T., Streb, J., Röder, B., und Hennighausen, E. (1998). Parsing of sentences in a language with varying word order: Word - by - word variations of processing demands are revealed by event - related brain potentials. *Journal of Memory and Language*, 38(2): 150–176.

Rothe, I., Adolph, L., Beermann, B., Schütte, M., Windel, A., Grewer, A., Lenhardt, U., Michel, J., Thomson, B., und Formazin, M. (2017). *Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt: Wissenschaftliche Standortbestimmung.* Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Runkehl, J., Schlobinski, P., und Siever, T. (1998). Sprache und Kommunikation im Internet. *Muttersprache*, 108: 97–109.

Samaha, J. und Postle, B. R. (2015). The speed of alpha - band oscillations predicts the temporal resolution of visual perception. *Current Biology*, 25(22): 2985–2990.

Santi, A. und Grodzinsky, Y. (2010). fMRI adaptation dissociates syntactic complexity dimensions. *Neuroimage*, 51(4): 1285–1293.

Scarborough, H. S., Rescorla, L., Tager-Flusberg, H., Fowler, A. E., und Sudhalter, V. (1991). The relation of utterance length to grammatical complexity in normal and language - disordered groups. *Applied Psycholinguistics*, 12(1): 23–46.

Schlesewsky, M., Bornkessel, I., und Frisch, S. (2003). The neurophysiological basis of word order variations in German. *Brain and Language*, 86(1): 116–128.

Schlobinski, P. (2006). *Von hdl bis cul8r: Sprache und Kommunikation in den neuen Medien.* Mannheim: Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG.

Schlobinski, P. und Siever, T. (2005a). Editorial zum Projekt 'Sprachliche und textuelle Aspekte in Weblogs'. *Sprachliche und textuelle Aspekte in Weblogs. Ein*

internationales Projekt .NET. WORX, 46: 8–29.

Schlobinski, P. und Siever, T. (2005b). Sprachliche und textuelle Aspekt in deutschen Weblogs. *Sprachliche und textuelle Aspekte in Weblogs. Ein internationales Projekt .NET. WORX*, 46: 52–85.

Schönberger, K. (2006). Weblogs: Persönliches Tagebuch, Wissensmanagement - Werkzeug und Publikationsorgan, In Schlobinski, P. (Hrsg.), *Von hdl bis cul8r: Sprache und Kommunikation in den neuen Medien*, S. 233–248. Mannheim: Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG.

Schwab, M. (Hrsg.) (2011). *Encyclopedia of cancer*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 3. Auflage.

Shetreet, E., Friedmann, N., und Hadar, U. (2009). An fMRI study of syntactic layers: Sentential and lexical aspects of embedding. *NeuroImage*, 48(4): 707–716.

Siever, T. (2006). Sprachökonomie in den „Neuen Medien“, In Schlobinski, P. (Hrsg.), *Von hdl bis cul8r: Sprache und Kommunikation in den neuen Medien*, S. 71–88. Mannheim: Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG.

Simon, H. A. (1962). The architecture of complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106(6): 467–482.

Sinnemäki, K. (2008). Complexity trade - offs in core argument marking, In Miestamo, M., Sinnemäki, K., und Karlsson, F. (Hrsg.), *Language complexity: Typology, contact, change*, S. 67–88. Amsterdam: John Benjamins.

Sinnemäki, K. (2009). Complexity in core argument marking and population size, In Sampson, G., Gil, D., und Trudgill, P. (Hrsg.), *Language complexity as an evolving variable*, Kapitel 9, S. 126–140. Oxford: Oxford University Press.

Slobin, D. I. (1966). Grammatical transformations and sentence comprehension in childhood and adulthood. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5(3): 219–227.

Small, S. L. und Hickok, G. (2016). The neurobiology of language, In Hickok, G. und Small, S. L. (Hrsg.), *Neurobiology of Language*, S. 3–9. San Diego, CA: Elsevier.

Smit, C. M., Wright, M. J., Hansell, N. K., Geffen, G. M., und Martin, N. G. (2006). Genetic variation of individual alpha frequency (IAF) and alpha power in a large adolescent twin sample. *International Journal of Psychophysiology*, 61(2): 235–243.

Snowdon, D. A., Greiner, L. H., Kemper, S. J., Nanayakkara, N., und Mortimer, J. A. (1999). Linguistic ability in early life and longevity: Findings from the

Nun Study, In Robine, J.-M., Forette, B., Franceschi, C., und Allard, M. (Hrsg.), *The paradoxes of longevity*, S. 103–113. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Snowdon, D. A., Greiner, L. H., und Markesbery, W. R. (2000). Linguistic ability in early life and the neuropathology of Alzheimer's disease and cerebrovascular disease: Findings from the Nun Study. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 903(1): 34–38.

Snowdon, D. A., Kemper, S. J., Mortimer, J. A., Greiner, L. H., Wekstein, D. R., und Markesbery, W. R. (1996). Linguistic ability in early life and cognitive function and Alzheimer's disease in late life: Findings from the Nun Study. *Journal of the American Medical Association*, 275(7): 528–532.

Sommer, T. (2010). Neuroimaging: Neuro - bildgebende Verfahren, In Hermey, G., Mahlke, C., Schwake, M., und Sommer, T. (Hrsg.), *Der Experimentator: Neurowissenschaften*, Kapitel 10, S. 209–263. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Spencer, E., Craig, H., Ferguson, A., und Colyvas, K. (2012). Language and ageing – exploring propositional density in written language – stability over time. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 26(9): 743–754.

Spencer, E., Ferguson, A., Craig, H., Colyvas, K., Hankey, G. J., und Flicker, L. (2015). Propositional idea density in older men's written language: Findings from the HIMS study using computerised analysis. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 29(2): 85–101.

Spitzer, R. L., Kroenke, K., und Williams, J. B. (1999). Validation and utility of a self - report version of PRIME-MD: the PHQ primary care study. *Journal of the American Medical Association*, 282(18): 1737–1744.

Steriade, M., Gloor, P., Llinas, R. R., Da Silva, F. H. L., und Mesulam, M.-M. (1990). Basic mechanisms of cerebral rhythmic activities. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 76(6): 481–508.

Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(3): 448–460.

Stern, Y. (2006). Cognitive reserve and Alzheimer disease. *Alzheimer Disease & Associated Disorders*, 20: S69–S74.

Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47(10): 2015–2028.

Stopford, C. L., Thompson, J. C., Neary, D., Richardson, A. M. T., und Snowden, J. S. (2012). Working memory, attention, and executive function in Alzhei-

mer's disease and frontotemporal dementia. *Cortex*, 48(4): 429–446.

Storrer, A. (2009). Rhetorisch - stilistische Eigenschaften der Sprache des Internets, In Fix, U., Gardt, A., und Knape, J. (Hrsg.), *Rhetorik und Stilistik – Rhetorics and Stilistics: Ein internationales Handbuch historischer und systematischer Forschung*, Kapitel 133, S. 2211–2226. Berlin: de Gruyter.

Storrer, A. (2013). Sprachstil und Sprachvariation in sozialen Netzwerken, In Frank-Job, B., Mehler, A., und Sutter, T. (Hrsg.), *Die Dynamik sozialer und sprachlicher Netzwerke: Konzepte, Methoden und empirische Untersuchungen an Beispielen des WWW*, S. 331–366. Wiesbaden: Springer VS.

Storrer, A. (2014). Sprachverfall durch internetbasierte Kommunikation? Linguistische Erklärungsansätze – empirische Befunde, In Witt, A. und Plewnia, A. (Hrsg.), *Sprachverfall?: Dynamik – Wandel – Variation*, S. 171–196. Berlin, Boston: de Gruyter.

Sturt, P., Pickering, M. J., und Crocker, M. W. (1999). Structural change and reanalysis difficulty in language comprehension. *Journal of Memory and Language*, 40(1): 136–150.

Suzuki, T. (2002). Perspective - taking and comprehension of passive sentences by Japanese - speaking children. *Journal of Psycholinguistic Research*, 31(2): 131–144.

Svartvatten, N., Segerlund, M., Dennhag, I., Andersson, G., und Carlbring, P. (2015). A content analysis of client e - mails in guided internet - based cognitive behavior therapy for depression. *Internet Interventions*, 2(2): 121–127.

Szmrecsanyi, B. und Kortmann, B. (2009). Between simplification and complexification: Non - standard varieties of English around the world, In Sampson, G., Gil, D., und Trudgill, P. (Hrsg.), *Language complexity as an evolving variable*, Kapitel 5, S. 64–80. Oxford: Oxford University Press.

Tement, S., Pahor, A., und Jaušovec, N. (2016). EEG alpha frequency correlates of burnout and depression: The role of gender. *Biological Psychology*, 114: 1–12.

Tenke, C. E., Kayser, J., Alvarenga, J. E., Abraham, K. S., Warner, V., Talati, A., Weissman, M. M., und Bruder, G. E. (2018). Temporal stability of posterior EEG alpha over twelve years. *Clinical Neurophysiology*, 129(7): 1410–1417.

Tölle, R. und Windgassen, K. (2014). *Psychiatrie einschließlich Psychotherapie*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 17. Auflage.

Tomasello, M. (2000a). Do young children have adult syntactic competence?. *Cognition*, 74(3): 209–253.

Tomasello, M. (2000b). First steps toward a usage - based theory of language acqui-

sition. *Cognitive Linguistics*, 11(1/2): 61–82.

Tomasello, M. (2005). Beyond formalities: The case of language acquisition. *The Linguistic Review*, 22(2-4): 183–197.

Traxler, M. J., Morris, R. K., und Seely, R. E. (2002). Processing subject and object relative clauses: Evidence from eye movements. *Journal of Memory and Language*, 47(1): 69–90.

Traxler, M. J., Williams, R. S., Blozis, S. A., und Morris, R. K. (2005). Working memory, animacy, and verb class in the processing of relative clauses. *Journal of Memory and Language*, 53(2): 204–224.

Trudgill, P. (2009). Sociolinguistic typology and complexification, In Sampson, G., Gil, D., und Trudgill, P. (Hrsg.), *Language complexity as an evolving variable*, Kapitel 3, S. 98–109. Oxford: Oxford University Press.

