

Aus der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Validierung linguistischer Bewertungsvariablen der Aufgabe „Satz schreiben“ im Mini-Mental Status Test - geschriebene Sprache als Indikator kognitiver Störungen

Validation of linguistic rating variables for the Mini-Mental State Examination sentence writing task - written language as indicator of cognitive impairments

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor rerum medicinalium (Dr. rer. medic.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät

Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Diplom-Psychologin Andrea Lohse

Datum der Promotion: 03.03.2023

Inhaltsverzeichnis

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis.....	5
Abkürzungsverzeichnis	8
Abstract (deutsch und englisch)	11
1 Einleitung.....	15
1.1 Allgemeine Einleitung.....	15
1.2 Der Mini-Mental Status Test (MMST).....	17
1.3 Die Aufgabe „Satz schreiben“	19
1.3.1 Empirische Daten zur Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST	19
1.3.2 Empirische Daten zum Inhalt der Sätze aus dem MMST	22
1.3.3 Empirische Daten zu linguistischen Aspekten der Sätze aus dem MMST.....	23
1.3.4 Einordnung der empirischen Datenlage zur Aufgabe „Satz schreiben“	24
1.4 Die geschriebene Sprachproduktion.....	24
1.4.1 Linguistische Strukturebenen	26
1.4.2 Morphologie	27
1.4.3 Syntax	27
1.4.4 Semantik	28
1.5 Die Störung der geschriebenen Sprachproduktion.....	30
1.5.1 Agraphie bei DAT	32
1.5.1.1 Morphologische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei DAT.....	33
1.5.1.2 Syntaktische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei DAT.....	33
1.5.1.3 Semantische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei DAT.....	34
1.5.2 Geschriebene Sprache bei MCI	34
1.5.2.1 Morphologische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei MCI	35
1.5.2.2 Syntaktische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei MCI.....	35
1.5.2.3 Semantische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei MCI	35
1.6 Ziele und Fragestellungen der vorliegenden Arbeit	35
2 Methoden	39
2.1 Untersuchungskollektiv	39
2.1.1 Unabhängige Stichprobe zur querschnittlichen Analyse.....	40
2.1.2 Abhängige Stichprobe zur längsschnittlichen Analyse	40
2.2 Transkription der Sätze aus dem MMST	41

2.3	Eigenschaften und Operationalisierung der linguistischen Bewertungsvariablen	41
2.3.1	Eigenschaften und Operationalisierung der morphologischen Variablen	42
2.3.2	Eigenschaften und Operationalisierung der syntaktischen Variablen	45
2.3.3	Eigenschaften und Operationalisierung der semantischen Variablen	47
2.4	Untersuchungsinstrumente	50
2.4.1	Neuropsychologische Testbatterie CERAD-Plus	50
2.4.2	Verbale Flüssigkeit, Kategorie „Tiere“ und „S-Wörter“	51
2.4.3	Modifizierter Boston Naming Test (BNT)	51
2.4.4	Wortliste Lernen, Abrufen und Wiedererkennen	52
2.4.5	Figuren Abzeichnen und Abrufen	52
2.4.6	Trail Making Test (TMT)	52
2.4.7	CERAD-Gesamtwert	53
2.5	Statistische Methoden	53
2.5.1	Auswahl statistischer Verfahren zur Beantwortung der Frage 1	54
2.5.2	Auswahl statistischer Verfahren zur Beantwortung der Frage 2	55
2.5.3	Auswahl statistischer Verfahren zur Beantwortung der Frage 3	56
2.5.4	Auswahl statistischer Verfahren zur Beantwortung der Frage 4	56
2.5.5	Auswahl statistischer Verfahren zur Beantwortung der Frage 5	57
2.5.6	Auswahl statistischer Verfahren zur Beantwortung der Frage 6	57
2.5.7	Festlegung des Signifikanzniveaus und Korrektur des Alpha-Fehlers	58
2.5.8	Charakterisierung der Stichprobe	58
3	Ergebnisse	59
3.1	Demografische und neuropsychologische Eigenschaften der Stichprobe	59
3.2	Ergebnisse der linguistischen Bewertungsvariablen	62
3.2.1	Ergebnisse der Frage 1	62
3.2.1.1	Diskriminationsfähigkeit der intervallskalierten Bewertungsvariablen	62
3.2.1.2	Diskriminationsfähigkeit der nominalen Bewertungsvariablen	64
3.2.2	Ergebnisse der Frage 2	68
3.2.3	Ergebnisse der Frage 3	69
3.2.4	Ergebnisse der Frage 4	72
3.2.5	Ergebnisse der Frage 5	73
3.2.6	Ergebnisse der Frage 6	76
4	Diskussion	80

4.1	Zusammenfassung der Ergebnisse und Beantwortung der Fragen 1-6	80
4.2	Diskussion der signifikanten morphologischen Variablen.....	83
4.2.1	Rechtschreibfehler ($M_{\text{Rechtschreibfehler}}$).....	83
4.2.2	Quotient aus dem kürzesten und längsten Wort im Satz ($M_{\text{Quotient_k_l_Wort}}$)	85
4.2.3	Mittlere Buchstabenanzahl eines Wortes im Satz ($M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$)	88
4.3	Diskussion der signifikanten syntaktischen Variablen.....	91
4.3.1	Satzzeichen ($\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$).....	91
4.3.2	Syntaktische Fehler ($\text{Syn}_{\text{Fehler}}$)	92
4.4	Diskussion der signifikanten semantischen Variablen.....	94
4.4.1	Semantische Fehler ($\text{Sem}_{\text{Fehler}}$)	94
4.5	Diskussion der nicht-signifikanten linguistischen Bewertungsvariablen.....	95
4.5.1	Diskussion der nicht-signifikanten morphologischen Variablen.....	95
4.5.2	Diskussion der nicht-signifikanten syntaktischen Variablen.....	98
4.5.3	Diskussion der nicht-signifikanten semantischen Variablen	100
4.6	Der „M-Syn-Index“ als neuer Bewertungsindex.....	103
4.6.1	Der „M-Syn-Index“ als Bewertungsindex für die Aufgabe „Satz schreiben“	104
4.6.2	Der „M-Syn-Index“ als Bewertungsindex für die geschriebene Sprache	106
4.7	Limitationen	108
4.8	Praktische Implikationen und Ausblick	109
	Literaturverzeichnis.....	111
	Eidesstattliche Versicherung	118
	Lebenslauf	120
	Publikationsliste	121
	Danksagung	123
	Bescheinigung	124

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1, Teil 1:	Darstellung der Studienlage zur Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST – unterteilt nach Namen, Jahr, Land, Sprache, Gesamtstichprobengröße, Diagnosen, untersuchter inhaltlicher und linguistischer Merkmale sowie Interrater-Reliabilität	20
Tabelle 1, Teil 2:	Darstellung der Studienlage zur Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST – unterteilt nach Namen, Jahr, Land, Sprache, Gesamtstichprobengröße, Diagnosen, untersuchter inhaltlicher und linguistischer Merkmale sowie Interrater-Reliabilität	21
Tabelle 2:	Stichprobengröße (n) der abhängigen Stichprobe zu den verschiedenen Testzeitpunkten aufgeteilt nach Gesamtstichprobe und den Gruppen SCD, MCI und DAT	41
Tabelle 3:	Name, Beschreibung, Skalenniveau und Operationalisierung der morphologischen Variablen und Anzahl der Personen, bei denen die jeweiligen Variablen erfasst wurden, aufgeteilt nach den Gruppen SCD, MCI und DAT	43
Tabelle 4:	Name, Beschreibung, Skalenniveau und Operationalisierung der syntaktischen Variablen und Anzahl der Personen, bei denen die jeweiligen Variablen erfasst wurden, aufgeteilt nach den Gruppen SCD, MCI und DAT	45
Tabelle 5:	Name, Beschreibung, Skalenniveau und Operationalisierung der semantischen Variablen und Anzahl der Personen, bei denen die jeweiligen Variablen erfasst wurden, aufgeteilt nach den Gruppen SCD, MCI und DAT	47
Tabelle 6:	Anzahl der Personen, bei denen die jeweiligen Testverfahren der CERAD-Plus Testbatterie durchgeführt wurden, aufgeteilt nach Diagnose	51
Tabelle 7:	Beschreibung der Stichprobe mittels Alter und Bildungsniveau sowie mittels der Ergebnisse in den Aufgaben der CERAD-Plus Testbatterie und mittels des CERAD Gesamtwerts (Chandler et al., 2005) nach Kruskal-Wallis- und U-Tests	61
Tabelle 8, Teil 1:	Statistische Kennwerte (M, SD) der intervallskalierten Bewertungsvariablen bei Personen mit SCD, MCI und DAT	63
Tabelle 8, Teil 2:	Statistische Kennwerte (M, SD) der intervallskalierten Bewertungsvariablen bei Personen mit SCD, MCI und DAT	64

Tabelle 9:	Darstellung der Anzahl, des prozentualen Anteils sowie der signifikanten Kontraste der kategorialen Bewertungsvariablen	66
Tabelle 10:	Odds Ratio und 95%-Konfidenzintervall für die signifikanten kategorialen Variablen zwischen DAT (n=218) und SCD&MCI (n=347)	67
Tabelle 11:	Odds Ratio und 95%-Konfidenzintervall für die signifikanten kategorialen Variablen zwischen SCD (n=162) und MCI&DAT (n=403)	67
Tabelle 12:	Zusammenfassung der Ergebnisse der multinomialen logistischen Regression unter Angabe der Odds Ratio und 95%-Konfidenzintervall	69
Tabelle 13:	Darstellung der Anzahl der Personen mit SCD und DAT für den binären „M-Syn-Index“	72
Tabelle 14:	Darstellung der Anzahl, des prozentualen Anteils sowie der signifikanten Kontraste der ursprünglichen von Folstein et al. (1975) vorgegebenen Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST für die Gruppen SCD, MCI und DAT	73
Tabelle 15:	Deskriptiver Vergleich der Effektstärkemaße der zwei Bewertungsvariablen der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST	73
Tabelle 16:	Interkorrelation der Bewertungsvariablen des „M-Syn-Index“	74
Tabelle 17:	Korrelationen zwischen den Bewertungsvariablen sowie dem „M-Syn-Index“ und dem Gesamtwert im MMST bzw. dem CERAD-Gesamtwert nach Chandler et al. (2005)	74
Tabelle 18:	Korrelationen zwischen den Bewertungsvariablen und dem „M-Syn-Index“ und Alter und Bildungsniveau getrennt für die Gruppen SCD, MCI und DAT	76
Tabelle 19:	Darstellung des ersten Fallbeispiels mit den Diagnosen SCD, MCI und DAT zur längsschnittlichen Betrachtung	77
Tabelle 20:	Darstellung des zweiten Fallbeispiels mit den Diagnosen SCD und MCI zur längsschnittlichen Betrachtung	78
Tabelle 21:	Darstellung des dritten Fallbeispiels mit den Diagnosen MCI und DAT zur längsschnittlichen Betrachtung	79

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Balkendiagramm der Mittelwertverteilung des „M-Syn-Index“ für die Gruppen SCD, MCI und DAT mit Angabe von M (Mittelwert) und $\pm 2SD$ (Standardabweichung)	71
--------------	---	----

Abkürzungsverzeichnis

aMCI	MCI des amnestischen Typs
BNT	Boston Naming Test
CDR	<i>Clinical Dementia Rating Scale</i>
CERAD	<i>Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease</i>
CERAD-NP	Neuropsychologische CERAD-Testbatterie
CERAD-Plus	Erweiterte Version der neuropsychologischen CERAD-NP
dMCI	<i>Single-non-Memory</i> MCI, MCI des dysexekutiven Typs
DAT	Demenz vom Alzheimer-Typ
FG _{Abruf}	Verzögerter Abruf der figuralen Gedächtnisaufgabe der CERAD-Plus Testbatterie
gMCI	<i>Multiple-Domain</i> MCI, MCI des gemischten Typs
HADS-D	<i>Hospital Anxiety and Depression Scale</i> , Selbstbeurteilungsfragebogen zur Erfassung von Angst und Depression
ICD-10	<i>International Classification of Diseases 10th Revision</i> , Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme 10. Revision
J	Youden-Index
K	Konjunktion
M _{Rechtschreibfehler} /M _R	Morphologische Variable zur Erfassung von Rechtschreibfehlern
M _{Deklinationsfehler}	Morphologische Variable zur Erfassung von Deklinationsfehlern
M _{Konjugationsfehler}	Morphologische Variable zur Erfassung von Konjugationsfehlern
M _{Gesamtzeichen}	Morphologische Variable zur Erfassung der Gesamtzeichen
M _{Kürzestes_Wort}	Morphologische Variable zur Erfassung der Buchstabenanzahl des kürzesten Wortes
M _{Quotient_k_l_Wort}	Morphologische Variable zur Erfassung des Quotienten aus der Buchstabenanzahl des kürzesten und längsten Wortes im Satz
M _{Längstes_Wort}	Morphologische Variable zur Erfassung der Buchstabenanzahl des längsten Wortes

M _{Person}	Morphologische Variable zur Erfassung des Personalpronomens
M _{Numerus}	Morphologische Variable zur Erfassung des Numerus der Person
M _{Verbtempus}	Morphologische Variable zur Erfassung des Verbtempus
M _{Quotient_Buchst_Wörter} /M _Q	Morphologische Variable zur Erfassung des Quotienten aus der Gesamtzeichenanzahl und der Anzahl der Wörter im Satz
MCI	<i>mild cognitive impairment</i> , leichte kognitive Störung
MMSE/MMST	<i>Mini-Mental State Examination</i> , Mini-Mental Status Test
N	<i>Token</i> , verwendete Wörter
NINCDS/ADRDA	<i>National Institute of Neurological and Communicative Disorders and Stroke/Alzheimer's Disease and Related Disorders Association</i>
P	Proposition
SCD	<i>subjective cognitive decline</i> , subjektive kognitive Verschlechterung
Sem _{Prop_Gehalt}	Semantische Variable zur Erfassung des propositionalen Gehalts
Sem _{TTR}	Semantische Variable zur Erfassung des <i>TTR</i>
Sem _{Brunét}	Semantische Variable zur Erfassung des <i>Brunét's Index</i>
Sem _{Fehler} /Sem _F	Semantische Variable zur Erfassung der Fehler
Syn _{Komplex}	Syntaktische Variable zur Erfassung der syntaktischen Komplexität
Syn _{Satzzeichen} /Syn _S	Syntaktische Variable zur Erfassung des Satzzeichens
Syn _{Satzart}	Syntaktische Variable zur Erfassung der Satzart
Syn _{Fehler} /Syn _F	Syntaktische Variable zur Erfassung der Fehler
TMT	Trail Making Test
TMT-A	Trail Making Test Version A
TMT-B	Trail Making Test Version B
TTR	<i>Type Token Ratio</i> , Maß für die lexikalische Reichhaltigkeit
V	<i>Type</i> , vorkommende Wortform

VK	Visuokonstruktive Aufgabe der CERAD-Plus Testbatterie
W	<i>Brunét's Index</i> , Maß für die lexikalische Reichhaltigkeit
WL _{Abruf}	Verzögerter Abruf der Wortliste der CERAD-Plus Testbatterie
WL _{Gesamt}	Gesamtlernvolumen der Wortliste der CERAD-Plus Testbatterie
WL _{Rekog}	Rekognitionsaufgabe der Wortliste der CERAD-Plus Testbatterie

Abstract (deutsch und englisch)

Einleitung: Eine der Aufgaben des Mini-Mental Status Tests (MMST) besteht darin, spontan einen Satz zu schreiben. Die Bewertung dieses Satzes ist bislang zu wenig differenziert, um kognitive Störungen anhand der geschriebenen Sprachproduktion zu identifizieren. Um eine differenziertere Erfassung zu ermöglichen, werden in der vorliegenden Arbeit Bewertungsvariablen aus den linguistischen Strukturebenen Morphologie (M), Syntax (Syn) und Semantik (Sem) explorativ untersucht. Es soll geprüft werden, ob diese einzeln und in Kombination signifikant zwischen Personen mit subjektiver kognitiver Verschlechterung (SCD), leichter kognitiver Störung (MCI) und einer Demenz vom Alzheimer-Typ (DAT) diskriminieren können und damit Rückschlüsse auf kognitive Störungen zulassen.