Turner, A. und Greene, E. (1977). *The construction and use of a propositional text base (Technical Report No. 63).* Boulder, CO: Institute for the Study of Intellectual Behavior, University of Colorado.

Van der Zanden, R., Curie, K., Van Londen, M., Kramer, J., Steen, G., und Cuijpers, P. (2014). Web - based depression treatment: Associations of clients' word use with adherence and outcome. *Journal of Affective Disorders*, 160: 10–13.

Van Eimeren, B. und Frees, B. (2011). Drei von vier Deutschen im Netz – ein Ende des digitalen Grabens in Sicht. *Media Perspektiven*, 42: 334–349.

Van Emmerik, A. A. P., Reijntjes, A., und Kamphuis, J. H. (2013). Writing therapy for posttraumatic stress: A meta - analysis. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 82(2): 82–88.

Van Dijk, T. A. und Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension.* New York: Academic Press.

Varela, F., Lachaux, J.-P., Rodriguez, E., und Martinerie, J. (2001). The brainweb: phase synchronization and large - scale integration. *Nature Reviews Neuroscience*, 2(4): 229.

Vos, S. H. und Friederici, A. D. (2003). Intersentential syntactic context effects on comprehension: The role of working memory. *Cognitive Brain Research*, 16(1): 111–122.

Wahrig-Burfeind, R. (2007). *Fremdwörterlexikon, 6., vollst. überarb. Aufl.* Gütersloh, München: Wissen Media Verlag.

Wang, X.-J. (2010). Neurophysiological and computational principles of cortical rhythms in cognition. *Physiological Reviews*, 90(3): 1195–1268.

Waters, G. S. und Caplan, D. (2003). The reliability and stability of verbal working memory measures. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35(4): 550–564.

Weaver, W. (1948). Science and complexity. *American Scientist*, 36(4): 536–544.

Welmers, W. E. (1973). *African language structures*. Berkeley: University of California Press.

Wilson, S. M., DeMarco, A. T., Henry, M. L., Gesierich, B., Babiak, M., Mandelli, M. L., Miller, B. L., und Gorno-Tempini, M. L. (2014). What role does the anterior temporal lobe play in sentence-level processing? Neural correlates of syntactic processing in semantic variant primary progressive aphasia. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(5): 970–985.

Wohlers, K. und Hombrecher, M. (2016). *Entspann dich, Deutschland: TK-Stressstudie 2016*. Hamburg: Techniker Krankenkasse.

Wolf, M., Zimmer, B., und Dogs, P. (2008). Chat- und E-Mail-Brücke: Nachsorge nach stationärer Psychotherapie, In Bauer, S. und Kordy, H. (Hrsg.), *E-Mental-Health: Neue Medien in der psychosozialen Versorgung*, Kapitel 17, S. 219–235. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

Yngve, V. H. (1960). A model and an hypothesis for language structure. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 104(5): 444–466.

Yogo, M. und Fujihara, S. (2008). Working memory capacity can be improved by expressive writing: A randomized experiment in a Japanese sample. *British Journal of Health Psychology*, 13(1): 77–80.

Zifonun, G., Hoffmann, L., Strecker, B., Ballweg, J., Brauße, U., Breindl, E., Engel, U., Frosch, H., Hoberg, U., und Vorderwühlbecke, K. (1997). *Grammatik der deutschen Sprache*, Band 1. Berlin, New York: de Gruyter.

Zinken, J., Zinken, K., Wilson, J. C., Butler, L., und Skinner, T. (2010). Analysis of syntax and word use to predict successful participation in guided self-help for anxiety and depression. *Psychiatry Research*, 179(2): 181–186.

Zwerenz, R., Gerzymisch, K., Edinger, J., Holme, M., Knickenberg, R. J., Spörl-Dönch, S., Kiwus, U., und Beutel, M. E. (2013). Evaluation of an internet-based aftercare program to improve vocational reintegration after inpatient medical rehabilitation: Study protocol for a cluster-randomized controlled trial. *Trials*, 14(1): 26.

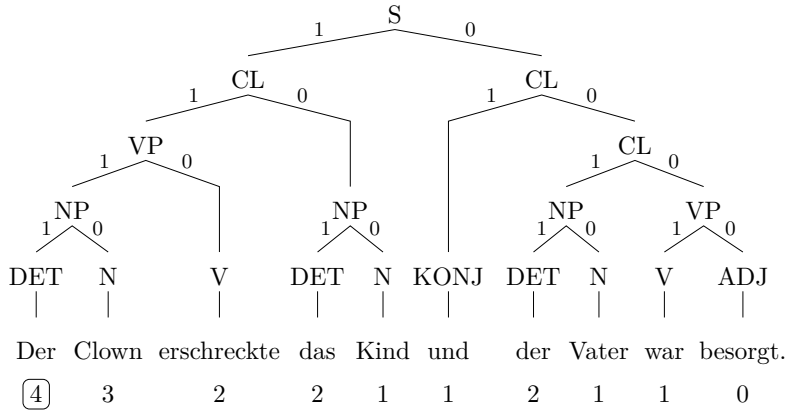
Anhang

A. Theorieteil: Ergänzungen zu den Komplexitätsmaßen

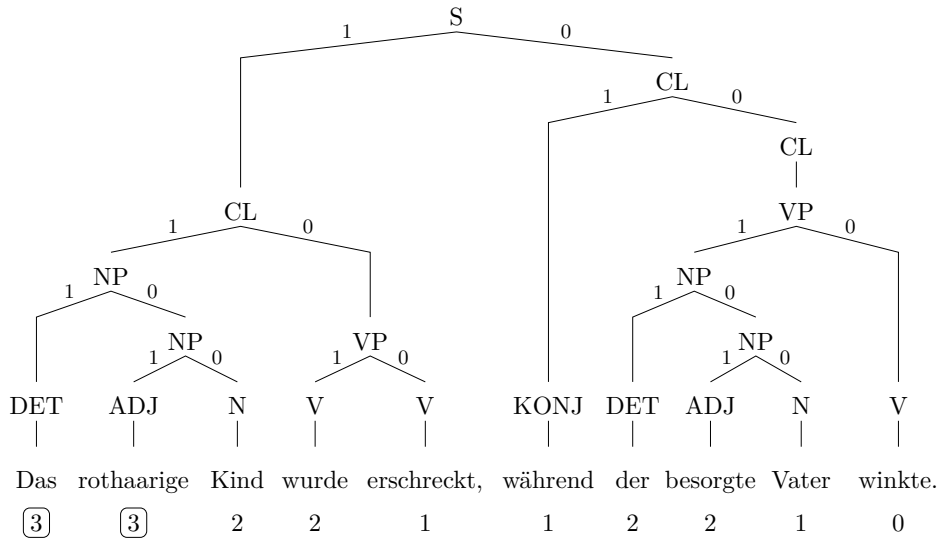
1. Beispiele zur Yngve Depth

Komplexitätsanalysen zu den Beispielsätzen (12) auf S. 85 mittels des Yngve Depth-Maßes als Ergänzung zu den Komplexitätsanalysen in Kapitel 2.2.2.1 (S. 102).

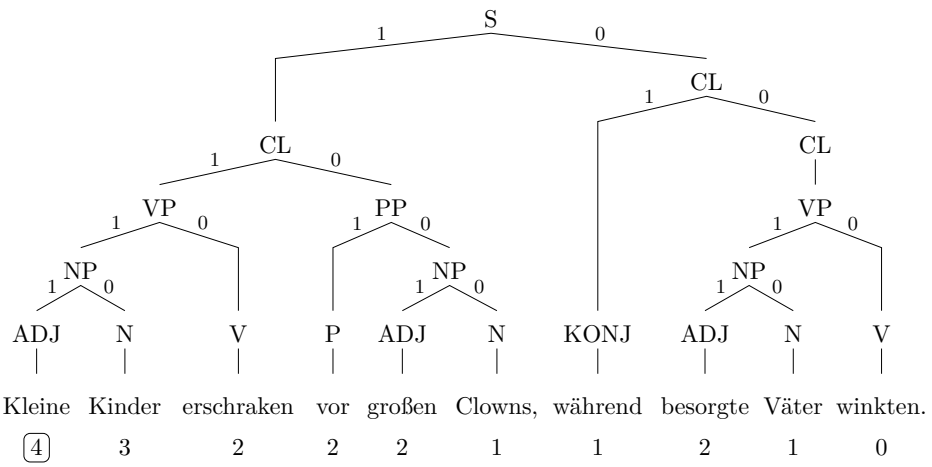
(12) (a) D = 4, Summe YD = 17



(b) D = 3, Summe YD = 17



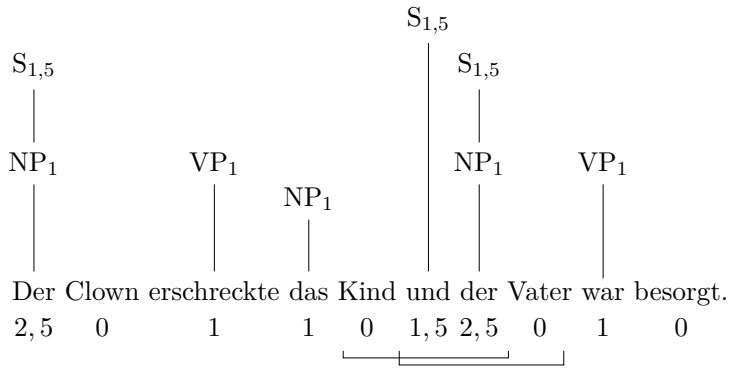
(c) D = 4, Summe YD = 18



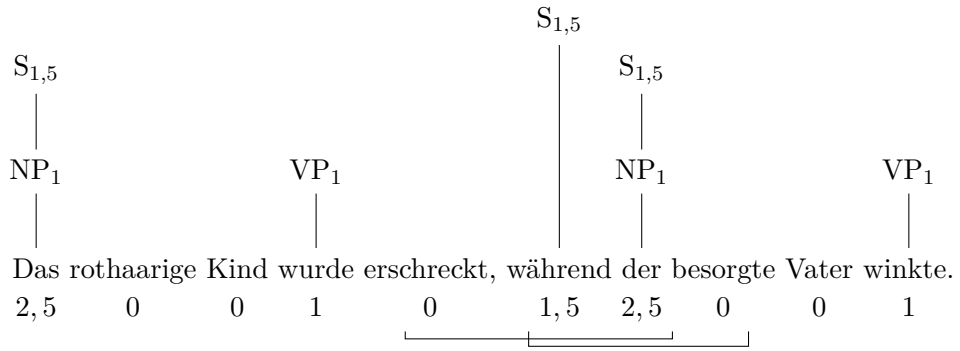
2. Beispiele zum Frazier Node Count

Komplexitätsanalysen zu den Beispielsätzen (12) auf S. 85 mittels des Yngve Depth-Maßes als Ergänzung zu den Komplexitätsanalysen in Kapitel 2.2.2.1 (S. 106).

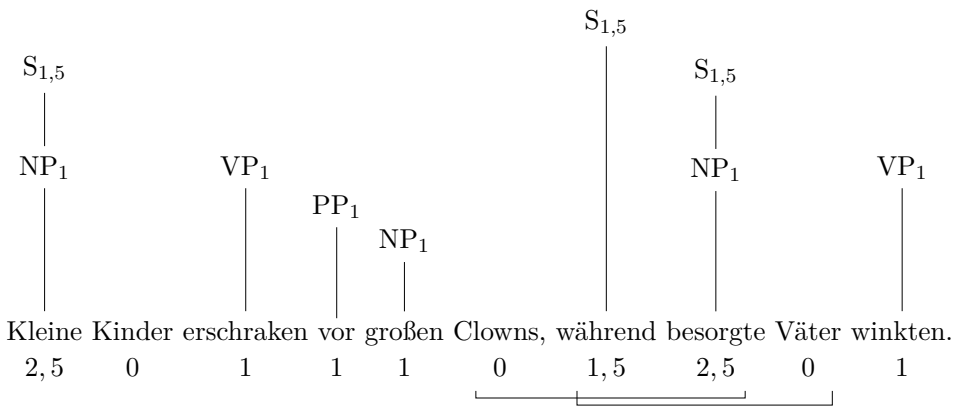
(a) FNC = 4, Summe FNC = 9,5



(b) FNC = 4, Summe FNC = 8,5



(c) FNC = 4, Summe FNC = 10,5



3. Die Developmental Level - Skala (original und überarbeitet)

Die ursprüngliche DL - Skala aus Rosenberg und Abbeduto (1987: 26) zu Komplexitätsmaßen aus dem Bereich des Spracherwerbs (Kapitel 2.2.2.2):

Level 1. Embedded infinitival complement with subject identical to that of the matrix clause (e.g., *Try to brush her hair*, *The doctor prepared to examine the boy*, *I am going to meet John*).

Level 2. *wh*-infinitive clause (e.g., *Remember where it is?*); sentence conjoined with a coordinating conjunction (e.g., I brought candy and Peter cleaned up); compound sentence (e.g., *John and Mary left early*).

Level 3. Object noun phrase relative clause (e.g., *The man scolded the boy who stole the bicycle*); object noun phrase complement (e.g., *John knew that Mary was angry*).

Level 4. Gerundive complement (e.g., *I felt like turning it*); comparative (e.g., *John is older than Mary*).

Level 5. Subject noun phrase relative clause (e.g., *The man who cleans the rooms left early today*); subject noun phrase complement (e.g., *For John to have left Mary was surprising*); nominalization (e.g., *John's refusal of the drink angered Mary*).

Level 6. Two sentences conjoined with a subordinating conjunction such as *if*, *because*, *before*, *so* (e.g., *They will play today, if it does not rain*).

Level 7. More than one use of sentence combining in a given sentence (e.g., *John decided to leave Mary when he heard that she was seeing Mark*).

„The revised D-Level Scale“ aus Covington et al. (2006: 11):

Level 0 simple sentence

Level 1 non - finite clause as object without overt subject

Level 2 coordinated structure

Level 3 finite clause as object (and equivalents)

Level 4 non - finite clause as object with overt subject (and equivalents)

Level 5 finite or non - finite adjunct clause

Level 6 complex subject

Level 7 more than one structure of Level 1-6

B. KMG - Studie: Komplexitätsanalysen am Beispiel eines Blogs von P - 4-084

1. Mean Length of Utterance in Wörtern und Morphemen (MLUw/ MLUm)

Vollständig mittels MLUw/ MLUm analysierter letzter Blog von P - 4-084 als Beispiel für die Komplexitätsanalysen der KMG - Studie aus Kapitel III Abschnitt 4.3.1.

(1) Sehr Dame · n und Herr · en des Nach · sorg · e · team · s, auch wenn genau jetzt mein · e arbeit · s · reich · est · en Monat · e statt · find · en, hab · e ich es immer geschaf · t, wenig · e als noch im Vor · jahr zu arbeit · en und auch Ihn · en jed · en Dienstag zu schreib · en.

(*Wörter*: 33, *Morpheme*: 55)

(2) Es war immer interres · ant Ihr · en Koment · ar zu les · en und für mich er · freu · lich, dass sie mir oft zu · ge · stimm · t hab · en.

(*Wörter*: 18, *Morpheme*: 28)

(3) Gerne hab · e ich auch Ihr · e Ge · danke · n · an · stöß · e wahr · genomm · en wenn Sie ein · e ander · e An · sicht als ich hatt · e · n.

(*Wörter*: 15, *Morpheme*: 29)

(4) Diers · e hab · e ich dann sehr selb · st · krit · isch für mich analys · ier · t.

(*Wörter*: 9, *Morpheme*: 16)

(5) Ich hoff · e, dass auch Ihn · en und Ihr · en Kollege · n dies · e Projekt · arbeit etwas ge · - bracht hat.

(*Wörter*: 13, *Morpheme*: 20)

(6) Jetzt möcht · e ich mich noch bei Ihn · en und Ihr · en Team für Ihr · e Arbeit be · dank · en.

(*Wörter*: 14, *Morpheme*: 20)

Das ergibt gemittelt über alle 6 Sätze eine **MLUw von 17** und eine **MLUm von 28**.

2. Directional Complexity (DC)

Vollständig mittels DC analysierter letzter Blog von P - 4-084 als Beispiel für die Komplexitätsanalysen der KMG - Studie aus Kapitel III Abschnitt 4.3.2.

(1) Sehr Damen und Herren $_{[\text{IDIOM} \to 1]}$ des Nachsorgeteams $_{[\text{POSS} \to 1]}$, auch wenn $_{[\text{SUB} \to 2]}$ genau jetzt $_{[\text{ADV} \to 1]}$ meine $_{[\text{POSS} \to 1]}$ arbeitsreichesten $_{[\text{ADJ} \to 1]}$ Monate stattfinden, habe ich es immer $_{[\text{ADV} \to 1]}$ geschaft, wenige als $_{[\text{VGL} \to 2]}$ noch im Vorjahr $_{[\text{ADV} \to 1]}$ zu arbeiten $_{[\text{INF} \to 1]}$ und auch Ihnen jeden Dienstag $_{[\text{ADV} \to 1]}$ zu schreiben $_{[\text{INF} \to 1]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 14)

(2) Es war immer interresant Ihren $_{[\text{POSS} \to 1]}$ Komentar zu lesen $_{[\text{INF} \to 1]}$ und für mich erfreulich $_{[\text{LEX-H} \to 1]}$, dass $_{[\text{SUB} \to 2]}$ sie mir oft $_{[\text{ADV} \to 1]}$ zugestimmt haben.

(*Summe der DC - Werte*: 6)

(3) Gerne $_{[\text{ADV} \to 1]}$ habe ich auch Ihre $_{[\text{POSS} \to 1]}$ Gedankenanstöße wahrgenommen wenn $_{[\text{SUB} \to 2]}$ Sie eine andere $_{[\text{ADJ} \to 1]}$ Ansicht als ich $_{[\text{VGL} \to 2]}$ hatten.

(*Summe der DC - Werte*: 7)

(4) Dierse habe ich dann $_{[\text{ADV} \to 1]}$ sehr selbstkritisch $_{[\text{ADV} \to 1]}$ für mich analysiert.

(*Summe der DC - Werte*: 2)

(5) Ich hoffe, dass $_{[\text{SUB} \to 2]}$ auch Ihnen und Ihren $_{[\text{POSS} \to 1]}$ Kollegen $_{[\text{LEX-H} \to 1]}$ diese Projektarbeit etwas gebracht hat.

(*Summe der DC - Werte*: 4)

(6) Jetzt $_{[\text{ADV} \to 1]}$ möchte $_{[\text{MOD} \to 1]}$ ich mich noch bei Ihnen und Ihren $_{[\text{POSS} \to 1]}$ Team $_{[\text{LEX-H} \to 1]}$ für Ihre $_{[\text{POSS} \to 1]}$ Arbeit bedanken.

(*Summe der DC - Werte*: 5)

Das ergibt gemittelt über alle 6 Sätze eine **DC von 6,33**.

Abkürzungen:
ADJ = Adjektiv, ADV = adverbiale Bestimmung, IDIOM = idiomatischer Ausdruck, INF = Infinitiv, LEX-H = lexikalische Hinzufügung, MOD = Modalverb, POSS = Possessivum, SUB = subordinierter Satz, VGL = Vergleich

3. Ideendichte (ID)

Vollständig mittels ID analysierter letzter Blog von P - 4-084 als Beispiel für die Komplexitätsanalysen der KMG - Studie aus Kapitel III Abschnitt 4.3.3.

(1) Sehr Damen und Herren[PRÄD 1] des Nachsorgeteams[MODI 2], auch wenn[KONN 3] genau[MODI 4] jetzt[MODI 5] meine arbeitsreichesten[MODI 6] Monate stattfinden[PRÄD 7], habe ich es immer[MODI 8] geschaft[PRÄD 9], wenige[MODI 10] als noch im Vorjahr[MODI 11] zu arbeiten[PRÄD 12] und auch[MODI 13] Ihnen jeden[MODI 14] Dienstag[MODI 15] zu schreiben[PRÄD 16].

(*Ideen*: 16, *Wörter*: 33, *ID*: 4,85)

(2) Es war immer[MODI 1] interresant[PRÄD 2] Ihren Komentar zu lesen[PRÄD 3] und für mich[MODI 4] erfreulich[PRÄD 5], dass[KONN 6] sie mir oft[MODI 7] zugestimmt[PRÄD 8] haben.