Methodik: Für die Untersuchung wurden 19 Bewertungsvariablen aus den genannten linguistischen Strukturebenen ausgewählt. Es erfolgte eine querschnittliche retrospektive Analyse von 565 Sätzen aus dem MMST von einer deutschsprachigen Stichprobe. Diese bestand aus 162 Personen mit SCD, 185 Personen mit MCI und 218 Personen mit DAT. Zudem wurde deskriptiv eine längsschnittliche Fallanalyse vorgenommen. Der MMST wurde als Bestandteil einer neuropsychologischen Testbatterie eingesetzt.

Ergebnisse: Für drei morphologische, zwei syntaktische und eine semantische Bewertungsvariable ergaben sich signifikante Ergebnisse. Der Quotient aus der Buchstabenanzahl des kürzesten und längsten Wortes ($M_{\text{Quotient}_{k,l}\text{Wort}}$, $H(2)=6,20$, $p=0,045$) sowie der Quotient aus der Gesamtbuchstabenanzahl und der Anzahl der Wörter (M_Q , $H(2)=13,07$, $p=0,001$) konnten signifikant zwischen mindestens zwei der untersuchten Gruppen diskriminieren. Zudem bestanden signifikante Zusammenhänge zwischen der Gruppenzugehörigkeit und dem Vorhandensein von Rechtschreibfehlern (M_R , $\chi^2(2)=21,30$, $p<0,001$), Satzzeichen (Syns, $\chi^2(2)=27,87$, $p<0,001$), syntaktischen Fehlern (Syn_F, $\chi^2(2)=11,27$, $p=0,004$) und semantischen Fehlern (Sem_{Fehler}, $\chi^2(2)=7,50$, $p=0,016$). Mittels multinomialer logistischer Regression konnte gezeigt werden, dass die Zugehörigkeit zur Gruppe DAT am besten durch einen konstanten Faktor und vier der genannten Variablen (M_R , Syn_S, Syn_F, M_Q) prädiziert werden kann. Daher wurden diese vier Variablen zu einem Gesamtindex („M-Syn-Index“) zusammengefasst, der ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen allen Gruppen erzielte ($H(2)=52,47$, $p<0,001$).

Schlussfolgerung: Sechs der untersuchten linguistischen Bewertungsvariablen ermöglichen eine differenziertere Erfassung der geschriebenen Sprache in der Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST. Sowohl einzeln als auch in Kombination sind die Variablen in der Lage, signifikant zwischen Personen mit SCD, MCI und DAT zu diskriminieren. Die Bewertung des geschriebenen Satzes mittels dieser linguistischen Variablen kann somit Hinweise auf eine kognitive Störung liefern. Vor einem klinischen Einsatz empfiehlt sich eine konfirmatorische Validierung der vorliegenden Ergebnisse.

Abstract

Introduction: One of the tasks of the Mini-Mental State Examination (MMSE) is to write a sentence spontaneously. So far, the assessment of this sentence is not differentiated enough to identify cognitive impairments on the basis of written speech production. To allow for a more differentiated assessment, the present study examines variables from the linguistic structural levels of morphology (M), syntax (Syn) and semantics (Sem) in an exploratory manner. The aim is to explore whether these variables, individually and in combination, can significantly discriminate between persons with subjective cognitive decline (SCD), mild cognitive impairment (MCI) and dementia of Alzheimer's disease (DAT) and thus indicate cognitive impairments.

Methods: 19 variables were selected from the linguistic structural levels mentioned above. A cross-sectional retrospective analysis of 565 sentences from the MMSE from a German-speaking sample was conducted. This consisted of 162 subjects with SCD, 185 patients with MCI and 218 patients with DAT. In addition, the study included a longitudinal case analysis. The MMSE was applied as part of a neuropsychological test battery.

Results. Significant results were obtained for three morphological variables, two syntactic variables and one semantic variable. The quotient of the number of letters of the shortest and the longest word ($H(2)=6,20, p=0,045$) as well as the quotient of the total number of letters and words ($M_Q, H(2)=13,07, p=0,001$) could discriminate significantly between at least two groups. In addition, there was a significant association between group membership and spelling errors ($M_R, \chi^2(2)=21,30, p<0,001$), punctuation ($Syn_S, \chi^2(2)=27,87, p<0,001$), syntactic errors ($Syn_F, \chi^2(2)=11,27, p=0,004$) and semantic errors ($Sem_{Fehler}, \chi^2(2)=7,50, p=0,016$). Using multinomial logistic regression, group membership for DAT was best predicted by a constant factor and four of the mentioned variables (M_R, Syn_S, Syn_F, M_Q). Therefore these variables were combined into an overall index that also yielded significant differences between all groups ($H(2)=52,47, p<0,001$).

Conclusion. Six of the evaluated variables allow for a more differentiated assessment of written language in the writing task in the MMSE. Both individually and in combination, the variables are able to significantly discriminate between individuals with SCD, MCI and DAT. Using

these variables to assess the written sentence can provide an indication of a cognitive impairment. Confirmatory validation of the findings is required before clinical use.

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem Mini-Mental Status Test (MMST) von Folstein et al. (1975) (1). Für diese Aufgabe sollen neue linguistische Bewertungsvariablen ausgewählt und explorativ untersucht werden. Bevor die linguistischen Bewertungsvariablen im Methodenteil ausführlich vorgestellt werden, sollen zunächst die für die Auswahl relevanten theoretischen Grundlagen dargestellt und erläutert werden. Zunächst wird eine allgemeine Einleitung ins Thema Demenzerkrankung gegeben. Nach der Vorstellung des MMST als kognitives Screeningverfahren folgt ein Überblick zum aktuellen Stand der Forschung zur Aufgabe „Satz schreiben“ des MMST. Um ein Verständnis grundlegender Prozesse der geschriebenen Sprachproduktion zu ermöglichen, wird kurz das bekannteste Sprachverarbeitungsmodell, das Logogen-Modell, erläutert. Zudem werden die linguistischen Strukturebenen Morphologie, Syntax und Semantik vorgestellt, nach denen die linguistischen Bewertungsvariablen ausgewählt werden sollen. Des Weiteren wird auf die Störung der geschriebenen Sprachproduktion im Allgemeinen und speziell bei Demenz vom Alzheimer-Typ (DAT) und leichter kognitiver Störung (*mild cognitive impairment*, MCI) eingegangen. Abschließend folgt die Darstellung der Ziele und Ableitung der Fragestellungen für die vorliegende Arbeit.

1.1 Allgemeine Einleitung

Laut *Alzheimer Europe*, dem Dachverband der europäischen Alzheimer-Gesellschaften, waren im Jahr 2018 in Deutschland rund 1,6 Millionen Personen an einer Demenz erkrankt (2). *Alzheimer Europe* prognostiziert, dass bis 2050 rund 2,8 Millionen Personen von einer Demenzerkrankung betroffen sein könnten (2). Der primäre Risikofaktor einer Demenz ist das Alter (2). Die Prävalenzrate für das Auftreten einer Demenzerkrankung liegt laut *Alzheimer Europe* in der Gruppe von Personen im Alter von 60-64 Jahren bei 0,6% und in der Gruppe der 80-84 Jahre alten Personen bereits bei 12,1% (2). Es gibt verschiedene Demenzformen mit unterschiedlichen Ursachen. Die häufigste und bekannteste Ursache ist die Alzheimer-Krankheit (3, 4). Die verschiedenen Demenzformen gehen jeweils mit spezifischen kognitiven Störungen einher (4, 5). Gemeinsames Kernsyndrom ist eine Störung des Gedächtnisses, die von weiteren kognitiven Funktionseinschränkungen begleitet wird (5). Dies können unter anderem eine Störung der Sprache (Aphasie), der psychomotorischen Fähigkeiten (Apraxie), der visuo-perzeptiven Leistungen und Wahrnehmung (Agnosie) oder der exekutiven Funktionen (dysexekutives Syndrom) sein (4, 5). Es gibt verschiedene Klassifikationssysteme

zur differentialdiagnostischen Einordnung einer Demenz, zum Beispiel die *International statistical classification of disease and related health problems* (ICD-10) (5) der *world health organization* (Weltgesundheitsorganisation) (6). Wichtige Diagnosekriterien sind laut ICD-10 (zitiert nach Schaub und Freyberger, 2012) unter anderem, dass die kognitiven Defizite zu Einschränkungen der Aktivitäten des alltäglichen Lebens führen und mindestens sechs Monate andauern müssen (5). Um eine wahrscheinliche Demenz vom Alzheimer-Typ (DAT) zu diagnostizieren, können nach Schaub und Freyberger (2012) auch die Konsensuskriterien des *National Institute of Neurological and Communicative Disorders and Stroke* und der *Alzheimer's Disease and Related Disorders Association* (NINCDS/ADRDA) herangezogen werden (5). Danach müssen eine Störung in mindestens zwei kognitiven Funktionsbereichen sowie eine progrediente Verschlechterung spezifischer kortikaler Funktionen vorliegen (7). Zudem muss sich die Störung zwischen dem 40. und 90. Lebensjahr manifestieren (7). Des Weiteren sind eine Bewusstseinsstörung oder andere systemische oder das zentrale Nervensystem betreffende Erkrankungen als Ursache auszuschließen (7). Seit 2007 wird zur Diagnosestellung ergänzend auf spezifische Biomarker fokussiert, die durch Magnetresonanztomographie, Liquordiagnostik oder Positronen-Emissions-Tomographie ermittelt werden (5, 8).

Eine Demenzerkrankung ist zumeist durch einen progredienten Verlauf gekennzeichnet (7). Bereits vor Diagnosestellung werden Phasen kognitiver Veränderungen angenommen, welche als transitorische Phasen bezeichnet werden (5). Diese zeichnen sich durch das Vorhandensein kognitiver Defizite aus, die jedoch noch nicht die Kriterien für eine Demenzdiagnose erfüllen (5). Eine dieser transitorischen Phasen wird als leichte kognitive Störung (MCI) beschrieben (9). Betroffene Personen beklagen eine für ihr Alter beeinträchtigte kognitive Leistung, die sich auch testpsychologisch objektivieren lässt (10). Für die Diagnose MCI dürfen die kognitiven Störungen nicht das Ausmaß einer Demenz annehmen (9). Es werden verschiedene Subtypen des MCI klassifiziert, da nicht nur das Gedächtnis, sondern auch andere einzelne oder mehrere kognitive Funktionsbereiche beeinträchtigt sein können (9). Abhängig von der kognitiven Funktionsstörung werden diese Subtypen als amnestisch (aMCI), *Multiple-Domain* (gMCI) oder *Single-non-Memory* (dMCI) bezeichnet (9). Charakteristisch für ein aMCI ist die isolierte Störung des Gedächtnisses bei erhaltenen allgemeinen kognitiven Funktionen und erhaltenen Aktivitäten des alltäglichen Lebens (9). Ein MCI kann sich zu einer Demenz entwickeln. Die

positive Vorhersagekraft ist laut Busse et al. (2003) bei Personen mit aMCI und gMCI am höchsten (11).

Mit *subjective cognitive decline* (SCD) oder subjektiver kognitiver Verschlechterung wird ein weiteres mögliches Stadium der präklinischen DAT bezeichnet (12). In diesem Stadium nehmen Personen ebenfalls Veränderungen und einen Abbau ihrer kognitiven Funktionen wahr, diese lassen sich testpsychologisch jedoch nicht objektiveren (12). Langzeitdaten weisen darauf hin, dass SCD einen Risikofaktor für einen zukünftigen kognitiven Abbau und die Entwicklung eines MCI oder einer DAT darstellen kann (12).

Zur Diagnosestellung von SCD, MCI oder DAT ist immer eine ausführliche klinische Diagnostik notwendig. Nicht zuletzt um im Falle einer Demenzerkrankung bereits frühzeitig geeignete medikamentöse und nicht-medikamentöse Therapien einleiten zu können (4). Von zentraler Bedeutung für den diagnostischen Prozess ist unter anderem eine ausführliche neuropsychologische Untersuchung (4). Zum Erfassen der bei einer Demenz auftretenden kognitiven Veränderungen kommen verschiedene psychometrische Testverfahren zum Einsatz, beispielsweise die erweiterte Testbatterie des *Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease* (CERAD) (4, 13). Ein fester Bestandteil der CERAD-Plus Testbatterie ist eine etwas abgewandelte Form des MMST (14). Er ist das am häufigsten eingesetzte (15) und weltweit bekannteste kognitive Screeningverfahren zur Früherkennung einer Demenzerkrankung (16).

1.2 Der Mini-Mental Status Test (MMST)

Im Jahr 1975 wurde der MMST als *Mini-Mental State* vom Ehepaar Marshall und Susan Folstein sowie Paul McHugh als Papier-Bleistift-Verfahren zur schnellen Evaluation des psychischen Zustands älterer Personen entwickelt (1) und damit ursprünglich nicht explizit zur Diagnostik einer Demenz (15). Mittlerweile gilt er als Meilenstein der Medizingeschichte, da er international eingesetzt wird und umfangreiche empirische Daten zur Interpretation der Ergebnisse vorliegen (15). Der Test besteht aus verschiedenen Fragen und Aufgaben, deren korrekte Beantwortung und Bearbeitung mit maximal 30 Punkten bewertet wird (1). Die Durchführungsdauer beträgt laut Folstein et al. (1975) zwischen fünf und zehn Minuten (1). Der MMST ermöglicht die Evaluation verschiedener kognitiver Bereiche wie Orientierung, Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Sprache (1). Die Sprache wird unter anderem durch eine Aufgabe zum Benennen von zwei Objekten, durch mündliches Wiederholen eines vorgelesenen

Satzes, durch das Buchstabieren eines Wortes sowie durch das Schreiben eines frei formulierten Satzes erfasst.

In der Literatur existiert keine einheitliche Auffassung, ab welchem Gesamtwert im MMST ein erhöhtes Risiko für eine Demenzerkrankung besteht und eine ausführliche Diagnostik sinnvoll ist. Die Ergebnisse werden je nach Studie und Stichprobe unterschiedlich interpretiert und scheinen von verschiedenen Faktoren wie Visus, Alter und Bildungsgrad abzuhängen (17, 18). Bei älteren Personen mit Studienabschluss und subjektiv oder fremdanamnestisch berichteten Gedächtnisschwierigkeiten ist bereits ein Gesamtwert kleiner als 27 mit einem erhöhten Risiko für eine Demenzdiagnose assoziiert (17). Die Aussagekraft und diagnostische Güte des MMST hängt zudem vom Durchführungssetting ab (16, 19). In Hochprävalenzbereichen wie in Memory Kliniken liegt die Sensitivität bei 79,8% und die Spezifität bei 81,3% (19). In Bereichen mit niedriger Prävalenz wie der Primärversorgung oder im nicht-klinischen Bereich beträgt die Sensitivität 78,4% bzw. 85,1% und die Spezifität 87,8% bzw. 85,5% (19). Die diagnostische Genauigkeit zur Erfassung einer Demenz wird für den MMST insgesamt als gering beschrieben (19).

Als Vorteile des MMST gelten unter anderem die Möglichkeit der Anwendung durch Experten und Laien, die Vergleichbarkeit der Ergebnisse sowie das Vorliegen von alters- und geschlechtskorrigierten Normwerten zur Auswertung (16). Auch die Übersetzung in mehr als 50 Sprachen wird positiv hervorgehoben (15). Damit sind die Ergebnisse des MMST zwischen Studien durchaus vergleichbar (16). Allerdings wird gleichzeitig darauf hingewiesen, dass die Übersetzungen nicht immer gut gewählt sind und möglicherweise die Reliabilität der Ergebnisse negativ beeinflussen (16). Zudem wird kritisiert, dass nicht für alle Länder alters- und geschlechtskorrigierte Normwerte existieren (16). Des Weiteren wird Kritik an der Struktur des MMST geübt. Dabei wird insbesondere auf Abweichungen vom Original hinsichtlich der Gestaltung, der Instruktion und der Bewertung einiger Aufgaben des MMST hingewiesen (14). Allein in Deutschland existieren zehn Versionen des MMST (14), was die Vergleichbarkeit der Testergebnisse zwischen den verschiedenen Versionen erheblich einschränkt. Zudem wird kritisiert, dass der MMST vor allem von der Sprache und der Gedächtnisfunktion der untersuchten Personen abhängig ist (16).

1.3 Die Aufgabe „Satz schreiben“

Seit vielen Jahren wird unter anderem das Schreiben eines Satzes zur Diagnostik des psychischen Zustands von Personen eingesetzt (20). Die Analyse der geschriebenen Sprachproduktion liefert oft diagnostisch wichtige Hinweise, da psychische, neurologische und neurodegenerative Erkrankungen zu Veränderungen der geschriebenen Sprache führen können (21, 22). Bei einer DAT finden sich frühzeitig und bereits vor einer Störung der gesprochenen Sprache schwerwiegendere Defizite in der geschriebenen Sprachproduktion (23). Auch im MMST wird die geschriebene Sprachproduktion mit der Aufgabe „Satz schreiben“ erfasst (1, 24). Laut Instruktion von Folstein et al. (1975) ist der zu untersuchenden Person ein Blatt Papier mit der Aufforderung auszuhändigen, einen Satz zu schreiben (1). Der Satz soll spontan geschrieben und nicht diktiert werden (1). Grammatik und Interpunktion fließen laut Folstein et al. (1975) nicht in die binäre Bewertung ein (1). Um die Aufgabe erfolgreich zu absolvieren, muss der Satz einen Sinn ergeben sowie ein Subjekt und ein Verb enthalten. Sind beide Kriterien erfüllt, wird die Aufgabe „Satz schreiben“ mit einem Punkt bewertet (1).

1.3.1 Empirische Daten zur Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST

Der MMST ist eines der am häufigsten zitierten Testverfahren (25). Zahlreiche Untersuchungen haben sich mit diesem kognitiven Screeningverfahren bereits auseinandergesetzt. Die Aufgabe „Satz schreiben“ und die Frage, welche weiteren Informationen aus dem geschriebenen Satz im MMST diagnostisch genutzt werden können, wurden bislang jedoch nur in wenigen Studien isoliert betrachtet. Diese Studien untersuchten vor allem inhaltliche Aspekte der Sätze (26-33) und Zusammenhänge, beispielsweise zwischen der Anzahl der Wörter und dem Gesamtwert im MMST (29) sowie zwischen Satzpolarität und depressiven Symptomen (32). Zudem wurden in acht Untersuchungen linguistische Merkmale des Satzes erfasst (24, 26, 27, 29-31, 33, 34). In Tabelle 1 werden die veröffentlichten Studien zu den inhaltlichen und linguistischen Merkmalen des Satzes aus dem MMST dargestellt. Anschließend wird ab Kapitel 1.3.2 ausführlich auf die Ergebnisse der verschiedenen Studien eingegangen.

Tabelle 1, Teil 1: Darstellung der Studienlage zur Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST – unterteilt nach Namen, Jahr, Land, Sprache, Gesamtstichprobengröße, Diagnosen, untersuchter inhaltlicher und linguistischer Merkmale sowie Interrater-Reliabilität

Namen, Jahr	Land, Sprache	Gesamtstichprobengröße (n), Diagnosen	untersuchte inhaltliche Merkmale	untersuchte linguistische Merkmale	Interrater- Reliabilität
Carpenter, 2004 (26) – nur Abstract	USA, englisch	Gesamt n=631; Personen mit Demenz, Depression und Personen mit Demenz und Depression	Themen des Satzes: Liebesbekundungen, Familie, aktuelle Lebensumstände	Rechtschreibfehler, Anzahl Wörter	-
Corallo et al., 2019 (30)	Italien, italienisch	Gesamt n=396; Kognitive gesunde Personen (n=102), MCI (n=101), Demenz (n=193); davon DAT (n=43), Parkinson (n=51), Fronto-temporale Demenz (n=43), Vaskuläre Demenz (n=53)*	Abstraktes versus konkretes Denken	Verbale Flüssigkeit (=Anzahl der Wörter)	-
Foreman et al. 1993 (27)	USA, englisch	Gesamt n=324; kognitiv gesunde Personen, 12% waren im akuten Delir	Themen des Satzes: 1) Familie, 2) Erfahrung von Hospitalisation, 3) Testumstände, 4) Faktenwissen oder Floskeln, 5) nicht zu interpretieren	Satzvollständigkeit, syntaktische Struktur und Fehler (Rechtschreibung), räumliche Aspekt des Schreibens	Zwei unabhängige Rater; Cohen's Kappa 0,79-0,95
Liberalesso Neri et al., 2012 (24)	Brasilien, portugiesisch	Gesamt n=577; kognitiv beeinträchtigte und nicht-beeinträchtigte Personen	-	Verbale Flüssigkeit (=Anzahl der Wörter), grammatikalische Komplexität (=Anzahl Phrasen/Ideen)	Zwei unabhängige Rater, keine Reliabilitätsangabe
McCarthy et al., 2004 (29)	Irland, englisch	Gesamt n=280; geriatrische Patientinnen und Patienten	1) Satzpolarität (negativ, neutral, positiv)	2) Anzahl der Wörter, 3) Lesbarkeit des Satzes, 4) Groß- oder Kleinschreibung der Wörter	Zwei Rater, Interrater-Übereinstimmung für 1) 96%, 2) 100%, 3) 90%, 4) 98%
Press et al., 2012 (31)	Israel, russisch (n=209) und hebräisch (n=135)	Gesamt n=344; geriatrische Patientinnen und Patienten mit Demenz (n=142), MCI (n=84) und Depression (n=118)	1) Emotionale Polarität (negativ, neutral, positiv), 2) Sorgen über die Gesundheit	3) Anzahl der Wörter	Drei unabhängig Rater, Interrater-Übereinstimmung für 1) 92%, 2) 96%, 3) 100%

Anmerkungen. *= diese Werte sind der Tabelle 1 der Studie von Corallo et al. (2019) entnommen

Tabelle 1, Teil 2: Darstellung der Studienlage zur Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST – unterteilt nach Namen, Jahr, Land, Sprache, Gesamtstichprobengröße, Diagnosen, untersuchter inhaltlicher und linguistischer Merkmale sowie Interrater-Reliabilität

Name, Jahr	Land, Sprache	Gesamtstichprobe (n), Diagnosen	untersuchte inhaltliche Merkmale	untersuchte linguistische Merkmale	Interrater- Reliabilität
Rösler et al., 2005 (28)	Deutschland, deutsch	Gesamt n=150; geriatrische Patientinnen und Patienten ohne Demenz (n=50) und mit Demenz (n=100): DAT (n=41), vaskuläre Demenz nach einem oder multiplen Hirninfarkten (n=23), subkortikal vaskuläre Demenz (n=16), gemischte Demenz (n=14), Lewy-Body-Demenz (n=2), Parkinson Demenz (n=2), Normaldruckhydrozephalus (n=2)	Themen des Satzes: 1) Testumstände, 2) Namen, 3) Wetter, 4) Wünsche, 5) Sprichwörter, 6) emotionale oder 7) bizarre Sätze, 8) andere Themen 9) nicht-lesbare, unvollständige Sätze	-	-
Shenkin et al., 2008 (33)	Schottland, englisch	Gesamt n=191; kognitiv gesunde Personen einer Geburtskohortenstudie mit demselben Geburtsjahr (1921)	Subjektive Kriterien: 1) Lesbarkeit, 2) emotionaler Ton, 3) geschätztes Alter, Gesundheit, 4) Intelligenz	Objektive Kriterien: 1) Groß- oder Kleinschreibung der Wörter, 2) Anzahl der Wörter, 3) Anzahl der Buchstaben, 4) durchschnittliche Wortlänge, 5) Zeit (Vergangenheitsform, Präsens, Zukunftsform), 6) Einsatz der 1. Person (Singular oder Plural), 7) Wortvorkommenshäufigkeit	20 verblindete Rater; Rating der Sätze nach den vier subjektiven Kriterien; Intraclass-Korrelation zwischen 0,70 und 0,97
Sniatecki et al., 2017 (32)	Deutschland, deutsch	Gesamt n=107; Personen mit Demenz	Satzpolarität (negativ, neutral, positiv)	-	Bis zu drei Rater; in 87% sofortige Übereinstimmung von zwei Ratern, in 19% Diskussion zwischen zwei Ratern, in 8% wurde der dritte Rater involviert
Todorov et al., 2013 (34)	Großbritannien, englisch	Gesamt n=479; Personen aus einer Memory-Klinik mit DAT (n=285), vaskulärer Demenz (n=194); final waren n=418 Sätze nutzbar	-	Analyse des Satzes aus dem MMST mittels 101 syntaktischer Variablen, unter anderem 1) Anzahl Wörter, 2) Maximale Wortlänge, 3) Anzahl der Adjektive, ...	Automatisierte Erfassung mit <i>Stanford Syntactic Parser</i>

1.3.2 Empirische Daten zum Inhalt der Sätze aus dem MMST

Rösler et al. (2005) untersuchten an einer deutschsprachigen Stichprobe von 50 kognitiv gesunden und 100 an Demenz erkrankten Personen den jeweiligen Inhalt des Satzes aus dem MMST (28). Demnach weisen vor allem bizarre, nicht-lesbare Sätze und inadäquater emotionaler Inhalt auf eine Demenzerkrankung hin (28). Als bizarr wurden Sätze wie „Bismarck lebt im Sächsischen Wald“ klassifiziert (28). Eine weitere Studie kam zu dem Ergebnis, dass die Sätze von Personen mit einer Demenz optimistischer formuliert sind und mehr Liebesbekundungen enthalten (26). Corallo et al. (2019) stellten bei Personen mit einer Demenz fest, dass die Inhalte der Sätze aus dem MMST weniger abstrakt und zunehmend konkreter wurden (30). Dies deutet aus Sicht der Autoren auf einen Wechsel vom abstrakten zum konkreten Denken hin, der sich mit Veränderung von einem MCI zu einer Demenz vollzieht (30). Für die Untersuchung wurden die Sätze in thematische Gruppen eingeordnet. Sätze, in denen Themen wie „Wetter“, „Religion“ und „Gefühle“ vorkamen, wurden als abstrakt klassifiziert (30). Sätze mit Themen wie „Familie“ oder „Arbeit“ wurden hingegen als Hinweis auf ein konkretistisches Denken gewertet (30). Foreman et al. (1993) gingen ferner der Frage nach, ob der Satz aus dem MMST zur Diagnostik eines akuten Delirs genutzt werden kann (27). Sie ordneten die Sätze nach den Themen „Familie“, „Erfahrung mit Hospitalisation“, „Testumstände“, „Faktenwissen“ oder „Floskeln“ und „nicht interpretierbar“ ein (27). Ein Zusammenhang zwischen dem Thema des Satzes und der zukünftigen Entwicklung eines Delirs war jedoch nicht nachweisbar (27). Ebenso war das Thema des Satzes unabhängig von Alter, Geschlecht und Bildungsniveau (27).

Andere Untersuchungen bestimmten zunächst die Polarität der Sätze des MMST, also ob diese positiv, neutral oder negativ formuliert waren. Im Anschluss wurde jeweils der Zusammenhang der Satzpolarität mit verschiedenen Variablen wie dem kognitiven Gesamtniveau, der Depressivität sowie der gesundheitsbezogenen Lebensqualität untersucht. McCarthy et al. (2004) stellten bei ihrer Betrachtung des Gesamtwertes im MMST und der Satzpolarität einen signifikanten Unterschied fest (29). Der MMST-Gesamtscore von Personen, die positive Sätze verfassten, war signifikant höher als von Personen, die neutrale oder negative Sätze schrieben (29). Es ergab sich der Trend, dass eine negative Satzpolarität bei Personen ohne Demenzdiagnose mit höheren Depressionswerten in der *Hospital Anxiety and Depression Scale* (HADS-D) assoziiert war (33). Auch Sniatecki et al. (2017) resümierten aus ihrer querschnittlichen Untersuchung an einer deutschsprachigen Stichprobe von Personen mit

Demenz, dass der geschriebene Satz aus dem MMST Hinweise auf ihr Befinden gibt (32). Negativ gefärbte Sätze wie zum Beispiel „Ich bin arm“, „Ich bin müde“ oder „Ich möchte schlafen“ waren mit einer geringeren gesundheitsbezogenen Lebensqualität verbunden (32). Press et al. (2012) wiesen sogar einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Satzpolarität und der Diagnose einer Depression nach (31). Depressive Personen schrieben demnach signifikant häufiger einen negativen Satz wie zum Beispiel „Mein Leben ist sehr hart“ (31).