(*Ideen*: 8, *Wörter*: 18, *ID*: 4,44)

(3) Gerne[MODI 1] habe ich auch[MODI 2] Ihre Gedankenanstöße wahrgenommen[PRÄD 3] wenn[KONN 4] Sie eine andere[MODI 5] Ansicht als ich[MODI 6] hatten[PRÄD 7].

(*Ideen*: 7, *Wörter*: 15, *ID*: 4,67)

(4) Dierse habe ich dann[MODI 1] sehr[MODI 2] selbstkritisch[MODI 3] für mich[MODI 4] analysiert[PRÄD 5].

(*Ideen*: 5, *Wörter*: 9, *ID*: 5,56)

(5) Ich hoffe[MODI 1], dass auch[MODI 2] Ihnen[PRÄD 3] und Ihren Kollegen[PRÄD 4] diese Projektarbeit etwas gebracht[PRÄD 5] hat.

(*Ideen*: 5, *Wörter*: 13, *ID*: 3,85)

(6) Jetzt[MODI 1] möchte ich mich noch[MODI 2] bei Ihnen[MODI 3] und Ihren Team[MODI 4] für Ihre Arbeit[MODI 5] bedanken[PRÄD 6].

(*Ideen*: 6, *Wörter*: 14, *ID*: 4,29)

Das ergibt für alle 6 Sätze eine Summe von 47 Ideen und eine **ID von 4,61 pro 10 Wörter**.

Abkürzungen:
KONN = Konnektion, MODI = Modifikation, PRÄD = Prädikation; einzelne Ideen durchnummeriert

C. Komplexitätsanalysen am Beispiel der Erzählung von P - 30

1. Mean Length of Utterance in Wörtern und Morphemen (MLUw/ MLUm)

Vollständig mittels MLU analysierte Erzählung eines Probanden aus der Alpha - Studie als Beispiel für die Komplexitätsanalysen aus Kapitel V Abschnitt 3.3.2.

(1) Ok, also, ich hab · e Anfang des Jahr · es ein · e läng · er · e Reise unter · nomm · en, nach Australien als Backpacker · in.

(*Wörter*: 15, *Morpheme*: 23)

(2) Geplan · t war · en 3 Monat · e.

(*Wörter*: 4, *Morpheme*: 7)

(3) Das hab ich gemach · t, weil ich damal · s ein · en Freund hatt · e, der mich un · gern zieh · en ließ.

(*Wörter*: 15, *Morpheme*: 21)

(4) Des · wegen hab · en wir uns auf 3 Monat · e geeinig · t und nicht läng · er.

(*Wörter*: 11, *Morpheme*: 16)

(5) Und in der Zeit hab ich die Ost · küste be · reis · t.

(*Wörter*: 9, *Morpheme*: 12)

(6) Und ein · mal war ich auf ein · er Insel an der Ost · küste und dort hab · e ich jemand · en kenn · en · gelern · t.

(*Wörter*: 16, *Morpheme*: 24)

(7) Und anfang · s hat er mir gar nicht · s bedeut · et und.

(*Wörter*: 9, *Morpheme*: 12)

(8) Und wir hatt · en halt immer wieder Kontakt gehab · t.

(*Wörter*: 8, *Morpheme*: 10)

(9) Dann genau, war es so, wir hatt · en nur wenig · e Tag · e auf der Insel und spät · er – wenig · e Tag · e spät · er – war er mit sein · em Freund genau an dem selb · en Ort wie mein · e Freund · in und ich.

(*Wörter*: 33, *Morpheme*: 44)

(10) Und das hatt · e ich eigentlich so nicht un · be · ding · t gewuss · t und bin ihn · en abend · s zufäll · ig über den Weg gelauf · en.

(*Wörter*: 18, *Morpheme*: 27)

(11) Und dann hab ich noch mal versuch · t, Kontakt zu ihm auf · zu · nehm · en.

(*Wörter*: 11, *Morpheme*: 15)

(12) Und ich weiß auch nicht warum, aber irgend · wie hat ein · e inner · e Stimme mir gesag · t, dass ich das mach · en soll.

(*Wörter*: 19, *Morpheme*: 24)

(13) Dass ich, auch wenn ich wusst · e, ich hab ein · en Freund, aber irgend · wie dacht · e ich, ich muss ihn halt seh · en, ich muss ihn wieder · seh · en.

(*Wörter*: 23, *Morpheme*: 30)

(14) Und wir war · en ja, wie gesag · t, am selb · en Ort, von da · her war es dann auch ganz einfach sich dort zu treff · en.

(*Wörter*: 21, *Morpheme*: 26)

(15) Und paar Tag · e spät · er ist der dann ab · gereis · t.

(*Wörter*: 8, *Morpheme*: 12)

(16) Mein · e Freund · in und ich woll · t · en die Ost · küste weit · er hoch und er und sein Freund woll · t · en nach unten.

(*Wörter*: 17, *Morpheme*: 25)

(17) Und so hatt · en wir dann eben uns ver · abschied · et.

(*Wörter*: 8, *Morpheme*: 11)

(18) Und da war ich mir eigentlich von dem Moment an ziemlich sicher, dass wir uns gar nicht wieder · seh · en werd · en und hatt · e da · mit auch ziemlich zu kämpf · en gehab · t.

(*Wörter*: 27, *Morpheme*: 34)

(19) Und wir hatt · en dann während der ganz · en Zeit, in der ich noch in Australien war, Kontakt gehab · t, bis er dann auch wieder zurück in sein · e Heimat ist.

(*Wörter*: 27, *Morpheme*: 31)

(20) Und dann hab ich halt versuch · t, ihn in der Zeit irgend · wie zu vergess · en, was aber nicht funktion · ier · t hat.

(*Wörter*: 18, *Morpheme*: 23)

(21) Ich hab mir viel Gedank · en gemach · t wegen mein · er Beziehung zu mein · en damal · ig · en Freund und hatt · e dann auf ein · mal gedach · t, ich muss es dem Ander · en jetzt einfach sag · en, wie mein · e Gefühl · e für ihn sind, in der Hoff · nung, dass er vielleicht positiv da · rauf reag · ier · t und dass mir die Entscheid · ung, mich von mein · em Freund zu trenn · en, noch leicht · er fäll · t.

(*Wörter*: 56, *Morpheme*: 78)

(22) Weil ich auch schon vor · her Zweifel an der Beziehung hatt · e, aber das war eben das, was noch da · zu · kam.

(*Wörter*: 18, *Morpheme*: 22)

(23) Und ich dacht · e, wenn der Ander · e positiv reag · ier · en würd · e, dann könnt · e ich mich vielleicht leicht · er trenn · en.

(*Wörter*: 16, *Morpheme*: 24)

(24) Und so war es dann auch.

(*Wörter*: 6, *Morpheme*: 6)

(25) Dann hab · en wir viel mit · einander geschrieb · en und telefon · ier · t.

(*Wörter*: 8, *Morpheme*: 13)

(26) Ich war noch in Australien und mir war dann ein · e Zeit lang klar, dass ich mich von mein · em Freund trenn · en müsst · e.

(*Wörter*: 21, *Morpheme*: 25)

(27) Und so wie ich zurück bin, hab ich das auch gemach · t, also am nächst · en Tag.

(*Wörter*: 15, *Morpheme*: 17)

(28) Was für ihn natür · lich ein Schock war, weil er es nicht geahn · t hatt · e.

(*Wörter*: 13, *Morpheme*: 16)

(29) Und auch da in der Zeit war ich mir nicht sicher, ob ich den Ander · en wieder · seh · en würd · e.

(*Wörter*: 17, *Morpheme*: 21)

(30) Das Ding ist halt, das muss man da · zu sag · en, er ist aus der Schweiz.

(*Wörter*: 14, *Morpheme*: 16)

(31) Und mein · e Eltern, als sie da · von erfahr · en hab · en, hatt · en sie berecht · igt · er · weise gesag · t, dass es eben sehr weit weg ist und dass das be · stimm · t nicht einfach wär · e mit ein · er Fern · bezieh · ung.

(*Wörter*: 29, *Morpheme*: 44)

(32) Und dann hab ich aber irgend · wie, auch wenn ich mehr so ein Vernunft · mensch bin und eher das tu, was ich für richtig halt · e, oder was vom– vom Kopf her irgend · wie, was– was mir mein Kopf sag · t, das richtig wär · e, aber irgend · wie hab ich da mehr so auf mein Herz gehör · t und hab mich mit ihm getroff · en.

(*Wörter*: 56, *Morpheme*: 65)

(33) Und dann sind wir tatsäch · lich auch zusammen gekomm · en, eine Zeit da · nach.

(*Wörter*: 11, *Morpheme*: 14)

(34) Das war für mich eben ein un · erwart · et · es Ereig · nis, weil ich überhaupt als wir uns kenn · en · gelern · t hab · en, da hab ich eigentlich gar kein Interesse an ihm gehab · t.

(*Wörter*: 26, *Morpheme*: 35)

(35) Spät · er hab ich mich sehr viel interess · ier · t, war mir aber ziemlich sicher, dass wir kein · e Zukunft mit · einander hätt · en, da die Umständ · e schwier · ig war · en.

(*Wörter*: 23, *Morpheme*: 32)

(36) Ich war in ein · er fest · en, lang · jähr · ig · en Bezieh · ung.

(*Wörter*: 7, *Morpheme*: 13)

(37) Und außerdem war die Ent · fern · ung auch groß.

(*Wörter*: 7, *Morpheme*: 9)

(38) Und jetzt sind wir aber zusammen und das war einfach nicht das, womit ich gerechne · t hab · e, wenn ich nach Australien geh.

(*Wörter*: 21, *Morpheme*: 23)

(39) Ich woll · t · e eigentlich da eben, ja, ein · e schön · e Zeit ver · bring · en und das hatt ich auch, aber ich hätt · e halt nie gedach · t, dass sich da · durch mein Leben so ver · änder · n würd · e, weil wie ich mich dann von mein · em Ex getrenn · t hab, musst · e ich natür · lich aus der gemeinsam · en Wohn · ung raus und ich musst · e mich überhaupt–

(*Wörter*: 52, *Morpheme*: 71)

(40) Ich musst · e zu · rück zu mein · en Eltern.

(*Wörter*: 6, *Morpheme*: 9)

(41) Ich musst · e mich einfach wieder ziemlich neu ein · richt · en.

(*Wörter*: 8, *Morpheme*: 11)

(42) Und das, ja, kam un · erwart · et, weil ich ja eigentlich mit mein · em Ex schon läng · er · - frist · ig mal geplan · t hatt · e und die Zukunft für mich auch bisschen ander · s aus · sah, so wie ich mir das vor · gestell · t hatt · e, wie es lauf · en würd · e.

(*Wörter*: 37, *Morpheme*: 52)

(43) Und dass ich aus · gerech · net am Ende · n– am ander · en Ende der Welt halt jemand andre · s find · en würd · e, das ja– da · mit hab ich halt nicht gerech · net.

(*Wörter*: 24, *Morpheme*: 33)

Das ergibt gemittelt über alle 43 Äußerungen eine **MLUw von 18,79** und eine **MLUm von 25,02**.

2. Directional Complexity (DC)

Vollständig mittels DC analysierte Erzählung eines Probanden aus der Alpha - Studie als Beispiel für die Komplexitätsanalysen aus Kapitel V Abschnitt 3.3.2.

(1) Ok, also, ich habe Anfang des Jahres $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ eine längere $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Reise unternommen, nach Australien $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ als Backpackerin.

(*Summe der DC - Werte*: 3)

(2) Geplant waren 3 Monate.

(*Summe der DC - Werte*: 0)

(3) Das hab ich gemacht, weil $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich damals $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ einen Freund hatte, der $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ mich ungern $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ ziehen ließ $_{[\text{IDIOM} \rightarrow 1]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 7)

(4) Deswegen $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ haben wir uns auf 3 Monate geeinigt und nicht $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ länger $_{[\text{VGL} \rightarrow 2]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 5)

(5) Und in der Zeit $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ hab ich die Ostküste bereist.

(*Summe der DC - Werte*: 1)

(6) Und einmal $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ war ich auf einer Insel an der Ostküste $_{[\text{PP} \rightarrow 1]}$ und dort $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ habe ich jemanden kennengelernt.

(*Summe der DC - Werte*: 3)

(7) Und anfangs $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ hat er mir $_{[\text{IO} \rightarrow 1]}$ gar nichts $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ bedeutet und.

(*Summe der DC - Werte*: 3)

(8) Und wir hatten halt immer wieder $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ Kontakt gehabt.

(*Summe der DC - Werte*: 1)

(9) Dann $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ genau, war es so, wir hatten nur wenige $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Tage auf der Insel $_{[\text{PP} \rightarrow 1]}$ und später $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ – wenige $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Tage später $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ – war er mit seinem $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Freund genau $_{[\text{PRÄDET} \rightarrow 1]}$ an dem selben $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Ort wie $_{[\text{VGL} \rightarrow 2]}$ meine $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Freundin und ich $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 13)

(10) Und das hatte ich eigentlich $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ so nicht $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ unbedingt $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ gewusst und bin $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$ ihnen abends $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ zufällig $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ über den Weg gelaufen $_{[\text{IDIOM} \rightarrow 1]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 7)

(11) Und dann $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ hab ich noch mal $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ versucht, Kontakt zu ihm aufzunehmen $_{[\text{INF} \rightarrow 1]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 4)

(12) Und ich weiß auch nicht $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ warum, aber $_{[\text{KOORD} \rightarrow 1]}$ irgendwie $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ hat eine innere $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Stimme mir $_{[\text{IO} \rightarrow 1]}$ gesagt, dass $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich das machen soll $_{[\text{MOD} \rightarrow 1]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 8)

(13) Dass ich, auch wenn $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich wusste, ich hab einen Freund, aber $_{[\text{KOORD} \rightarrow 1]}$ irgendwie $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ dachte ich, ich muss $_{[\text{MOD} \rightarrow 1]}$ ihn halt sehen, ich muss $_{[\text{MOD} \rightarrow 1]}$ ihn wiedersehen.

(*Summe der DC - Werte*: 6)

(14) Und wir waren ja, wie gesagt $_{[\text{APPOS} \rightarrow 2]}$, am selben $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Ort, von daher $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ war es dann $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ auch ganz einfach sich dort $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ zu treffen $_{[\text{INF} \rightarrow 1]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 8)

(15) Und paar Tage später $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ ist der dann $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ abgereist.

(*Summe der DC - Werte*: 2)

(16) Meine $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Freundin und ich $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$ wollten die Ostküste weiter $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ hoch und er und sein $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Freund $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$ wollten nach unten.

(*Summe der DC - Werte*: 5)

(17) Und so $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ hatten wir dann $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ eben uns verabschiedet.

(*Summe der DC - Werte*: 3)

(18) Und da $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ war ich mir eigentlich $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ von dem Moment an $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ ziemlich $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ sicher, dass $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ wir uns gar nicht $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ wiedersehen werden und hatte $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$ damit auch ziemlich $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ zu kämpfen $_{[\text{INF} \rightarrow 1]}$ gehabt.

(*Summe der DC - Werte*: 11)

(19) Und wir hatten dann während der ganzen $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Zeit $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$, in der $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich noch in Australien war, Kontakt gehabt, bis $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ er dann $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ auch wieder $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ zurück in seine $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Heimat $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ ist.

(*Summe der DC - Werte*: 10)

(20) Und dann $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ hab ich halt versucht, ihn in der Zeit $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ irgendwie $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ zu vergessen $_{[\text{INF} \rightarrow 1]}$, was $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ aber $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ nicht $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ funktioniert hat.

(*Summe der DC - Werte*: 10)

(21) Ich hab mir $_{[\text{IO} \rightarrow 1]}$ viel $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ Gedanken gemacht wegen meiner $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Beziehung zu meinen $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ damaligen $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Freund $_{[\text{PP} \rightarrow 1]}$ und hatte $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$ dann auf

einmal $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ gedacht, ich muss $_{[\text{MOD} \rightarrow 1]}$ es dem Anderen $_{[\text{IO} \rightarrow 1]}$ jetzt $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ einfach $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ sagen, wie $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ meine $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Gefühle für ihn $_{[\text{PP} \rightarrow 1]}$ sind, in der Hoffnung $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$, dass $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ er vielleicht $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ positiv $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ darauf reagiert und dass $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$ mir die Entscheidung, mich von meinem $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Freund zu trennen $_{[\text{INF} \rightarrow 1]}$, noch leichter fällt $_{[\text{IDIOM} \rightarrow 1]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 25)

(22) Weil ich auch schon vorher $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ Zweifel an der Beziehung $_{[\text{PP} \rightarrow 1]}$ hatte, aber $_{[\text{KOORD} \rightarrow 1]}$ das war eben das, was $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ noch dazukam.

(*Summe der DC - Werte*: 5)

(23) Und ich dachte, wenn $_{[\text{KONJ-KONJ} \rightarrow 2]}$ der Andere positiv $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ reagieren würde, dann könnte $_{[\text{MOD} \rightarrow 1]}$ ich mich vielleicht $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ leichter $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ trennen.

(*Summe der DC - Werte*: 6)

(24) Und so war es dann $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ auch.

(*Summe der DC - Werte*: 1)

(25) Dann $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ haben wir viel $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ miteinander geschrieben und telefoniert $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 3)

(26) Ich war noch in Australien und mir war dann eine Zeit lang $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ klar, dass $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich mich von meinem $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Freund trennen müsste $_{[\text{MOD} \rightarrow 1]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 5)

(27) Und so wie $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich zurück bin, hab ich das auch gemacht, also $_{[\text{APPOS} \rightarrow 2]}$ am nächsten $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Tag $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 6)

(28) Was für ihn natürlich $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ ein Schock war, weil $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ er es nicht $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ geahnt hatte.

(*Summe der DC - Werte*: 4)

(29) Und auch da $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ in der Zeit $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ war ich mir nicht $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ sicher, ob $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich den Anderen wiedersehen würde.

(*Summe der DC - Werte*: 5)

(30) Das Ding ist halt $_{[\text{ABSOLUT} \rightarrow 3]}$, das muss $_{[\text{MOD} \rightarrow 1]}$ man dazu sagen $_{[\text{APPOS} \rightarrow 2]}$, er ist aus der Schweiz.

(*Summe der DC - Werte*: 6)

(31) Und meine $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Eltern $_{[\text{APPOS} \rightarrow 2]}$, als $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ sie davon erfahren haben, hatten sie berechtigterweise $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ gesagt, dass $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ es eben sehr weit $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ weg

ist und dass $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$ das bestimmt $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ nicht $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ einfach wäre mit einer Fernbeziehung.

(*Summe der DC - Werte*: 12)

(32) Und dann $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ hab ich aber $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ irgendwie $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$, auch wenn $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich mehr so $_{[\text{PRÄDET} \rightarrow 1]}$ ein Vernunftmensch bin und eher das tu $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$, was $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich für richtig $_{[\text{IDIOM} \rightarrow 1]}$ halte, oder $_{[\text{KOORD} \rightarrow 1]}$ was $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$ vom– vom Kopf her $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ irgendwie $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$, was– was mir $_{[\text{IO} \rightarrow 1]}$ mein $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Kopf sagt, das richtig wäre, aber $_{[\text{KOORD} \rightarrow 1]}$ irgendwie $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ hab ich da $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ mehr so $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ auf mein $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Herz gehört und hab $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$ mich mit ihm getroffen.

(*Summe der DC - Werte*: 24)

(33) Und dann $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ sind wir tatsächlich $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ auch zusammen gekommen, eine Zeit danach.

(*Summe der DC - Werte*: 3)

(34) Das war für mich eben ein unerwartetes $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Ereignis, weil $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich überhaupt $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ als $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ wir uns kennengelernt haben, da $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ hab ich eigentlich $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ gar kein $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ Interesse an ihm $_{[\text{PP} \rightarrow 1]}$ gehabt.

(*Summe der DC - Werte*: 11)

(35) Später $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ hab ich mich sehr viel $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ interessiert, war $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$ mir aber $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ ziemlich $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ sicher, dass $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ wir keine $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ Zukunft miteinander hätten, da $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ die Umstände schwierig waren.

(*Summe der DC - Werte*: 11)

(36) Ich war in einer festen $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$, langjährigen $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Beziehung.