1.3.3 Empirische Daten zu linguistischen Aspekten der Sätze aus dem MMST

Einige Untersuchungen zur Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST haben sich mit linguistischen Aspekten des geschriebenen Satzes befasst, beispielsweise der Anzahl der Wörter. Die meisten Studien stellten dabei übereinstimmend fest, dass Personen mit einer Demenz im Mittel deutlich weniger Wörter schrieben als Personen mit MCI und eine gesunde Kontrollgruppe (30, 31). Zudem konnten zwei Studien unabhängig voneinander sowohl für eine Stichprobe geriatrischer Patientinnen und Patienten (29) als auch für eine Stichprobe von Personen mit Demenz (30) eine signifikante positive Korrelation zwischen der Anzahl der Wörter und dem Gesamtwert im MMST nachweisen (29, 30). Im Gegensatz dazu konnten Shenkin et al. (2008) den Zusammenhang zwischen der Anzahl der Wörter im Satz und dem Grad der kognitiven Beeinträchtigung in ihrer Untersuchung an Personen ohne Demenzdiagnose nicht belegen (33). Laut Corallo et al. (2019) kann die Anzahl der Wörter hingegen sogar als wichtiger klinischer Marker für die Veränderung von einer leichten kognitiven Störung zu einer Demenz bezeichnet werden (30). Die Anzahl der Wörter sowie die grammatikalische Komplexität im Satz erwiesen sich in einer weiteren Untersuchung zudem als unabhängig von Alter, Geschlecht und Bildungshintergrund (24).

Neben der Anzahl der Wörter wurde in einer weiteren Studie auch Interpunktion, syntaktische Fehler und Rechtschreibfehler (27) als linguistische Maße der Aufgabe „Satz schreiben“ betrachtet. Syntaktische Fehler betrafen insbesondere die Satzstellung und waren durch das Fehlen von Artikeln oder Präpositionen gekennzeichnet (27). Die Analyse des Satzes aus dem MMST zeigte in Bezug auf die Interpunktion jedoch, dass diese auch bei kognitiv gesunden Personen oft fehlte (27). Bislang hat sich nur eine Untersuchung zur Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST an einer englischsprachigen Stichprobe mit der grammatikalischen Person, dem Numerus und dem Verbtempus befasst (33). Befunde für deutschsprachige Stichproben liegen dazu noch nicht vor. Laut Todorov et al. (2013) können linguistische Variablen wie die Anzahl

der Wörter, die maximale Wortlänge sowie die Anzahl der Adjektive mehr Hinweise zur Demenzform liefern als zwei Drittel der ursprünglichen Aufgaben im MMST (34).

1.3.4 Einordnung der empirischen Datenlage zur Aufgabe „Satz schreiben“

In der Zusammenschau der vorliegenden Studien lag der Fokus zumeist auf dem Inhalt der Sätze und der Einordnung der Satzinhalte in verschiedene Kategorien. Positiv hervorzuheben ist, dass durch die Bildung von Kategorien standardisierte Bewertungskriterien vorgegeben wurden. Damit war eine Vergleichbarkeit der verschiedenen Sätze möglich, obwohl die offene Formulierung der Aufgabe „Satz schreiben“ einen solchen Vergleich eigentlich ausschließt. Zudem muss positiv angemerkt werden, dass die Satzinhalte in vielen Studien durch mindestens zwei Personen bewertet wurden, so dass eine Bestimmung der Interrater-Reliabilität möglich war (siehe Tabelle 1).

Linguistische Aspekte des Satzes aus dem MMST wurden bislang lediglich an nicht-deutschsprachigen Stichproben untersucht (siehe Tabelle 1). Studienergebnisse zu linguistischen Aspekten sind jedoch nur eingeschränkt auf andere Sprachen übertragbar. Ein Rückschluss auf linguistische Aspekte der geschriebenen Sprachproduktion von deutschsprachigen Personen ist auf Basis der vorliegenden internationalen Studien nicht uneingeschränkt zulässig, da sich die linguistischen Prozesse abhängig von der Sprache unterscheiden können (35). Je nach Sprache werden zum Beispiel die Verarbeitungswege bei der geschriebenen Sprachproduktion unterschiedlich aktiviert (35).

Ein einzelner, spontan geschriebener Satz erlaubt schon aufgrund seiner Länge keine komplexen linguistischen Analysen (34). Zur Erfassung einer Agraphie wird allerdings unter anderem auch die Analyse eines Satzes mit Blick auf die Satzlänge, die Rechtschreibung, die Grammatik, die Wortwahl oder die Interpunktion empfohlen (22). Da noch keine linguistischen Aspekte des Satzes aus dem MMST an deutschsprachigen Stichproben untersucht wurden, soll das mit der vorliegenden Arbeit erstmalig erfolgen. Dazu sollen linguistische Bewertungsvariablen für die Aufgabe „Satz schreiben“ aus verschiedenen linguistischen Strukturebenen ausgewählt und im Rahmen dieser Studie explorativ untersucht werden.

1.4 Die geschriebene Sprachproduktion

Im folgenden Kapitel wird auf die kognitive Neuropsychologie der Sprache eingegangen. Um einen Überblick der geschriebenen Sprachproduktion zu erhalten, werden die

zugrundeliegenden Prozesse, die beim Schreiben eines Satzes involviert sind, anhand eines linguistischen Sprachproduktionsmodells dargestellt. Im Anschluss soll auf die verschiedenen linguistischen Strukturebenen, nach denen die linguistischen Bewertungsvariablen für die Aufgabe „Satz schreiben“ in dieser Arbeit ausgewählt wurden, eingegangen werden.

Die Produktion geschriebener Sprache ist eine komplexe Handlung (36), die in zentrale und periphere kognitive Prozesse unterteilt wird (37). Während die zentralen kognitiven Prozesse das linguistische und orthographische Langzeit- und Arbeitsgedächtnis betreffen, sind die peripheren kognitiven Prozesse vor allem am Output, also an der visuellen und motorischen Umsetzung des Schreibens beteiligt (37). Zur Darstellung der Sprachverarbeitung können Modelle wie das Logogen-Modell von Morton (1980) verwendet werden (38, 39). Damit lassen sich die allgemeinen Verarbeitungs- sowie Störungsmechanismen der geschriebenen Sprachproduktion beschreiben (38, 40). Das Modell ist auf Einzelwortebene (39, 40) sowohl für das spontane Schreiben (40), das Schreiben nach Diktat als auch für Aufgaben zum schriftlichen Benennen von Objekten einsetzbar (38).

Das Logogen-Modell umfasst drei Schreibrouten: eine lexikalische, eine semantisch-lexikalische und eine nicht-lexikalische Schreibroute (38). Abhängig von der Schreibaufgabe und der Gebrauchsfrequenz der zu schreibenden Wörter werden die Routen unterschiedlich aktiviert (38). Die nicht-lexikalische Schreibroute ist vor allem bei nicht-existierenden Wörtern oder Neologismen aktiv und ebenso wie die lexikalische Schreibroute unabhängig vom semantischen System funktionsfähig (38, 41). Da nicht-existierende Wörter und Neologismen keinen lexikalischen Eintrag haben und demnach nicht im semantischen Lexikon gespeichert sind, werden sie segmental über die nicht-lexikalische Route verarbeitet (41). Bei der semantisch-lexikalischen Schreibroute erfolgt die Verarbeitung der Wörter hingegen mit Bedeutungszugriff, also mit Aktivierung des semantischen Systems (41). Das Logogen-Modell besteht aus In- und Output-Lexika, dem semantischen System, den bereits genannten Schreibrouten und verschiedenen Arbeitsspeichern (*Buffer*) (41). Das semantische System ist als Wissensspeicher für die Bedeutungskonzepte zu verstehen (41). Die phonologischen bzw. orthographischen Lexika speichern auditive und graphematische Wortformen sowie dazugehörige Informationen wie Wortlänge oder Schreibweise (41). Die *Buffer* dienen der kurzfristigen Speicherung von Informationen, die weiterverarbeitet werden sollen (41).

Beim spontanen Schreiben eines Wortes wird immer die semantisch-lexikalische Schreibroute aktiviert (40). Dabei erfolgt der Zugriff direkt über die Wortbedeutung (also das semantische

System) auf die gespeicherten Wortformen (orthografisches Output-Lexikon) (40). Es ist davon auszugehen, dass diese Prozesse auch bei der Aufgabe „Satz schreiben“ des MMST ablaufen, da überwiegend bekannte, existierende Wörter und Wortformen eingesetzt werden.

Beim Schreiben bekannter Wörter nach Diktat kann allerdings alternativ zur semantisch-lexikalischen auch die lexikalische Schreibroute aktiviert werden (40). Dabei wird das zu schreibende Wort in einzelne Phoneme zerlegt und zunächst über das phonologische Input-Lexikon an das Output-Lexikon und schließlich an das orthographische Output-Lexikon weitertransportiert wird (38). Ein Phonem ist die kleinste Einheit der gesprochenen Sprache (42) und führt als Sprachlaut dazu, dass Wörter voneinander unterschieden werden können (43).

Semantisch-lexikalische und lexikalische Schreibroute aktivieren jeweils die gespeicherten Einheiten im orthografischen Output-Lexikon, die anschließend im graphematischen *Buffer* zwischengespeichert werden (38). Dort werden Informationen der sublexikalischen oder nicht-lexikalischen Einheiten, die Grapheme, aktiviert, die den peripheren Schreibprozess einleiten (38). Grapheme sind die kleinste unterscheidende Einheit der Schrift (44) und Bestandteile des Alphabets (43). Aneinandergereiht bilden Grapheme die phonematische Struktur von Wörtern (43).

1.4.1 Linguistische Strukturebenen

Sprachverarbeitungsmodelle wie das Logogen-Modell können zur Erklärung und Beschreibung zugrundeliegender Prozesse der Einzelwortverarbeitung genutzt werden (41). Zur Analyse von Sprache kann auch die linguistische Struktur, also die Form, der Inhalt und der Gebrauch von Sprache, näher betrachtet werden. Dazu existieren fünf linguistische Strukturebenen, die weltweit einheitlich sind und die geschriebene und gesprochene Sprache auf Laut- (Phonetik und Phonologie), Wort- (Morphologie) und Satzebene (Syntax) sowie hinsichtlich der Bedeutungsebenen Semantik und Pragmatik untersuchen (44). Die Semantik beschäftigt sich mit der Bedeutung von Wörtern und Sätzen (44). Die Pragmatik untersucht hingegen den Einsatz und die Interpretation von Äußerungen in Abhängigkeit zur jeweiligen sozialen Kommunikationssituation (44). Die Strukturebenen repräsentieren eine hierarchische Struktur der Sprachverarbeitung, die ausgehend von der Phonetik und Phonologie bis hin zur Semantik an Komplexität zunimmt (45). Um die quantitativen und qualitativen Aspekte der geschriebenen und gesprochenen Sprachproduktion abbilden zu können, existieren für jede der fünf Strukturebenen verschiedene linguistische Variablen (46). Im Folgenden werden die

Strukturebenen Morphologie, Syntax und Semantik, aus denen die neuen linguistischen Bewertungsvariablen ausgewählt wurden, kurz dargestellt. Da sich die vorliegende Arbeit nicht mit der Produktion von Sprachlauten und Lautstrukturen beschäftigt und auch nicht den Sprachgebrauch oder die Bedeutung von Sprache in sozialen und zwischenmenschlichen Kommunikationssituationen analysiert, werden die Bereiche Phonetik, Phonologie und Pragmatik nicht weiter behandelt.

1.4.2 Morphologie

Die Morphologie untersucht Wörter hinsichtlich ihrer Form und Struktur (44) und beschäftigt sich mit den kleinsten linguistischen Einheiten, den Morphemen (45). Morpheme werden als kleinste bedeutungstragende Einheit von Phonemen und Graphemen beschrieben (42). Sie werden demnach in der mündlichen Sprachproduktion durch Phoneme und in der schriftlichen Sprachproduktion durch Grapheme abgebildet. Die Gesamtheit aller Morpheme einer Sprache bildet das Lexikon (45). Das mentale Lexikon wird als eine Art Wörterbuch bezeichnet, das Informationen über Regeln zur Bildung von Wortformen bereithält (47). Für die Bildung von Wortformen bedarf es der Flexion (47). Die Flexion von Verben wird als Konjugation bezeichnet (48). Die Verben werden dabei nach Person (1., 2. oder 3.), Numerus (Singular oder Plural), Tempus (Zeitform) und Modus (Indikativ, Konjunktiv, Imperativ) konjugiert (48). Unter Deklination wird die Flexion von Nomen, Adjektiven, Artikeln und Pronomen verstanden (48). Nomen werden nach Kasus (Nominativ, Genitiv, Dativ, Akkusativ) und Numerus dekliniert. Adjektive, Artikel und Pronomen können zusätzlich noch nach Genus (grammatisches Geschlecht) und Person dekliniert werden (48). Um die Form und Struktur geschriebener Wörter zu analysieren, bieten sich demnach Variablen an, die zum Beispiel die korrekte Schreibweise und Flexion von Wörtern erfassen.

1.4.3 Syntax

Die Syntax untersucht die Struktur von Sätzen, beispielsweise hinsichtlich der Reihenfolge der im Satz vorkommenden Wörter (48). Wörter werden dabei als kleinste syntaktische Einheit bezeichnet (48). Sie können nach bestimmten Kriterien zu Wortarten klassifiziert werden, beispielsweise nach morphosyntaktischen Kriterien in flektierbar und nicht-flektierbar (48). Die Syntax besteht neben Wörtern aus Konstituenten, Phrasen und Teilsätzen (48). Konstituenten und Phrasen bezeichnen unterschiedlich zusammengehörige Wörter oder

Gruppen von Wörtern (48). Als Teilsatz kann ein Nebensatz bezeichnet werden, der definitionsgemäß Teil eines anderen Satzes ist (48).

Um die Komplexität gesprochener und geschriebener Texte auf syntaktischer Ebene zu ermitteln, kann auf verschiedene Variablen und Methoden wie die Anzahl der Satzteile oder der Wörter zurückgegriffen werden (46, 49). Darüber hinaus können komplexere linguistische Vorgehensweisen zur Bestimmung der syntaktischen Komplexität angewandt werden, deren Einsatz wird vor allem bei längeren Textpassagen (49) und in Kombination mit mehreren sich ergänzenden Variablen empfohlen wird (50). Allerdings wird der Einsatz ökonomischer Variablen, wie das Zählen von Wörtern zur Bestimmung der syntaktischen Komplexität einer Aussage, nicht nur als hinreichend und aussagekräftig angesehen (51), sondern kommt auch oft in empirischen Untersuchungen zur Anwendung (52, 53). Neben der syntaktischen Komplexität kann ein Satz auch auf seine Vollständigkeit hin untersucht werden, zum Beispiel ob der Satz nach Produktion von Subjekt und Verb mittels Satzzeichen abgeschlossen wurde (22). Laut dem Duden beendet ein Punkt einen einfachen oder zusammengesetzten Satz und ist demnach ein neutrales Satzschlusszeichen (54). Auch das Leibniz-Institut für deutsche Sprache definiert den Punkt als Kennzeichnung des Schlusses eines Satzes (55). Interpunktionszeichen gehören zum Inventar alphabetischer Schriftsysteme und steuern den Leseprozess (56). Um die Struktur von Sätzen zu erfassen, bieten sich verschiedene Variablen wie die syntaktische Komplexität sowie die Erfassung des Satzzeichens an.