(*Summe der DC - Werte*: 2)

(37) Und außerdem $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ war die Entfernung auch groß.

(*Summe der DC - Werte*: 2)

(38) Und jetzt $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ sind wir aber $_{[\text{KONJ-ADV} \rightarrow 2]}$ zusammen und das war einfach nicht $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ das, womit $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich gerechnet habe, wenn $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich nach Australien $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ geh.

(*Summe der DC - Werte*: 9)

(39) Ich wollte $_{[\text{MOD} \rightarrow 1]}$ eigentlich da $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ eben, ja, eine schöne $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Zeit verbringen und das hatt ich auch, aber $_{[\text{KOORD} \rightarrow 1]}$ ich hätte halt nie $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ gedacht, dass $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ sich dadurch mein $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Leben so verändern würde, weil $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ wie $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich mich dann $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ von meinem $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Ex getrennt hab, musste $_{[\text{MOD} \rightarrow 1]}$ ich natürlich $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ aus der gemeinsamen $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Wohnung $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ raus und ich musste $_{[\text{MOD} \rightarrow 1]}$ mich überhaupt $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ –

(*Summe der DC - Werte*: 20)

(40) Ich musste $_{[\text{MOD} \rightarrow 1]}$ zurück zu meinen $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Eltern $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$.

(*Summe der DC - Werte*: 3)

(41) Ich musste mich einfach $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ wieder $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ ziemlich $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ neu $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ einrichten.

(*Summe der DC - Werte*: 4)

(42) Und das, ja, kam unerwartet, weil $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich ja eigentlich $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ mit meinem $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ Ex schon längerfristig $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ mal $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ geplant hatte und die Zukunft für mich $_{[\text{PP} \rightarrow 1]}$ auch bisschen $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ anders aussah $_{[\text{LEX-H} \rightarrow 1]}$, so $_{[\text{VGL} \rightarrow 2]}$ wie $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ ich mir das vorgestellt hatte, wie $_{[\text{SUB} \rightarrow 2]}$ es laufen würde.

(*Summe der DC - Werte*: 15)

(43) Und dass ich ausgerechnet $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ am Enden $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$– am anderen $_{[\text{ADJ} \rightarrow 1]}$ Ende $_{[\text{ADV} \rightarrow 1]}$ der Welt $_{[\text{POSS} \rightarrow 1]}$ halt jemand andres finden würde, das ja– damit hab ich halt nicht $_{[\text{NEG} \rightarrow 1]}$ gerechnet.

(*Summe der DC - Werte*: 6)

Das ergibt gemittelt über alle 43 Äußerungen eine **DC von 6,93**.

Abkürzungen:
ABSOLUT = absolute Ergänzung, ADJ = Adjektiv, ADV = adverbiale Bestimmung, APPOS = Apposition, IDIOM = idiomatischer Ausdruck, INF = Infinitiv, IO = bei S V IO O, KONJ-ADV = Konjunktionaladverb, KONJ-KONJ = gepaarte Konjunktion, KOORD = Koordination, LEX-H = lexikalische Hinzufügung, MOD = Modalverb, NEG = Negation, POSS = Possessivum, PP = Präpositionalphrase zu Nomen, PRÄDET = Prädeterminierer, SUB = subordinierter Satz, VGL = Vergleich

3. Ideendichte (ID)

Vollständig mittels ID analysierte Erzählung eines Probanden aus der Alpha - Studie als Beispiel für die Komplexitätsanalysen aus Kapitel V Abschnitt 3.3.2.

(1) Ok, also, ich habe Anfang$_{[\text{MODI 1}]}$ des Jahres$_{[\text{MODI 2}]}$ eine längere$_{[\text{MODI 3}]}$ Reise unternommen$_{[\text{PRÄD 4}]}$, nach Australien$_{[\text{MODI 5}]}$ als Backpackerin$_{[\text{MODI 6}]}$.
(*Ideen*: 6, *Wörter*: 15, *ID*: 4)

(2) Geplant$_{[\text{PRÄD 1}]}$ waren 3$_{[\text{MODI 2}]}$ Monate.
(*Ideen*: 2, *Wörter*: 4, *ID*: 5)

(3) Das hab ich gemacht$_{[\text{PRÄD 1}]}$, weil$_{[\text{KONN 2}]}$ ich damals$_{[\text{MODI 3}]}$ einen Freund hatte$_{[\text{PRÄD 4}]}$, der$_{[\text{KONN 5}]}$ mich ungern$_{[\text{MODI 6}]}$ ziehen ließ$_{[\text{PRÄD 7}]}$.
(*Ideen*: 7, *Wörter*: 15, *ID*: 4,67)

(4) Deswegen$_{[\text{MODI 1}]}$ haben wir uns auf 3$_{[\text{MODI 2}]}$ Monate$_{[\text{MODI 3}]}$ geeinigt$_{[\text{PRÄD 4}]}$ und nicht$_{[\text{MODI 5}]}$ länger$_{[\text{MODI 6}]}$.
(*Ideen*: 6, *Wörter*: 11, *ID*: 5,46)

(5) Und in der Zeit$_{[\text{MODI 1}]}$ hab ich die Ostküste bereist$_{[\text{PRÄD 2}]}$.
(*Ideen*: 2, *Wörter*: 9, *ID*: 2,22)

(6) Und einmal$_{[\text{MODI 1}]}$ war$_{[\text{PRÄD 2}]}$ ich auf einer Insel an der Ostküste$_{[\text{MODI 3}]}$ und dort$_{[\text{MODI 4}]}$ habe ich jemanden kennengelernt$_{[\text{PRÄD 5}]}$.
(*Ideen*: 5, *Wörter*: 16, *ID*: 3,13)

(7) Und anfangs$_{[\text{MODI 1}]}$ hat er mir$_{[\text{PRÄD 2}]}$ gar nichts$_{[\text{MODI 3}]}$ bedeutet$_{[\text{PRÄD 4}]}$ und.
(*Ideen*: 4, *Wörter*: 9, *ID*: 4,44)

(8) Und wir hatten halt immer$_{[\text{MODI 1}]}$ wieder$_{[\text{MODI 2}]}$ Kontakt gehabt$_{[\text{PRÄD 3}]}$.
(*Ideen*: 3, *Wörter*: 8, *ID*: 3,75)

(9) Dann$_{[\text{MODI 1}]}$ genau, war$_{[\text{PRÄD 2}]}$ es so, wir hatten$_{[\text{PRÄD 3}]}$ nur wenige$_{[\text{MODI 4}]}$ Tage auf der Insel$_{[\text{MODI 5}]}$ und später$_{[\text{MODI 6}]}$ – wenige$_{[\text{MODI 7}]}$ Tage später – war$_{[\text{PRÄD 8}]}$ er mit seinem Freund$_{[\text{MODI 9}]}$ genau$_{[\text{MODI 10}]}$ an dem selben$_{[\text{MODI 11}]}$ Ort wie$_{[\text{MODI 12}]}$ meine Freundin und ich.
(*Ideen*: 12, *Wörter*: 33, *ID*: 3,64)

(10) Und das hatte ich eigentlich so$_{[\text{MODI 1}]}$ nicht$_{[\text{MODI 2}]}$ unbedingt$_{[\text{MODI 3}]}$ gewusst$_{[\text{PRÄD 4}]}$ und bin ihnen abends$_{[\text{MODI 5}]}$ zufällig$_{[\text{MODI 6}]}$ über den Weg gelaufen$_{[\text{PRÄD 7}]}$.
(*Ideen*: 7, *Wörter*: 18, *ID*: 3,89)

(11) Und dann$_{[\text{KONN 1}]}$ hab ich noch mal$_{[\text{MODI 2}]}$ versucht$_{[\text{PRÄD 3}]}$, Kontakt zu ihm$_{[\text{MODI 4}]}$ aufzunehmen$_{[\text{PRÄD 5}]}$.
(*Ideen*: 5, *Wörter*: 11, *ID*: 4,55)

(12) Und ich weiß$_{[\text{PRÄD 1}]}$ auch nicht$_{[\text{MODI 2}]}$ warum, aber$_{[\text{KONN 3}]}$ irgendwie$_{[\text{MODI 4}]}$ hat eine innere$_{[\text{MODI 5}]}$ Stimme mir$_{[\text{PRÄD 6}]}$ gesagt$_{[\text{PRÄD 7}]}$, dass ich das machen$_{[\text{PRÄD 8}]}$ soll.
(*Ideen*: 8, *Wörter*: 19, *ID*: 4,21)

(13) Dass ich, auch wenn$_{[\text{KONN 1}]}$ ich wusste$_{[\text{PRÄD 2}]}$, ich hab$_{[\text{PRÄD 3}]}$ einen Freund, aber$_{[\text{KONN 4}]}$ irgendwie$_{[\text{MODI 5}]}$ dachte$_{[\text{PRÄD 6}]}$ ich, ich muss ihn halt sehen$_{[\text{PRÄD 7}]}$, ich muss ihn wiedersehen$_{[\text{PRÄD 8}]}$.
(*Ideen*: 8, *Wörter*: 23, *ID*: 3,48)

(14) Und wir waren$_{[\text{PRÄD 1}]}$ ja, wie gesagt$_{[\text{PRÄD 2}]}$, am selben$_{[\text{MODI 3}]}$ Ort, von daher$_{[\text{MODI 4}]}$ war$_{[\text{PRÄD 5}]}$ es dann$_{[\text{MODI 6}]}$ auch ganz$_{[\text{MODI 7}]}$ einfach sich dort$_{[\text{MODI 8}]}$ zu treffen$_{[\text{PRÄD 9}]}$.
(*Ideen*: 9, *Wörter*: 21, *ID*: 4,29)

(15) Und paar$_{[\text{MODI 1}]}$ Tage später$_{[\text{MODI 2}]}$ ist der dann$_{[\text{MODI 3}]}$ abgereist$_{[\text{PRÄD 4}]}$.
(*Ideen*: 4, *Wörter*: 8, *ID*: 5)

(16) Meine Freundin und ich$_{[\text{MODI 1}]}$ wollten$_{[\text{PRÄD 2}]}$ die Ostküste weiter$_{[\text{MODI 3}]}$ hoch und er und sein Freund$_{[\text{MODI 4}]}$ wollten$_{[\text{PRÄD 5}]}$ nach unten.
(*Ideen*: 5, *Wörter*: 17, *ID*: 2,94)