1.4.4 Semantik

Die Semantik beschäftigt sich mit Wörtern, ihrer Bedeutung und ihrem Einfluss auf die Bedeutung eines Satzes (57). Dabei wird die Semantik stets in Verbindung mit den übrigen Strukturebenen Morphologie und Syntax betrachtet (45).

Unabhängig von der jeweiligen Sprache drückt ein Satz einen Gedanken aus, dessen deskriptiver Inhalt als propositionaler Gehalt des Satzes bezeichnet wird (57). Der propositionale Gehalt ist als Maß der vermittelten Informationen für jeden Satz bestimmbar und wird oft auch als Ideendichte oder propositionale Dichte bezeichnet (58, 59). Die Ideendichte zeigt dabei die Komplexität eines Satzes an (59), die teils in Studien auch als Maß der syntaktischen Komplexität einer Äußerung bezeichnet wird (49). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird allerdings die Ideendichte entsprechend der überwiegenden Literatur als semantische Variable aufgefasst. Zur Bestimmung der Propositionen und des propositionalen

Gehalts eines Satzes gibt es unterschiedliche Vorgehensweisen. Eine automatisierte Berechnung ist durch Computerprogramme möglich, die bislang nur für die englische, nicht aber für die deutsche Sprache frei zugänglich sind (60). Alternativ kann der propositionale Gehalt einer Äußerung manuell durch einen Quotienten aus der Anzahl der Propositionen geteilt durch die Anzahl der Wörter berechnet werden (59). Dafür müssen zunächst die Propositionen einer Äußerung erfasst werden. Eine Bestimmung der Propositionen wird unter anderem bei Klabunde (2018) beschrieben (57). Demnach besteht ein Satz aus mehreren Propositionen, wenn diese durch Konjunktionen miteinander verbunden sind (57). Die Anzahl der verwendeten Konjunktionen lässt einen Rückschluss auf die Propositionen des Satzes zu. Der Satz „Ich bin in der Gedächtnissprechstunde“ drückt eine Proposition aus und gibt an, dass die Person in der Gedächtnissprechstunde ist. Wird hingegen der Satz „Ich bin in der Gedächtnissprechstunde und meine Familie wartet auf mich in einem Café“ formuliert, so werden zwei Propositionen ausgedrückt, die mittels der Konjunktion „und“ verbunden sind. Darüber hinaus existieren weitere differenzierte Vorgehensweisen zur Bestimmung der Propositionen und des propositionalen Gehalts wie unter anderem bei Wendelstein (2016) beschrieben (60). Hier wird eine Proposition als Einheit aufgefasst, die aus zwei Wortkonzepten (Relation und Argumenten) besteht (60). Zur Bestimmung des propositionalen Gehalts wird die Anzahl der Propositionen eines Textes durch die Anzahl der verwendeten Wörter dividiert und mit dem Faktor 10 multipliziert (60). Anhand dieses Quotienten lässt sich quantifizieren, wie viele Ideen pro zehn Wörter geäußert werden (60).

Der Erwerb der jeweiligen Erstsprache(n) erfolgt, unabhängig von der Kultur, in jeder Sprache ähnlich und hat die Bildung eines individuellen Wortschatzes zur Folge (44). Der Wortschatz formt sich ein Leben lang und speichert sprachliches Wissen im Gedächtnis ab (44). Personen entwickeln im Laufe des Lebens individuelle Vorlieben für bestimmte grammatikalische Strukturen, was in einen ganz eigenen Sprachstil resultiert (44). Zur Bestimmung des Wortschatzes – auch lexikalische Reichhaltigkeit genannt – finden lexiko-semantische Variablen wie beispielsweise die *Type Token Ratio (TTR)* oder *Brunét's Index* Anwendung (61). Die *TTR* ist dabei ein einfaches Maß zur Ermittlung des Umfangs des Wortschatzes (61). Sie ist das am weitesten verbreitete Maß für die lexikalische Reichhaltigkeit (60) und korreliert positiv mit der Länge des zu untersuchenden Textes (61). *Brunét's Index* wird im Gegensatz zur *TTR* als weniger abhängig von der zu analysierenden Textlänge beschrieben (61). Beide Indizes setzen auf verschiedene Weise die Wörter eines Textes ins Verhältnis zu ihrer Anzahl (61). Dabei sind sowohl die Gesamtlänge des Textes als auch der gesamte verwendete

Wortschatz von Bedeutung (61). In Kapitel 2.3.3 wird detailliert auf die Bestimmung der Variablen zur lexikalischen Reichhaltigkeit eingegangen.

Neben der lexikalischen Reichhaltigkeit und dem propositionalen Gehalt können zur weiteren semantischen Analyse eines Satzes semantische Fehler in Form von Substitutionen oder Neologismen herangezogen werden (46). Semantische Fehler kommen vor, wenn der Zugriff zum semantischen Lexikon und damit der Wortfindungsprozess gestört ist (43) und Unterscheidungsmerkmale nicht aktiviert werden können (62). Es kommt zu Wortfindungsstörungen. Oft wird das fehlende Wort mit anderen Worten umschrieben oder durch Füllwörter wie „Dings“ ersetzt (43). Alternativ werden semantische Paraphrasen, also ein anderes Wort derselbe Wortklasse, produziert (43, 62). Semantische Paraphrasen werden auch Substitutionen genannt (43, 46), da sie die Ersetzung des fehlenden Wortes durch ein semantisch verwandtes Wort umfassen (46) wie zum Beispiel „Stuhl“ für „Tisch“. Wortfindungsstörungen können auch aus einer Störung des Zugriffs vom semantischen auf das phonematische Lexikon resultieren (43). Dies äußert sich durch phonematische Paraphrasen oder Neologismen (43). Neologismen sind Wörter, die phonematisch oder semantisch in einer Sprache nicht vorkommen (63). Sie entstehen zum Beispiel als Ergebnis einer fehlerhaften Suche im phonematischen Lexikon und durch die wahllose Aneinanderreihung von Sprachlauten (43). Die Wortneuschöpfung ist dabei so entstellt, dass das ursprüngliche Wort nicht mehr erkennbar ist (43). Zur semantischen Analyse einer geschriebenen Äußerung stehen demnach unter anderem Variablen zur Erfassung semantischer Fehler, der lexikalischen Reichhaltigkeit sowie des propositionalen Gehalts zur Verfügung.

1.5 Die Störung der geschriebenen Sprachproduktion

Im folgenden Kapitel soll auf die Störung der geschriebenen Sprachproduktion eingegangen werden. Zudem werden Befunde zu Veränderungen der geschriebenen Sprache bei DAT und MCI in Bezug auf die linguistischen Strukturebenen Morphologie, Syntax und Semantik dargestellt. Diese sind für die spätere Auswahl der linguistischen Bewertungsvariablen in dieser Arbeit von Bedeutung.

Die Störung der geschriebenen Sprachproduktion wird als Agraphie oder Dysgraphie bezeichnet (43). Die Begriffe werden teilweise synonym verwendet und die Definitionen in der Literatur sind nicht immer einheitlich. Eine Agraphie oder Dysgraphie wird als Störung des Schreibens als Folge einer erworbenen Hirnschädigung definiert (40). Dabei muss der Prozess

des Schreiberbergs bereits abgeschlossen sein (40). Tiu und Carter (2020) unterscheiden bei der Agraphie analog zur Sprachproduktion (vgl. hierzu auch Kapitel 1.4) in eine zentrale und periphere Form (22). Diese Unterscheidung wird auch für die Dysgraphie vorgenommen (40).

Die zentrale Form ist dabei durch eine Störung der linguistischen Prozesse gekennzeichnet und betrifft vor allem die Wortform und die Bedeutung von geschriebenen Wörtern (40). Zur Diagnostik einer zentralen Agraphie sollte die geschriebene Äußerung auf Rechtschreibung, Grammatik, Satzlänge und Satzzeichen geprüft werden (22). Um verschiedene Formen der zentralen Störung zu unterscheiden, kann das Logogen-Modell auf Basis der gestörten Schreibrouten verwendet werden (40). Bei einer zentralen Agraphie wird vor allem die Umwandlung der phonematischen Struktur in Grapheme über das orthographische Lexikon (43) oder die Phonem-Graphem-Konversion als gestört angenommen.

Eine periphere Agraphie ist laut Tiu und Carter (2020) gekennzeichnet durch die Störung der motorischen Prozesse beim Schreiben (22). Das betrifft die Umsetzung der Grapheme in geschriebene Buchstaben (43). Huber (2000) bezeichnet die periphere Agraphie auch als reine Agraphie, bei der vor allem die Aktivierung der Buchstabenprogramme und der konstruktiven Merkmale des Schreibens gestört sind, jedoch nicht das alphabetische Wissen über die Wörter (64). Die reine Agraphie resultiert nach Huber (2000) primär aus Läsionen parietookzipitaler Regionen der linken Hemisphäre (64).

Die zentrale Störungsform des Schreibens wird von Huber (2000) als Dysgraphie bezeichnet, die neben der geschriebenen Sprachproduktion immer auch die gesprochene Sprache im Sinne einer Aphasie betrifft (64). Es wird zusätzlich in eine lexikalische und phonologische Dysgraphie unterschieden (64). Eine lexikalische Dysgraphie wird auch als Oberflächendysgraphie bezeichnet (64), bei der nur noch die nicht-lexikalische Schreibroute aus dem Logogen-Modell zum Einsatz kommen kann. Bei der phonologischen Dysgraphie, auch Tiefendysgraphie genannt, ist das ganzheitliche lexikalische Verarbeiten intakt und die nicht-lexikalische Schreibroute beeinträchtigt, so dass nur neologistische Wörter nicht geschrieben werden können (64). Die zugrundeliegenden Hirnläsionen zentraler Störungen finden sich überwiegend in den perisylvischen Regionen, der Insel, dem Wernicke-Areal sowie in den Stammganglien (64).

Ursächlich für die zentrale Schreibstörung können Schädigungen kortikaler Zentren für Sprachverarbeitung und dazugehöriger subkortikaler Strukturen durch neurodegenerative

Erkrankungen, Traumata, Schlaganfälle, Tumore oder Infektionen sein (22). Die Pathophysiologie der Störung der geschriebenen Sprachproduktion ist bisher noch nicht vollständig verstanden (22). Es werden vor allem Netzwerke zur Verarbeitung der geschriebenen Sprachproduktion angenommen, die durch die kortikalen bzw. subkortikalen Läsionen in unterschiedlicher Art und Weise gestört sind (22).

Bislang fehlen Leitlinien sowie konkrete Kriterien zur Diagnostik einer Agraphie. Daher basiert die Diagnostik zentraler Agraphien überwiegend auf der Überprüfung der zwei lexikalischen und sublexikalischen (40) bzw. nicht-lexikalischen Schreibrouten. In der Literatur wird zur validen Diagnostik einer zentralen Agraphie der Einsatz verschiedener Aufgaben wie das schriftliche Benennen von Objekten, das Schreiben regulärer und irregulärer Wörter nach Diktat, das Schreiben von Buchstaben und unbekanntem Wörtern nach Diktat (40) empfohlen. Ebenso kann das spontane Schreiben eines Satzes, des eigenen Namens oder die schriftliche Beschreibung eines Bildes zur Diagnostik genutzt werden (20). Dabei muss angemerkt werden, dass die eingesetzten Methoden oft nur Aussagen auf Einzelwortebene zulassen (40). Schreibstörungen auf Satz- oder Textebene werden hingegen selten untersucht, obwohl sie eine ähnliche klinische Relevanz haben (40).

1.5.1 Agraphie bei DAT

Bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die Agraphie bei einer DAT untersucht. Der Namensgeber der DAT, der Arzt Alois Alzheimer, stellte schon bei seiner ersten Patientin Auguste D. eine Störung der geschriebenen Sprachproduktion fest und diagnostizierte eine „amnestische Schreibstörung“ (65). Heutzutage wird die Agraphie als ein frühes Symptom der DAT klassifiziert (66, 67). Noch bevor Störungen der gesprochenen Sprache auftreten, ist die geschriebene Sprachproduktion oftmals bereits schwerwiegender gestört (23). Zum Verlauf der Agraphie im Rahmen der Erkrankung gibt es unterschiedliche Annahmen. Einige Autoren gehen von einem hierarchischen und fortschreitenden Verlauf aus (23, 67), der mit einer zentralen Agraphie beginnt und sich im Verlauf der Erkrankung zu einer peripheren Agraphie entwickelt. Der Abbauprozess der geschriebenen Sprachproduktion verläuft demnach in drei Phasen (23, 67). In der ersten Phase, in der die Demenz noch leichtgradig ausgeprägt ist, offenbaren sich lexiko-semantische Störungen (67), die als semantische Agraphie bezeichnet werden. Die Personen vermeiden in dieser Phase, etwas spontan zu schreiben und ihre geschriebenen Äußerungen sind unvollständig (23). Die zweite Phase, in der die Demenz

unterschiedlich fortgeschritten sein kann, ist geprägt durch eine lexikalische Agraphie, die vor allem irreguläre und weniger häufige Wörter betrifft (23). Lexikalische Defizite werden teils vom phonologischen Rechtschreibsystem kompensiert, was jedoch nicht immer fehlerfrei gelingt (23). In der letzten und dritten Phase ist die Demenz weit fortgeschritten (67) und die phonologische Rechtschreibung sowie die peripheren Komponenten des Schreibens sind gestört (23). Aufgrund der peripheren Agraphie sind die Personen schließlich nicht mehr in der Lage etwas zu schreiben (67). Nicht alle Autoren stützen die Annahme eines einheitlichen Verlaufs der Agraphie im Rahmen einer DAT. Lambert et al. (2007) relativieren die Aussagen von Platel et al. (1993) auf Basis ihrer Untersuchung und gehen vielmehr von individuellen und heterogenen Verläufen der Agraphie aus (66). Dabei können sowohl Merkmale einer zentralen als auch einer peripheren Agraphie vorhanden sein (66). Im Folgenden werden differenzierte Befunde zur geschriebenen Sprachproduktion bei einer DAT hinsichtlich der Veränderungen in den drei linguistischen Strukturebenen Morphologie, Syntax und Semantik dargestellt.

1.5.1.1 Morphologische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei DAT

Die Morphologie der geschriebenen Sprache von Personen mit DAT wurde bisher kaum isoliert betrachtet. Untersuchungen zeigen, dass Personen mit DAT beim Schreiben eines Textes im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe signifikant mehr Rechtschreibfehler machen (68). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Rechtschreibfehler im Verlauf der Erkrankung noch weiter zunehmen (68). Auch scheint die Rechtschreibung abhängig von der Länge der Wörter gestört zu sein (69). Bei Personen mit DAT kamen Rechtschreibfehler signifikant häufiger bei längeren als bei kürzeren Wörtern vor (69). Studien zur gesprochenen Sprachproduktion konnten zudem aufzeigen, dass Personen mit DAT mehr Fehler der Wortflexion machten als die gesunde Kontrollgruppe (46, 70).

Die Befunde zu morphologischen Veränderungen der geschriebenen Sprache bei DAT legen nahe, dass im Rahmen der Erkrankung die Rechtschreibung und die Wortflexion beeinträchtigt sein können. Ebenso scheint die Länge der Wörter einen Einfluss auf die Schreibleistung zu haben.

1.5.1.2 Syntaktische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei DAT

Syntaktische Veränderungen, wie eine progrediente Vereinfachung der geschriebenen Äußerungen, können bereits ein früher Hinweis auf eine DAT sein (71). Die Vereinfachung drückt sich durch kürzere Sätze aus, die aus weniger Teilsätzen und Konjunktionen bestehen (71). Mit Fortschreiten der Erkrankung nimmt die Anzahl von Konjunktionen im Satz weiter

ab und kann damit einen Hinweis auf den Schweregrad einer DAT liefern (71). Eine vergleichende Untersuchung geschriebener Texte von Personen mit SCD sowie Personen mit MCI und DAT zeigte, dass die syntaktische Komplexität mit zunehmender kognitiver Beeinträchtigung ebenfalls abnimmt und ein signifikanter Prädiktor für die genannten Diagnosen sein kann (49). Im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe ist die Struktur geschriebener Sätze bei Personen mit leichter (*Clinical Dementia Rating Scale*, CDR 1) und mäßiger (CDR 2) DAT allerdings insgesamt nicht fehleranfälliger und grammatikalisch korrekt (71). Die empirischen Befunde zu syntaktischen Veränderungen der geschriebenen Sprache zeigen auf, dass die Satzlänge, die syntaktische Komplexität sowie die korrekte Grammatik zur Bewertung geschriebener Äußerungen von Personen mit DAT herangezogen werden können.

1.5.1.3 Semantische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei DAT

In der Literatur wird davon ausgegangen, dass eine Störung des lexiko-semantischen Systems der geschriebenen Sprache bereits zu Beginn einer DAT vorhanden ist (23, 67). Bei schriftlichen Aufgaben fallen zum Beispiel bei Personen mit DAT im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe mehr semantische Fehler (72), semantische Paraphasien (73) oder irrelevante semantische Intrusionen (74) auf. Dadurch werden die schriftlichen Äußerungen insgesamt unpräziser. Laut Engelmann et al. (2010) ist eine niedrigere Anzahl von Propositionen in geschriebenen Äußerungen im jungen Erwachsenenalter mit einem höheren Risiko assoziiert, zu einem späteren Zeitpunkt eine DAT zu entwickeln (75). Auch die Abnahme der lexikalischen Reichhaltigkeit schriftlicher Äußerungen kann bereits Jahre vor der Diagnose einer DAT ein erstes Anzeichen einer Demenz sein (76). Bei der Analyse von Büchern zweier britischer Schriftstellerinnen, die im Laufe ihres Lebens an einer DAT erkrankt sind, konnte über die Zeit eine progrediente Abnahme des Wortschatzes mittels *TTR* nachgewiesen werden (76). Die dargestellten Befunde legen nahe, dass sich sowohl semantische Fehler als auch der propositionale Gehalt oder die lexikalische Reichhaltigkeit zur Analyse der Semantik schriftlicher Äußerungen anbieten.

1.5.2 Geschriebene Sprache bei MCI

Die geschriebene Sprachproduktion ist bei Personen mit MCI zunächst unbeeinträchtigt (77). Erst mit Fortschreiten der kognitiven Beeinträchtigung in das Stadium einer DAT scheint sich auch die Schreibfähigkeit zu verschlechtern, wie eine Untersuchung an einer chinesischen Stichprobe zeigte (77). Im Folgenden sollen die wenigen Ergebnisse dargestellt werden, die zu

den drei linguistischen Strukturebenen Morphologie, Syntax und Semantik bei MCI veröffentlicht wurden.

1.5.2.1 Morphologische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei MCI

Morphologische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei MCI wurden bisher kaum untersucht. Eine Studie von Jokel et al. aus dem Jahr 2019 stellte fest, dass Personen mit aMCI beim Buchstabieren von Wörtern nicht signifikant mehr Fehler machen als eine gesunde Kontrollgruppe (78).

1.5.2.2 Syntaktische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei MCI

Auch zu syntaktischen Veränderungen der geschriebenen Sprache bei MCI gibt es bislang wenig Befunde. Eine Untersuchung aus dem Jahr 2020 konnte deskriptiv zeigen, dass die durchschnittliche Anzahl der Wörter schriftlicher Äußerungen bei Personen mit MCI im Vergleich zu Personen mit SCD niedriger ist (49). In der Untersuchung wurde die narrative Schreibaufgabe aus dem *Boston Diagnostic Aphasia Examination*-Test von Goodglass und Kaplan (1972) (79) eingesetzt, die eine schriftliche Bildbeschreibung vorsieht (49). Die Ergebnisse zeigen, dass eine signifikante Verbindung zwischen der syntaktischen Komplexität und dem Grad der kognitiven Störung besteht (49).

1.5.2.3 Semantische Veränderungen der geschriebenen Sprache bei MCI

Zu semantischen Fehlern in der geschriebenen Sprache von Personen mit MCI gibt es unterschiedliche Befunde. Während eine Untersuchung anhand verschiedener Schreibaufgaben aufzeigen konnte, dass Personen mit MCI im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe signifikant mehr semantische Fehler (Wortsubstitutionen) machten (77), konnte eine weitere Studie anhand einer Bildbeschreibungsaufgabe keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen nachweisen (72). Eine Studie, die die lexikalische Reichhaltigkeit geschriebener Äußerungen mittels *TTR* untersuchte, zeigte bei Personen mit MCI geringere Werte als bei der gesunden Kontrollgruppe (80). Das Ergebnis war jedoch nicht statistisch signifikant (80). Hinsichtlich der propositionalen Dichte schriftlicher Äußerungen konnte kein Unterschied zwischen Personen mit aMCI und einer gesunden Kontrollgruppe festgestellt werden (81).

1.6 Ziele und Fragestellungen der vorliegenden Arbeit

Der MMST wird weltweit als eines der bekanntesten kognitiven Screeningverfahren zur Früherkennung von Demenzerkrankungen eingesetzt (16). Auch im Rahmen einer

ausführlichen neuropsychologischen Leistungsdiagnostik findet er als Bestandteil der CERAD-Plus Testbatterie Anwendung (14). Die Störung der geschriebenen Sprachproduktion im Sinne einer Agraphie gilt als eines der frühen Symptome im Rahmen einer DAT (66). Eine ausführliche Sprachdiagnostik mittels verschiedener Aufgaben zur Spontansprache, zum Schreiben, Sprachverständnis, Nachsprechen oder Lesen findet jedoch in der Demenzdiagnostik bislang kaum Beachtung (82). Die geschriebene Sprache wird oftmals nur anhand der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST erfasst. Bislang sind die Bewertungskriterien dieser Aufgabe allerdings nicht differenziert genug, um Aussagen über die geschriebene Sprachproduktion oder über eine mögliche Störung zu treffen.

In der vorliegenden Arbeit werden daher 19 neue linguistische Bewertungsvariablen für die Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST explorativ untersucht. Diese Variablen wurden durch die Autorin dieser Arbeit unter Berücksichtigung der Literaturbefunde und theoretischer Überlegungen nach den linguistischen Strukturebenen Morphologie, Syntax und Semantik ausgewählt. Ziel ist es, durch den Einsatz der neuen Bewertungsvariablen, Rückschlüsse auf Veränderungen der geschriebenen Sprachproduktion im Rahmen einer DAT ziehen zu können. Ebenso soll geprüft werden, ob eine zentrale Agraphie mittels der Aufgabe „Satz schreiben“ nachweisbar ist. Dazu soll ein anwenderfreundlicher Gesamtindex zur alternativen Bewertung der Aufgabe im MMST etabliert werden, der die Ökonomie des Screeningverfahrens im Sinne einer schnellen Durchführbarkeit nicht verändert.

Daraus lassen sich zwei allgemeine Fragestellungen für die vorliegende Arbeit ableiten:

- I. Kann der geschriebene Satz im MMST unter Verwendung neuer linguistischer Bewertungsvariablen Hinweise auf sprachliche und kognitive Veränderungen geben?
- II. Kann die geschriebene Sprache ein Indikator für eine kognitive Beeinträchtigung sein?

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine explorative Studie, so dass unter Berücksichtigung der Literaturbefunde keine zu prüfenden Hypothesen, sondern spezifische Fragen formuliert wurden.

Empirische Befunde zur geschriebenen und gesprochenen Sprachproduktion bei Demenzerkrankungen, insbesondere bei DAT, zeigen, dass unter anderem linguistische Variablen wie Rechtschreibfehler (68), Fehler der Wortflexion (46, 70), Längenmaße wie

Wortlänge (83) oder Satzlänge (30, 31, 71), syntaktische Komplexität (49), grammatikalische Fehler (71), propositionaler Gehalt (75), lexikalische Reichhaltigkeit (76) sowie semantische Fehler (72) Hinweise auf das Vorliegen einer Demenzerkrankung geben. Daher soll die folgende Fragestellung querschnittlich untersucht werden:

- Frage 1: Welche der 19 neuen linguistischen Bewertungsvariablen für die Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST können zwischen den Gruppen SCD, MCI und DAT diskriminieren?

Die Bewertungsvariablen sollen vor dem Hintergrund der Testökonomie nicht zu komplex gestaltet sein und zu viel Zeit bei der Auswertung in Anspruch nehmen. Um den Grad der Komplexität zu reduzieren, wird zunächst untersucht, welche Kombination an Bewertungsvariablen am besten zwischen den Gruppen diskriminieren kann. Diese sollen schließlich zu einem Gesamtindex kombiniert werden. Explorativ soll untersucht werden, ob die Gruppenzugehörigkeit mittels Gesamtindex besser prädiziert werden kann als durch die einzelnen Variablen. In diesem Zusammenhang sollen folgende Fragen untersucht werden:

- Frage 2: Welche Kombination von Bewertungsvariablen diskriminiert am besten zwischen den Gruppen?
- Frage 3: Kann ein Gesamtindex aus den signifikanten Bewertungsvariablen erstellt werden, der besser zwischen den Gruppen diskriminiert als die einzelnen Variablen?

Daraus ableitend ergibt sich die Frage, ob der neue Gesamtindex besser ist als die bisherige Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST. Daher soll auch folgende Fragestellung beantwortet werden:

- Frage 4: Kann der Gesamtindex besser zwischen den Gruppen diskriminieren als die bisherige Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST?

Um eine inhaltliche Redundanz der Bewertungsvariablen zu vermeiden soll überprüft werden, wie die neuen Variablen korrelieren. Zudem wird der Zusammenhang zwischen den Bewertungsvariablen und dem kognitiven Gesamtniveau sowie den Parametern Alter und Bildungsniveau erfasst. Um das kognitive Gesamtniveau zu untersuchen, werden der Gesamtwert des MMST sowie ein Gesamtwert der CERAD-Plus Testbatterie eingesetzt. Daraus leitet sich folgende Frage ab:

- Frage 5: Besteht ein Zusammenhang zwischen den neuen Bewertungsvariablen untereinander und gibt es einen Zusammenhang der Bewertungsvariablen zum Gesamtwert im MMST, zum Gesamtwert der CERAD-Plus Testbatterie, zum Alter oder zum Bildungsniveau?

Zur längsschnittlichen Betrachtung der Daten sollen drei Fallbeispiele ausgewählt und deskriptiv betrachtet werden. Die Fragestellung dazu lautet:

- Frage 6: Können anhand der signifikanten Bewertungsvariablen und anhand des Gesamtindex für die Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST intraindividuelle Unterschiede erfasst werden?

2 Methoden

Im folgenden Kapitel werden die verwendeten Methoden dieser Untersuchung dargestellt. Zunächst wird auf das Untersuchungskollektiv eingegangen. Es folgt die Beschreibung der Transkription der Sätze aus dem MMST sowie der Auswahl, Eigenschaften und Operationalisierung der 19 linguistischen Bewertungsvariablen. Im Anschluss werden kurz weitere eingesetzte neuropsychologische Testverfahren erläutert. Abgeschlossen wird das Kapitel mit einer ausführlichen Beschreibung der ausgewählten statistischen Methoden.

2.1 Untersuchungskollektiv

Für die vorliegende explorative Untersuchung wurden insgesamt 776 Sätze des MMST retrospektiv analysiert. Diese wurden im Rahmen der klinischen Routine im Zeitraum von 2010 bis 2019 im Gerontopsychiatrischen Zentrum der Psychiatrischen Universitätsklinik der Charité im St. Hedwig-Krankenhaus erhoben. Die retrospektive Auswertung der Daten wurde durch die Ethikkommission mit dem Votum vom 22.02.2019 bewilligt (Antragsnummer: EA1/255/18).

Als Ausschlusskriterien für die vorliegende Untersuchung galten [1] das Vorliegen neurologischer oder psychischer Vorerkrankungen, [2] die Diagnose einer anderen Demenzerkrankung als der DAT, [3] die Einnahme psychotroper Substanzen, [4] schwere Einschränkungen der Handmotorik oder Sehfähigkeit, [5] das Vorliegen einer anderen Muttersprache als Deutsch, [6] Analphabetismus, [7] das Fehlen des MMST sowie [8] das Vorliegen eines dMCI mit einer isolierten Störung im Bereich exekutiver Funktionen. Die Gesamtstichprobe mit 776 Datensätzen setzt sich aus Personen mit SCD, MCI und DAT zusammen. Für die Untersuchung der Fragestellungen 1-6 wurde die Gesamtstichprobe in zwei Teilstichproben – eine unabhängige und eine abhängige Stichprobe – unterteilt, die in 2.1.1 und 2.1.2 vorgestellt werden.

Für alle Personen wurde jeweils im Rahmen einer interdisziplinären Konsensuskonferenz unter Beteiligung erfahrener Psychiaterinnen und Psychiater sowie Neuropsychologinnen und Neuropsychologen eine Diagnose (SCD, MCI, DAT) gestellt. Dazu wurden eigen- und fremdanamnestische Angaben, eine psychiatrische und neurologische Anamnese, eine ausführliche neuropsychologische Untersuchung mit der CERAD-Plus Testbatterie sowie paraklinische Befunde wie kraniale Bildgebung und Labordiagnostik herangezogen. Die neuropsychologischen Daten wurden dabei weitestgehend durch die Autorin im Rahmen ihrer

klinischen Tätigkeit im Gerontopsychiatrischen Zentrum der Psychiatrischen Universitätsklinik der Charité im St. Hedwig-Krankenhaus selbst erhoben.