(17) Und so$_{[\text{MODI 1}]}$ hatten wir dann$_{[\text{MODI 2}]}$ eben uns verabschiedet$_{[\text{PRÄD 3}]}$.
(*Ideen*: 3, *Wörter*: 8, *ID*: 3,75)

(18) Und da$_{[\text{MODI 1}]}$ war$_{[\text{PRÄD 2}]}$ ich mir eigentlich von dem Moment an$_{[\text{MODI 3}]}$ ziemlich$_{[\text{MODI 4}]}$ sicher, dass$_{[\text{KONN 5}]}$ wir uns gar nicht$_{[\text{MODI 6}]}$ wiedersehen$_{[\text{PRÄD 7}]}$ werden und hatte damit auch ziemlich$_{[\text{MODI 8}]}$ zu kämpfen$_{[\text{PRÄD 9}]}$ gehabt.
(*Ideen*: 9, *Wörter*: 27, *ID*: 3,33)

(19) Und wir hatten dann$_{[\text{MODI 1}]}$ während der ganzen$_{[\text{MODI 2}]}$ Zeit$_{[\text{MODI 3}]}$, in der$_{[\text{KONN 4}]}$ ich noch$_{[\text{MODI 5}]}$ in Australien war$_{[\text{PRÄD 6}]}$, Kontakt gehabt$_{[\text{PRÄD 7}]}$, bis$_{[\text{KONN 8}]}$ er dann$_{[\text{MODI 9}]}$ auch wieder$_{[\text{MODI 10}]}$ zurück in seine Heimat$_{[\text{MODI 11}]}$ ist$_{[\text{PRÄD 12}]}$.
(*Ideen*: 12, *Wörter*: 27, *ID*: 4,44)

(20) Und dann$_{[\text{KONN 1}]}$ hab ich halt versucht$_{[\text{PRÄD 2}]}$, ihn in der Zeit$_{[\text{MODI 3}]}$ irgendwie$_{[\text{MODI 4}]}$ zu vergessen$_{[\text{PRÄD 5}]}$, was$_{[\text{KONN 6}]}$ aber$_{[\text{KONN 7}]}$ nicht$_{[\text{MODI 8}]}$ funktioniert$_{[\text{PRÄD 9}]}$ hat.
(*Ideen*: 9, *Wörter*: 18, *ID*: 5)

(21) Ich hab mir$_{[\text{PRÄD 1}]}$ viel$_{[\text{MODI 2}]}$ Gedanken gemacht$_{[\text{PRÄD 3}]}$ wegen meiner Beziehung$_{[\text{MODI 4}]}$ zu meinen damaligen$_{[\text{MODI 5}]}$ Freund$_{[\text{MODI 6}]}$ und hatte dann$_{[\text{MODI 7}]}$ auf einmal$_{[\text{MODI 8}]}$ gedacht$_{[\text{PRÄD 9}]}$, ich muss es dem Anderen$_{[\text{PRÄD 10}]}$ jetzt$_{[\text{MODI 11}]}$ einfach$_{[\text{MODI 12}]}$ sagen$_{[\text{PRÄD 13}]}$, wie$_{[\text{KONN 14}]}$ meine Gefühle für ihn$_{[\text{MODI 15}]}$ sind$_{[\text{PRÄD 16}]}$, in der Hoffnung$_{[\text{MODI 17}]}$, dass$_{[\text{KONN 18}]}$ er vielleicht$_{[\text{MODI 19}]}$ positiv$_{[\text{MODI 20}]}$ darauf$_{[\text{MODI 21}]}$ reagiert$_{[\text{PRÄD 22}]}$ und dass$_{[\text{KONN 23}]}$ mir die Entscheidung, mich von meinem Freund$_{[\text{MODI 24}]}$ zu trennen$_{[\text{PRÄD 25}]}$, noch$_{[\text{MODI 26}]}$ leichter fällt$_{[\text{PRÄD 27}]}$.
(*Ideen*: 27, *Wörter*: 56, *ID*: 4,82)

(22) Weil$_{[\text{KONN 1}]}$ ich auch schon vorher$_{[\text{MODI 2}]}$ Zweifel an der Beziehung$_{[\text{MODI 3}]}$ hatte$_{[\text{PRÄD 4}]}$, aber$_{[\text{KONN 5}]}$ das war$_{[\text{PRÄD 6}]}$ eben das, was$_{[\text{KONN 7}]}$ noch dazukam$_{[\text{PRÄD 8}]}$.
(*Ideen*: 8, *Wörter*: 18, *ID*: 4,44)

(23) Und ich dachte$_{[\text{PRÄD 1}]}$, wenn$_{[\text{KONN 2}]}$ der Andere positiv$_{[\text{MODI 3}]}$ reagieren$_{[\text{PRÄD 4}]}$ würde, dann könnte ich mich vielleicht$_{[\text{MODI 5}]}$ leichter$_{[\text{MODI 6}]}$ trennen$_{[\text{PRÄD 7}]}$.
(*Ideen*: 7, *Wörter*: 16, *ID*: 4,38)

(24) Und so war$_{[\text{PRÄD 1}]}$ es dann$_{[\text{MODI 2}]}$ auch.
(*Ideen*: 2, *Wörter*: 6, *ID*: 3,33)

(25) Dann$_{[\text{MODI 1}]}$ haben wir viel$_{[\text{MODI 2}]}$ miteinander geschrieben$_{[\text{PRÄD 3}]}$ und telefoniert$_{[\text{PRÄD 4}]}$.
(*Ideen*: 4, *Wörter*: 8, *ID*: 5)

(26) Ich war$_{[\text{PRÄD 1}]}$ noch$_{[\text{MODI 2}]}$ in Australien und mir war$_{[\text{PRÄD 3}]}$ dann$_{[\text{MODI 4}]}$ eine Zeit lang$_{[\text{MODI 5}]}$ klar, dass$_{[\text{KONN 6}]}$ ich mich von meinem Freund$_{[\text{MODI 7}]}$ trennen$_{[\text{PRÄD 8}]}$ müsste.
(*Ideen*: 8, *Wörter*: 21, *ID*: 3,81)

(27) Und so$_{[\text{MODI 1}]}$ wie$_{[\text{KONN 2}]}$ ich zurück bin$_{[\text{PRÄD 3}]}$, hab ich das auch gemacht$_{[\text{PRÄD 4}]}$, also$_{[\text{KONN 5}]}$ am nächsten$_{[\text{MODI 6}]}$ Tag$_{[\text{MODI 7}]}$.
(*Ideen*: 7, *Wörter*: 15, *ID*: 4,67)

(28) Was für ihn$_{[\text{MODI 1}]}$ natürlich$_{[\text{MODI 2}]}$ ein Schock war$_{[\text{PRÄD 3}]}$, weil$_{[\text{KONN 4}]}$ er es nicht$_{[\text{MODI 5}]}$ geahnt$_{[\text{PRÄD 6}]}$ hatte.
(*Ideen*: 6, *Wörter*: 13, *ID*: 4,62)

(29) Und auch da$_{[\text{MODI 1}]}$ in der Zeit$_{[\text{MODI 2}]}$ war$_{[\text{PRÄD 3}]}$ ich mir nicht$_{[\text{MODI 4}]}$ sicher, ob$_{[\text{KONN 5}]}$ ich den Anderen wiedersehen$_{[\text{PRÄD 6}]}$ würde.
(*Ideen*: 6, *Wörter*: 17, *ID*: 3,53)

(30) Das Ding ist$_{[\text{PRÄD 1}]}$ halt, das muss man dazu$_{[\text{MODI 2}]}$ sagen$_{[\text{PRÄD 3}]}$, er ist$_{[\text{PRÄD 4}]}$ aus der Schweiz.
(*Ideen*: 4, *Wörter*: 14, *ID*: 2,86)

(31) Und meine Eltern$_{[\text{MODI 1}]}$, als$_{[\text{KONN 2}]}$ sie davon erfahren$_{[\text{PRÄD 3}]}$ haben, hatten sie berechtigterweise$_{[\text{MODI 4}]}$ gesagt$_{[\text{PRÄD 5}]}$, dass es eben sehr$_{[\text{MODI 6}]}$ weit$_{[\text{MODI 7}]}$ weg ist$_{[\text{PRÄD 8}]}$ und dass das bestimmt$_{[\text{MODI 9}]}$ nicht$_{[\text{MODI 10}]}$ einfach wäre$_{[\text{PRÄD 11}]}$ mit einer Fernbeziehung$_{[\text{MODI 12}]}$.
(*Ideen*: 12, *Wörter*: 29, *ID*: 4,14)

(32) Und dann$_{[\text{MODI 1}]}$ hab ich aber irgendwie, auch wenn$_{[\text{KONN 2}]}$ ich mehr$_{[\text{MODI 3}]}$ so ein Vernunftmensch bin$_{[\text{PRÄD 4}]}$ und eher$_{[\text{MODI 5}]}$ das tu$_{[\text{PRÄD 6}]}$, was$_{[\text{KONN 7}]}$ ich für richtig halte$_{[\text{PRÄD 8}]}$, oder was vom– vom Kopf her irgendwie, was– was$_{[\text{KONN 9}]}$ mir$_{[\text{PRÄD 10}]}$

mein Kopf sagt$_{[\text{PRÄD 11}]}$, das richtig wäre$_{[\text{PRÄD 12}]}$, aber$_{[\text{KONN 13}]}$ irgendwie$_{[\text{MODI 14}]}$ hab ich da$_{[\text{MODI 15}]}$ mehr$_{[\text{MODI 16}]}$ so auf mein Herz gehört$_{[\text{PRÄD 17}]}$ und hab mich mit ihm getroffen$_{[\text{PRÄD 18}]}$.

(*Ideen*: 18, *Wörter*: 56, *ID*: 3,21)

(33) Und dann$_{[\text{MODI 1}]}$ sind wir tatsächlich$_{[\text{MODI 2}]}$ auch zusammen gekommen$_{[\text{PRÄD 3}]}$, eine Zeit$_{[\text{MODI 4}]}$ danach$_{[\text{MODI 5}]}$.