2.1.1 Unabhängige Stichprobe zur querschnittlichen Analyse

Die unabhängige Stichprobe besteht aus 565 Personen, deren Daten jeweils nur an einem Testzeitpunkt erfasst wurden. Diese wird für eine querschnittliche Analyse und die Beantwortung der Fragen 1-5 herangezogen. Die klinische Stichprobe besteht aus 403 Personen mit DAT und MCI. Die Daten wurden in der Gedächtnissprechstunde und in der Gerontopsychiatrischen Tagesklinik der Charité im St. Hedwig-Krankenhaus erhoben. Die Diagnosestellung erfolgte wie unter 2.1 beschrieben. 218 der Personen erhielten dabei die Diagnose DAT, 185 Personen die Diagnose MCI. Eine Subtypenklassifizierung des MCI wurde im Rahmen der klinischen Routine in die in Kapitel 1 vorgestellten Typen aMCI, gMCI und dMCI vorgenommen. Da die positive Vorhersagekraft hinsichtlich der Entwicklung einer Demenz laut Busse et al. (2003) bei Personen mit aMCI und gMCI am höchsten ist (11), wurden lediglich Personen mit diesen Diagnosen in die Stichprobe aufgenommen.

In die Untersuchung wurden zudem 162 Personen mit SCD eingeschlossen. Alle Personen stellten sich eigeninitiativ in der Gedächtnissprechstunde der Psychiatrischen Universitätsklinik der Charité im St. Hedwig-Krankenhaus vor, um mögliche kognitive Einbußen abklären zu lassen. Gemäß des in 2.1 beschriebenen diagnostischen Vorgehens wurde bei Personen mit SCD im Rahmen der interdisziplinären Konsensuskonferenz das Vorliegen einer Demenz bzw. einer leichten kognitiven Störung ausgeschlossen. Alle untersuchten Personen zeigten altersentsprechende kognitive Leistungen.

2.1.2 Abhängige Stichprobe zur längsschnittlichen Analyse

Für die längsschnittliche Analyse standen 211 Datensätze einer abhängigen Stichprobe zur Verfügung, die von insgesamt 87 Personen stammten. Die 87 Personen wurden im zeitlichen Verlauf mindestens an zwei und maximal an fünf Terminen neuropsychologisch untersucht. Über die klinische Notwendigkeit einer Verlaufsuntersuchung wurde auf Basis des jeweiligen Einzelfalls entschieden. Dadurch lagen nur für einige Personen mehr als zwei Datensätze vor (siehe Tabelle 2). Eine erste Analyse der Daten der abhängigen Stichprobe ergab, dass aufgrund der sich im Verlauf reduzierenden Stichprobengrößen keine inferenzstatistische Auswertung zulässig war. Daher werden zur Beantwortung der Frage 6 lediglich drei exemplarische Fälle aus der abhängigen Stichprobe zur längsschnittlichen Betrachtung vorgestellt.

Tabelle 2: Stichprobengröße (n) der abhängigen Stichprobe zu den verschiedenen Testzeitpunkten aufgeteilt nach Gesamtstichprobe und den Gruppen SCD, MCI und DAT

Testzeitpunkt (T)	Gesamtstichprobe (n)	SCD (n)	MCI (n)	DAT (n)
T1	87	21	49	17
T2	87	30	32	25
T3	28	9	11	8
T4	8	2	4	2
T5	1	0	1	0

2.2 Transkription der Sätze aus dem MMST

Der handgeschriebene Satz aller untersuchten Personen wurde unter Angabe eines pseudonymisierten Codes manuell in ein Excel-Tabellenblatt übertragen. Dabei erfolgte keine Korrektur der Sätze. Alle Fehler wurden wie im Original übernommen. Da sich bei der Transkription einiger weniger Sätze Unsicherheiten hinsichtlich der Lesbarkeit einzelner Wörter oder Buchstaben ergaben, folgte eine Literaturrecherche zu den Themen „Lesbarkeit handschriftlich geschriebener Sätze“ und „*Optical Character Recognition*-Technologien“. Die Recherche ergab, dass keine sichere automatisierte Texterkennungssoftware für handschriftliche Texte existiert (84). Laut Feldmann (2001) reichen die technischen Systeme noch nicht an die menschliche Leseleistung heran (84). Daher wurde im Rahmen dieser Untersuchung auf den Einsatz automatisierter Texterkennungsprogramme verzichtet. Die wenigen, nicht eindeutig lesbaren Wörter wurden von der Autorin dieser Arbeit daher aus dem Gesamtkontext des Satzes abgeleitet.

2.3 Eigenschaften und Operationalisierung der linguistischen Bewertungsvariablen

Die Auswahl und Zusammenstellung der neuen linguistischen Variablen zur Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST erfolgte durch die Autorin dieser Arbeit auf Basis der in Kapitel 1 vorgestellten Studienergebnisse. Im Fokus standen Variablen, die vorrangig strukturelle und linguistische Aspekte im Sinne der zentralen kognitiven Prozesse der geschriebenen Sprachproduktion erfassen. Die visuelle oder motorische Umsetzung des Schreibens sollte nicht bewertet werden. Vielmehr sollte geprüft werden, ob der Satz des MMST unter Verwendung der neuen Bewertungsvariablen Hinweise auf eine zentrale Agraphie bei DAT gibt. Daher wurden linguistische Variablen ausgewählt, die sich laut Tiu und Carter (2020) zur Diagnostik einer zentralen Agraphie eignen – unter anderem die Prüfung

von Rechtschreibung und Grammatik sowie die Analyse der Satzlänge und des Satzzeichens (22). Darüber hinaus zeigten die bisherigen Befunde, dass die semantische Ebene der geschriebenen Sprachproduktion bei einer DAT initial gestört ist (23, 67). Deshalb sollten die neuen linguistischen Variablen auch semantische Fehler, den propositionalen Gehalt sowie die lexikalische Reichhaltigkeit des Satzes aus dem MMST erfassen. Vor diesem Hintergrund wurden 19 linguistische Bewertungsvariablen aus den drei linguistischen Strukturebenen Morphologie, Syntax und Semantik ausgewählt, um den Satz aus dem MMST auf Wort-, Satz- und Bedeutungsebene zu untersuchen. Im folgenden Kapitel werden diese Variablen auf Basis der empirischen Befunde ausführlich beschrieben sowie ihre Operationalisierung entsprechend der linguistischen Strukturebenen dargestellt.

2.3.1 Eigenschaften und Operationalisierung der morphologischen Variablen

Für die Strukturebene Morphologie wurden insgesamt elf Variablen ausgewählt, die im Rahmen dieser Arbeit explorativ untersucht werden. Da eine komplexe linguistische Analyse eines einzelnen Satzes aufgrund seiner Länge kaum möglich ist (34), sollte der Fokus der neuen Bewertungsvariablen vor allem auf der Wortebene, also Form und Struktur der geschriebenen Wörter, liegen. Ebenso sollte die zentrale Agraphie erfasst werden, bei der sich vorrangig die Wortform und Bedeutung geschriebener Wörter beeinträchtigt zeigen (40). Daher wurden die neuen Variablen zur Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST vorrangig aus dem Bereich der Morphologie ausgewählt.

In Tabelle 3 sind die Bezeichnungen der elf Variablen auf morphologischer Ebene sowie eine kurze Beschreibung, die Operationalisierung und die Anzahl der Personen, bei denen die jeweiligen Variablen erfasst wurden, nach Untersuchungsgruppe getrennt aufgeführt.

Tabelle 3: Name, Beschreibung, Skalenniveau und Operationalisierung der morphologischen Variablen und Anzahl der Personen, bei denen die jeweiligen Variablen erfasst wurden, aufgeteilt nach den Gruppen SCD, MCI und DAT

Name	Beschreibung, Skalenniveau	Operationalisierung	SCD (n=162)	MCI (n=185)	DAT (n=218)
M _{Rechtschreibfehler}	Rechtschreibfehler (0,1), nominalskaliert	0=kein Fehler, 1=Fehler	162	185	218
M _{Deklinationsfehler}	Fehler der Wortdeklinaton (0,1), nominalskaliert	0=kein Fehler, 1=Genus, Numerus, Kasus falsch	162	185	218
M _{Konjugationsfehler}	Fehler der Wortkonjugation (0,1), nominalskaliert	0=kein Fehler, 1=falsche Konjugation von Verben	162	185	218
M _{Gesamtzeichen}	Gesamtzeichenanzahl im Satz, intervallskaliert	Summe der Buchstaben ohne Leerzeichen mit Interpunktion	162	185	218
M _{Kürzestes_Wort}	Buchstabenanzahl kürzestes Wort, intervallskaliert	Buchstabenanzahl kürzestes Wort	162	185	218
M _{Quotient_k_l_Wort}	Quotient aus Buchstabenanzahl, intervallskaliert	Buchstabenanzahl kürzestes Wort/ Buchstabenanzahl längstes Wort	162	185	216*
M _{Längstes_Wort}	Buchstabenanzahl längstes Wort, intervallskaliert	Buchstabenanzahl längstes Wort	162	185	218
M _{Person}	Grammatische Person (1,2,3), nominalskaliert	1=1. Person, 2=2. Person, 3=3. Person	162	184**	211**
M _{Numerus}	Numerus der Person (0,1), nominalskaliert	0=Singular, 1=Plural	162	184**	211**
M _{Verbtempus}	Verbtempus (0,1), nominalskaliert	0=Vergangenheit, 1=Präsens	162	183***	205***
M _{Quotient_Buchst_Wörter}	Mittlere Buchstabenanzahl, intervallskaliert	Buchstabenanzahl gesamt/Anzahl Wörter im Satz	162	185	218

Anmerkungen. *=Fehlwerte, da nur ein Wort geschrieben wurde; **=Fehlwerte, da kein eindeutiges Personalpronomen vorhanden war (Beispielsatz: *Herzlichen Glückwunsch zum Geburtstag*); ***=Fehlwerte, da das Verb im Satz fehlte

Die morphologischen Variablen wurden jeweils mit dem Buchstaben „M“ abgekürzt und entsprechend ihrer Bedeutung benannt. Aufgrund einer Zunahme von Rechtschreiblehrlern bei fortschreitender DAT (68), sollten Rechtschreiblehler im geschriebenen Satz des MMST erfasst werden. Laut Jefferson et al. (2002) stellt ein falsch buchstabiertes Wort im Satz einen

Rechtschreibfehler dar (85). In Anlehnung an diese Definition wurden in dieser Arbeit orthographische Fehler wie fehlende Buchstaben, inkorrekt zusammengeschrriebene Wortr sowie fehlerhafte Groß- und Kleinschrreibung als Rechtschreibfehler gewertet. Da diese vor allem Form und Struktur der einzelnen Wortr betreffen, wurden Rechtschreibfehler im Rahmen dieser Arbeit als morphologische Fehler ($M_{\text{Rechtschreibfehler}}$) klassifiziert. Daneben wurden auch Fehler der Wortflexion bewertet. Dazu wurde in Fehler der Wortdeklination ($M_{\text{Deklinationsfehler}}$) und Wortkonjugation ($M_{\text{Konjugationsfehler}}$) unterschieden, so dass die morphologischen Fehler insgesamt anhand von drei verschiedenen Variablen erfasst wurden. Fehler der Wortdeklination ($M_{\text{Deklinationsfehler}}$) sind durch die falsche Veränderung eines Wortes nach Genus, Numerus und Kasus gekennzeichnet. Sie kommen nur bei Substantiven, Adjektiven, Artikeln und Pronomen vor. Fehler der Wortkonjugation ($M_{\text{Konjugationsfehler}}$) betreffen hingegen nur Verben, die entsprechend der Person, des Numerus, des Tempus oder des Modus falsch konjugiert wurden (48). Als weiteres Kriterium war die Gesamtzeichenanzahl des Satzes von Interesse ($M_{\text{Gesamtzeichen}}$). Einige Untersuchungen konnten bereits nachweisen, dass die Länge der Wortr bzw. der Sätze, die anhand der Anzahl der Buchstaben bzw. der Wortr quantifiziert wurde, wichtige Diskriminationsmerkmale für das Vorliegen einer Demenzerkrankung sind (30, 31, 34, 71). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollten daher insgesamt fünf Längenmaße bestimmt werden. Diese umfassen neben der Gesamtzeichenanzahl des Satzes ($M_{\text{Gesamtzeichen}}$), die Buchstabenanzahl des kürzesten ($M_{\text{Kurzestes_Wort}}$) und des längsten Wortes im Satz ($M_{\text{Langstes_Wort}}$) sowie einen Quotienten aus der Buchstabenanzahl des kürzesten und längsten Wortes ($M_{\text{Quotient_k_l_Wort}}$) und einen Quotienten aus der Gesamtzeichenanzahl und der Anzahl der Wortr des Satzes ($M_{\text{Quotient_Buchst_Wortr}}$).

Die Gesamtzeichenanzahl des Satzes ($M_{\text{Gesamtzeichen}}$) wurde mittels der Anzahl der verwendeten Buchstaben ermittelt. Die Anzahl der Leerzeichen wurde dabei nicht erfasst, da die Leerzeichen durch die Transkription entstanden sind. Zudem sollte die periphere Schreibleistung, also der Abstand zwischen handschriftlich geschriebenen Buchstaben und Wortr, im Rahmen dieser Arbeit keine Berücksichtigung finden. Da Satzzeichen wie der Punkt zu einem vollständigen Satz gehören (54) wurden sie einzeln gewertet und zur Gesamtzeichenanzahl hinzuaddiert. Die Gesamtzeichenanzahl wurde mit Hilfe einer Excel-Funktion automatisiert für jeden Satz erfasst. Für jeden Satz wurde das kürzeste ($M_{\text{Kurzestes_Wort}}$) und das längste Wort ($M_{\text{Langstes_Wort}}$) bestimmt. Die Buchstabenanzahl wurde jeweils automatisiert mit einer Excel-Funktion berechnet. Aus der Anzahl der Buchstaben des kürzesten Wortes und der Anzahl der Buchstaben des längsten Wortes im Satz wurde ein Quotient gebildet ($M_{\text{Quotient_k_l_Wort}}$). Die

mittlere Buchstabenanzahl eines Wortes im Satz wurde ebenfalls durch einen Quotienten erfasst ($M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$). Dazu wurde wiederum eine Excel-Funktion verwendet, welche die Gesamtzeichenanzahl durch die Anzahl der Wörter im Satz teilte.

Als weitere morphologische Bewertungsvariablen wurden Person (M_{Person}), Numerus (M_{Numerus}) sowie Tempus des Verbs ($M_{\text{Verbtempus}}$) betrachtet und für jeden Satz bestimmt. Hierzu liegen bislang keine Untersuchungen an deutschsprachigen Stichproben der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST vor. Bei der grammatikalischen Person und beim Numerus wurde jeweils geprüft, ob der Satz in der ersten, zweiten oder dritten Person und in Singular oder Plural verfasst wurde. Sofern Haupt- und Nebensatz oder zwei Hauptsätze vorlagen, wurde jeweils nur der erste Hauptsatz betrachtet. Beim Verbtempus beschränkt sich die Auswahl der Zeitformen auf die Gegenwarts- und Vergangenheitsform, da eine Vorprüfung der Daten ergab, dass keiner der Personen eine Zukunftsform verwendet hatte.