(*Ideen*: 5, *Wörter*: 11, *ID*: 4,55)

(34) Das war$_{[\text{PRÄD 1}]}$ für mich$_{[\text{PRÄD 2}]}$ eben ein unerwartetes$_{[\text{MODI 3}]}$ Ereignis, weil$_{[\text{KONN 4}]}$ ich überhaupt als$_{[\text{KONN 5}]}$ wir uns kennengelernt$_{[\text{PRÄD 6}]}$ haben, da$_{[\text{MODI 7}]}$ hab ich eigentlich$_{[\text{MODI 8}]}$ gar kein$_{[\text{MODI 9}]}$ Interesse an ihm$_{[\text{MODI 10}]}$ gehabt$_{[\text{PRÄD 11}]}$.

(*Ideen*: 11, *Wörter*: 26, *ID*: 4,23)

(35) Später$_{[\text{MODI 1}]}$ hab ich mich sehr$_{[\text{MODI 2}]}$ viel$_{[\text{MODI 3}]}$ interessiert$_{[\text{PRÄD 4}]}$, war$_{[\text{PRÄD 5}]}$ mir aber$_{[\text{KONN 6}]}$ ziemlich$_{[\text{MODI 7}]}$ sicher, dass$_{[\text{KONN 8}]}$ wir keine$_{[\text{MODI 9}]}$ Zukunft miteinander hätten$_{[\text{PRÄD 10}]}$, da$_{[\text{KONN 11}]}$ die Umstände schwierig waren$_{[\text{PRÄD 12}]}$.

(*Ideen*: 12, *Wörter*: 23, *ID*: 5,22)

(36) Ich war$_{[\text{PRÄD 1}]}$ in einer festen$_{[\text{MODI 2}]}$, langjährigen$_{[\text{MODI 3}]}$ Beziehung.

(*Ideen*: 3, *Wörter*: 7, *ID*: 4,29)

(37) Und außerdem$_{[\text{MODI 1}]}$ war$_{[\text{PRÄD 2}]}$ die Entfernung auch groß.

(*Ideen*: 2, *Wörter*: 7, *ID*: 2,86)

(38) Und jetzt$_{[\text{MODI 1}]}$ sind$_{[\text{PRÄD 2}]}$ wir aber$_{[\text{KONN 3}]}$ zusammen und das war$_{[\text{PRÄD 4}]}$ einfach$_{[\text{MODI 5}]}$ nicht$_{[\text{MODI 6}]}$ das, womit$_{[\text{KONN 7}]}$ ich gerechnet$_{[\text{PRÄD 8}]}$ habe, wenn$_{[\text{KONN 9}]}$ ich nach Australien$_{[\text{MODI 10}]}$ geh$_{[\text{PRÄD 11}]}$.

(*Ideen*: 11, *Wörter*: 21, *ID*: 5,24)

(39) Ich wollte eigentlich$_{[\text{MODI 1}]}$ da$_{[\text{MODI 2}]}$ eben, ja, eine schöne$_{[\text{MODI 3}]}$ Zeit verbringen$_{[\text{PRÄD 4}]}$ und das hatt$_{[\text{PRÄD 5}]}$ ich auch, aber$_{[\text{KONN 6}]}$ ich hätte halt nie$_{[\text{MODI 7}]}$ gedacht$_{[\text{PRÄD 8}]}$, dass$_{[\text{KONN 9}]}$ sich dadurch$_{[\text{MODI 10}]}$ mein Leben so$_{[\text{MODI 11}]}$ verändern$_{[\text{PRÄD 12}]}$ würde, weil$_{[\text{KONN 13}]}$ wie$_{[\text{KONN 14}]}$ ich mich dann$_{[\text{MODI 15}]}$ von meinem Ex$_{[\text{MODI 16}]}$ getrennt$_{[\text{PRÄD 17}]}$ hab, musste$_{[\text{PRÄD 18}]}$ ich natürlich$_{[\text{MODI 19}]}$ aus der gemeinsamen$_{[\text{MODI 20}]}$ Wohnung$_{[\text{MODI 21}]}$ raus und ich musste mich überhaupt–

(*Ideen*: 21, *Wörter*: 52, *ID*: 4,04)

(40) Ich musste$_{[\text{PRÄD 1}]}$ zurück zu meinen Eltern$_{[\text{MODI 2}]}$.

(*Ideen*: 2, *Wörter*: 6, *ID*: 3,33)

(41) Ich musste mich einfach$_{[\text{MODI 1}]}$ wieder$_{[\text{MODI 2}]}$ ziemlich$_{[\text{MODI 3}]}$ neu$_{[\text{MODI 4}]}$ einrichten$_{[\text{PRÄD 5}]}$.

(*Ideen*: 5, *Wörter*: 8, *ID*: 6,25)

(42) Und das, ja, kam$_{[\text{PRÄD 1}]}$ unerwartet$_{[\text{MODI 2}]}$, weil$_{[\text{KONN 3}]}$ ich ja eigentlich$_{[\text{MODI 4}]}$ mit meinem Ex$_{[\text{MODI 5}]}$ schon längerfristig$_{[\text{MODI 6}]}$ mal$_{[\text{MODI 7}]}$ geplant$_{[\text{PRÄD 8}]}$ hatte und die Zukunft für mich$_{[\text{MODI 9}]}$ auch bisschen$_{[\text{MODI 10}]}$ anders aussah$_{[\text{PRÄD 11}]}$, so wie$_{[\text{MODI 12}]}$ ich mir das vorgestellt$_{[\text{PRÄD 13}]}$ hatte, wie$_{[\text{KONN 14}]}$ es laufen$_{[\text{PRÄD 15}]}$ würde.

(*Ideen*: 15, *Wörter*: 37, *ID*: 4,05)

(43) Und dass$_{[\text{KONN 1}]}$ ich ausgerechnet$_{[\text{MODI 2}]}$ am Enden– am anderen$_{[\text{MODI 3}]}$ Ende$_{[\text{MODI 4}]}$ der Welt$_{[\text{MODI 5}]}$ halt jemand andres finden$_{[\text{PRÄD 6}]}$ würde, das ja– damit hab ich halt nicht$_{[\text{MODI 7}]}$ gerechnet$_{[\text{PRÄD 8}]}$.

(*Ideen*: 8, *Wörter*: 24, *ID*: 3,33)

Das ergibt für alle 43 Äußerungen eine Summe von 330 Ideen und eine **ID von 4,08 pro 10 Wörter**.

Abkürzungen:
KONN = Konnektion, MODI = Modifikation, PRÄD = Prädikation

Zusammenfassung

Die vorliegende Dissertation gliedert sich in drei Hauptteile. Im **Theorieteil** werden aus vier Perspektiven Ansätze und Definitionen zum Konzept der (sprachlichen) Komplexität behandelt bzw. abgegrenzt. Folgende Aspekte können dazu hervorgehoben werden: *Über die Sprachwissenschaft hinausgehende Ansätze* nähern sich der Thematik ursprünglich auf Basis von informationstheoretischen Überlegungen, allerdings ist nach einer Arbeit von Simon (1962) vor allem ein hierarchischer Aufbau als charakterisierende und natürliche Eigenschaft komplexer Systeme festzuhalten. *Typologische Arbeiten* zur Thematik diskutieren hingegen die Möglichkeiten eines Vergleichs von Sprachen hinsichtlich ihrer Komplexität. Die wichtige Frage nach der Relevanz des Konzepts kann aus *psycholinguistischer Perspektive* durch die Herleitung von Komplexitätsunterschieden zwischen Sätzen aus Daten und Modellen zur Sprachverarbeitung umgangen werden. Zudem etablierte die Satzverarbeitungsforschung einige Maße mittels derer diese Unterschiede quantifizierbar werden, um u. a. ihre Relation zu kognitiven Veränderungen zu untersuchen. Bezüglich der Komplexitätsverarbeitung aus einer *neurokognitiven Perspektive* erscheinen Erkenntnisse zum Einfluss individueller Unterschiede auf neuronaler Ebene interessant. Das neurokognitive Modell von z. B. Bornkessel-Schlesewsky und Schlesewsky (2013) legt nahe, dass der Komplexitätsverarbeitung eine hierarchische Organisation der Verarbeitungspfade des Gehirns zugrunde liegt. Der **Empirieteil I** stellt die *KMG - Studie* vor, deren Hauptfragestellung war, ob mentale Veränderungen bzw. der Erfolg einer psychotherapeutischen Schreibintervention aus dem Ausgangsniveau der sprachlichen Komplexität oder longitudinalen Komplexitätsverläufen der Patienten vorhersagbar ist. Dazu wurden Blogs von 70 Patienten des dreimonatigen „GSA - Online“ - Programms auf ihre syntaktische Komplexität und Ideendichte (ID) hin analysiert. Die Komplexitätsveränderungen stellten sich als uninformativ heraus, eventuell begründet u. a. durch die geringe psychische Belastung der Patienten. Auf individueller Ebene wurde jedoch deutlich, dass in Abhängigkeit von der Grunderkrankung der Patienten ein erhöhter Ausgangswert in der syntaktischen oder semantischen Komplexität tendenziell eine Verbesserung in bestimmten psychologischen Zielgrößen nach sich zog. Der **Empirieteil II** knüpft an diese Beobachtung eines prädiktiven Potenzials des individuellen Ausgangsniveaus an. Die *Alpha - Studie* beleuchtet die individuelle Alphafrequenz (IAF) als möglicher individueller Einflussfaktor auf neurobiologischer Ebene zur Produktion sprachlicher Komplexität. Dazu wurde die Relation zwischen der IAF (abgeleitet aus Ruhe - EEGs) und der Komplexität einer anschließenden Erzählung von 70 gesunden, deutschen oder englischen Muttersprachlern im Vergleich untersucht. Die Ergebnisse deuten auf eine Unabhängigkeit der Mean Length of Utterance (MLU) und ID von der IAF in beiden Sprachen hin. Trotz eines erwartbaren Unterschieds zwischen den germanischen Sprachen in ersterem Maß zeigte sich kein Effekt für Sprache und die MLU stellte sich als schwer zu modellierendes Maß heraus. Im Gegensatz dazu konnte für die ID ein sehr guter Modellfit und nur vor dem Hintergrund einer Standardisierung der IAF ein Effekt für Sprache abgeleitet werden. Die Grundidee der Alpha - Studie bedarf deshalb weiterer Erforschung.