2.3.2 Eigenschaften und Operationalisierung der syntaktischen Variablen

Die Aufgabe „Satz schreiben“ lässt aufgrund der Aufgabenstellung keine komplexen Analysen der Satzstruktur zu. Die syntaktischen Aspekte des Satzes sollen explorativ anhand von vier Variablen untersucht werden. In Tabelle 4 sind die Bezeichnungen, Beschreibungen und Operationalisierungen der vier Variablen auf syntaktischer Ebene aufgeführt sowie die Anzahl der Personen, bei denen die jeweiligen Variablen erfasst wurden.

Tabelle 4: Name, Beschreibung, Skalenniveau und Operationalisierung der syntaktischen Variablen und Anzahl der Personen, bei denen die jeweiligen Variablen erfasst wurden, aufgeteilt nach den Gruppen SCD, MCI und DAT

Name	Beschreibung, Skalenniveau	Operationalisierung	SCD (n=162)	MCI (n=185)	DAT (n=218)
SynKomplex	Syntaktische Komplexität, intervallskaliert	Anzahl der Wörter im Satz	162	185	218
SynSatzzeichen	Satzzeichen (0,1), nominalskaliert	0=kein Satzzeichen, 1=Satzzeichen vorhanden	162	185	218
SynSatzart	Satzart (0,1), nominalskaliert	0=einfach, 1=komplex	162	184*	207*
SynFehler	Syntaktische Fehler (0,1), nominalskaliert	0=grammatikalisch korrekt, 1=grammatikalischer Fehler	162	185	218

Anmerkungen. *=Fehlwerte, da kein Satz bestehend aus Subjekt und Prädikat formuliert wurde

Die syntaktischen Variablen wurden jeweils mit den drei Buchstaben „Syn“ abgekürzt und entsprechend ihrer Bedeutung benannt. Die Variable $Syn_{Komplex}$ erfasst die syntaktische Komplexität. Wie bereits in Kapitel 1.4.3 beschrieben kann diese unterschiedlich ermittelt werden. In dieser Untersuchung wurde zur Quantifizierung der syntaktischen Komplexität die Anzahl der Wörter im Satz verwendet ($Syn_{Komplex}$). Die syntaktische Komplexität ist mit Hilfe einer Excel-Funktion anhand eines Summenwertes berechnet worden. Studienergebnisse zeigten, dass die geschriebenen Äußerungen von Personen mit DAT nicht nur kürzer sind, sondern auch aus weniger Teilsätzen bestehen (71). Daher sollte in dieser Arbeit auch die Satzart bestimmt werden. Dazu wurde geprüft, ob ein einfacher Hauptsatz oder ein komplexer Satz, bestehend aus Haupt- und Nebensatz, produziert wurde ($Syn_{Satzart}$). Ein einfacher Satz ist in dieser Arbeit als einzelner Hauptsatz definiert worden. In der deutschen Sprache unterscheiden sich Satztypen nach der Stellung des Verbs im Satz (48). Das Verb kann an der ersten, zweiten oder an der letzten Position im Satz stehen (48). Bei zusammengesetzten Sätzen wird in der deutschen Sprache zwischen einer Kombination aus Haupt- und Nebensatz bzw. Hauptsatz und Hauptsatz unterschieden. Bei der Kombination von Haupt- und Nebensatz werden zur Verbindung entweder Konjunktionen eingesetzt oder das Verb steht an letzter Stelle im Nebensatz (44). Von zwei Hauptsätzen wird hingegen gesprochen, wenn ein Satz aus zwei Satzteilen besteht, die mit „und“ verbunden sind und bei denen die Verben jeweils an der zweiten Position im Satz stehen. Anhand der zuvor genannten Kriterien wurde in der vorliegenden Arbeit für jeden Satz die Satzart (einfach oder komplex) bestimmt.

In den bisherigen Untersuchungen zur Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST wurden bei Personen mit Demenz weder die Interpunktion noch syntaktische Fehler berücksichtigt. Diese beiden Merkmale fließen daher in diese Untersuchung mit ein, da die Analyse des Satzes aus dem MMST bereits aufzeigen konnte, dass die Interpunktion bei kognitiv gesunden und deliranten Personen oft fehlte (27). Die Vollständigkeit des Satzes wurde in dieser Untersuchung daran gemessen, ob ein Satzzeichen am Ende des Satzes vorhanden war. Dazu wurde binär in „kein Satzzeichen vorhanden“ oder ein „Satzzeichen vorhanden“ (Punkt, Ausrufezeichen, Fragezeichen) unterschieden ($Syn_{Satzzeichen}$). Als letztes syntaktisches Kriterium wurde anhand der grammatikalischen Vollständigkeit des Satzes das Vorliegen von Fehlern (Syn_{Fehler}) erfasst. Unvollständige Sätze sowie die Verletzung der Satzstruktur sind als syntaktische Fehler definiert worden (86). Als unvollständig wurde ein Satz gewertet, bei dem die grammatikalische Struktur aufgehoben ist, beispielsweise durch das Fehlen von Subjekt oder Prädikat.

2.3.3 Eigenschaften und Operationalisierung der semantischen Variablen

Die Analyse semantischer Aspekte des Satzes aus dem MMST ist nur eingeschränkt möglich, da keine Themen vorgegeben werden, so dass ein Vergleich der Satzinhalte nicht sinnvoll erscheint. Mit vier Variablen soll die Semantik des Satzes explorativ untersucht werden. In Tabelle 5 werden die Bezeichnungen, die Beschreibungen und die Operationalisierung dieser vier Variablen aufgeführt sowie die Anzahl der Personen, bei denen die jeweiligen Variablen erfasst wurden.

Tabelle 5: Name, Beschreibung, Skalenniveau und Operationalisierung der semantischen Variablen und Anzahl der Personen, bei denen die jeweiligen Variablen erfasst wurden, aufgeteilt nach den Gruppen SCD, MCI und DAT

Name	Beschreibung, Skalenniveau	Operationalisierung	SCD (n=162)	MCI (n=185)	DAT (n=218)
Sem _{Prop_Gehalt}	Propositionaler Gehalt, intervallskaliert	<i>Anzahl Propositionen/Anzahl Wörter * 10</i>	162	185	218
Sem _{TTR}	Lexikalische Reichhaltigkeit, <i>TTR</i> , intervallskaliert	$TTR=V/N$	162	185	218
Sem _{Brunét}	Lexikalische Reichhaltigkeit, <i>W</i> , intervallskaliert	$W=N^{V^{-0,165}}$	162	185	218
Sem _{Fehler}	Semantische Fehler (0,1), nominalskaliert	0= kein unverständliches Wort, 1=mindestens ein unverständliches Wort	162	185	218

Anmerkungen. *TTR*=Type Token Ratio, *V*=Type, *N*=Token, *W*=Brunét's Index

Die semantischen Variablen wurden jeweils mit den drei Buchstaben „Sem“ abgekürzt und entsprechend ihrer Bedeutung bezeichnet. Die Variable Sem_{Prop_Gehalt} erfasst den propositionalen Gehalt des Satzes. Engelmann et al. (2010) konnten bereits aufzeigen, dass eine niedrige Anzahl von Propositionen in geschriebenen Äußerungen im jungen Erwachsenenalter das Risiko, zu einem späteren Zeitpunkt an einer DAT zu erkranken, erhöht (75). Wie in 1.4.4 dargestellt drückt ein Satz einen Gedanken aus, dessen deskriptiver Inhalt als sein propositionaler Gehalt bezeichnet wird (57). In der vorliegenden Arbeit sollte überprüft werden, ob anhand des deskriptiven Inhalts des Gedankens, der im MMST-Satz zum Ausdruck kommt, zwischen den Gruppen SCD, MCI und DAT diskriminiert werden kann. Dazu erfolgte eine einfache manuelle Bestimmung des propositionalen Gehalts. Diese war an die Definition von Klabunde (2018) (57) angelehnt. Auf die linguistisch komplexe Bestimmung der Propositionen,

die bei Wendelstein (2016) (60) Anwendung fand, wurde hingegen verzichtet, da dieses Vorgehen für einen einzelnen Satz nicht sinnvoll erschien. Auch eine automatisierte Erfassung war, wie bereits in Kapitel 1.4.4 dargestellt, nicht möglich. Daher wurden die Propositionen (P) mittels Anzahl der Konjunktionen (K) im Satz bestimmt (57). Eine Proposition im Satz wurde anhand der Formel $P = K + 1$ ermittelt. Daraus leitete sich ab, dass ein Satz aus zwei Propositionen besteht, wenn eine Konjunktion vorhanden ist. Enthielt der Satz keine Konjunktion, lag eine Proposition im Satz vor (57). Als Satz ohne Proposition wurden Ein-Wort-Sätze und unvollständige Sätze gewertet. Um den propositionalen Gehalt des Satzes zu bestimmen, wurde die Anzahl der Propositionen schließlich in Relation zur Anzahl der verwendeten Wörter im Satz gesetzt und mit der Zahl 10 multipliziert. Dadurch sollte eine Vergleichbarkeit aller Sätze möglich und überprüft werden, wie viele Propositionen pro zehn Wörter enthalten sind.

$$\textit{Propositionaler Gehalt} = \textit{Anzahl Propositionen} / \textit{Anzahl Wörter} * 10$$

Zur Ermittlung des propositionalen Gehalts wurde die Anzahl der Wörter automatisch mit einer Excel-Funktion bestimmt. Ebenso ließ sich der Quotient für alle Daten automatisiert mit Hilfe einer Excel-Funktion berechnen.

Auch eine geringere lexikalische Reichhaltigkeit deutete in geschriebenen Äußerungen auf eine Demenzerkrankung hin (76). Die lexikalische Reichhaltigkeit des Satzes sollte in der vorliegenden Arbeit mittels der in Kapitel 1.4.4 vorgestellten Indizes *TTR* (Sem_{TTR}) und *Brunét's Index* ($\text{Sem}_{\text{Brunét}}$) explorativ analysiert werden. Es kamen beide Indizes zum Einsatz, da sie für unterschiedlich lange Texte geeignet sind. Damit sollte geprüft werden, ob einer der Indizes für die Erfassung der lexikalischen Reichhaltigkeit des Satzes im MMST geeignet ist. Das gängigste Maß zur Bestimmung des Wortschatzes ist die *TTR* (Sem_{TTR}), bei der die vorkommenden Wortformen ($V=\textit{Type}$) in Relation zu den verwendeten Wörtern ($N=\textit{Token}$) gesetzt werden.

$$\textit{TTR} = V/N$$

Der *TTR*-Wert variiert zwischen 0 und 1. Ein hoher *TTR*-Wert weist auf eine hohe lexikalische Reichhaltigkeit der Sprache und damit auf einen reicheren Wortschatz hin (58, 87).

Brunét's Index (W) ($Sem_{Brunét}$) berechnet sich durch eine doppelte Potenz. Dabei stellt die Gesamtwortanzahl (N) die Basis dar. Die beiden Exponenten sind die Anzahl der vorkommenden Wortformen (V) sowie die Zahl -0,165.

$$W = N^{V^{-0,165}}$$

Ein niedriger *Brunét's Index* wird mit einem reichhaltigen Wortschatz in Verbindung gebracht (60). Zur Bestimmung der beiden Indizes mussten zunächst die Variablen V und N definiert werden. N steht für die *Token* und bildet die individuellen Einheiten lexikalischer Instanzen im Text ab (87), was der Gesamtanzahl der Wörter im Satz entspricht. V steht hingegen für *Type*. Wendelstein (2016) und Schulze (2017) weisen in ihren Arbeiten darauf hin, dass der Begriff *Type* auf zwei Arten interpretiert werden kann (60, 88). Sowohl die unterschiedlichen Wortformen als auch die Lexeme eines Textes können als *Type* bezeichnet werden (60, 88). Bei Lexemen handelt es sich um abstrakte Repräsentationen eines Wortes (47). Da zur Bestimmung der Lexeme eine vertiefte linguistische Expertise sowie computergestützte Programme zur Identifikation erforderlich sind (88), werden mit Blick auf den Umfang dieser Arbeit die vorkommenden Wortformen als *Type* gewertet. Abhängig von der verwendeten Methode zur Bestimmung der *Types* müssen bestimmte Entscheidungsregeln für das Vorgehen aufgestellt werden. Für die vorliegende Arbeit wurden auf Basis der Literatur folgende Entscheidungsregeln zugrunde gelegt: Zur Bildung einer Wortform bedarf es der Flexion eines Wortes (48). Abgeleitet daraus wurden alle flektierten Wörter im Satz des MMST als Wortformen gezählt. In der deutschen Sprache gelten die Wortarten Verb, Nomen, Adjektiv, Artikel und Pronomen als flektierbare Wörter (48). Um die Anzahl der Wortformen im Satz des MMST zu erfassen, wurde zunächst die Wortart aller im Satz vorkommenden Wörter bestimmt. Zur Ermittlung der Wortarten wurde das frei verfügbare Online-Programm „Wortarten-info“ von Stefan Schramm verwendet (89). Zusätzlich fand ein Abgleich mit dem Wörterbuch der Online-Version des Duden (90) statt. Im Anschluss wurden die vorkommenden Wortformen aufaddiert. Sofern die Pronomen „mein“ oder „mich“ in einem Satz in Kombination mit dem Personalpronomen „ich“ vorkamen, wurden beide Wörter als eigenständige und einmalig

vorkommende Wortformen gezählt, auch wenn die Wörter „mein“ oder „mich“ auf das gemeinsame Lexem „ich“ zurückzuführen sind. Kam allerdings eine Wortform doppelt im Satz vor und bezog sich zudem auf dasselbe Wort (zum Beispiel „ich“), so wurde die Wortform nur einmal gezählt.

Schließlich sollten als weitere semantische Variable semantische Fehler (Sem_{Fehler}) erfasst werden. Hierzu zählten, die in Kapitel 1.4.4 definierten Substitutionen und Neologismen, also beispielsweise unverständliche oder nicht passende Wörter. Studien konnten bereits zeigen, dass bei einer DAT signifikant mehr semantische Fehler in geschriebenen Äußerungen zu finden sind als bei einer gesunden Kontrollgruppe (72).

2.4 Untersuchungsinstrumente

Der MMST wird als Bestandteil der CERAD-Plus Testbatterie standardmäßig in der Gedächtnissprechstunde sowie in der Gerontopsychiatrischen Tagesklinik der Charité im St. Hedwig-Krankenhaus zur neuropsychologischen Diagnostik eingesetzt. Zur weiteren Charakterisierung der Stichprobe soll im Folgenden kurz die CERAD-Plus Testbatterie vorgestellt werden.

2.4.1 Neuropsychologische Testbatterie CERAD-Plus

Die CERAD-Plus Testbatterie ist als Erweiterung der ursprünglichen amerikanischen CERAD-NP Testbatterie ein psychometrisches Testverfahren zur verbesserten Erfassung kognitiver Veränderungen im Rahmen einer Demenz (91). Sie besteht aus verschiedenen Untertests, die kognitive Bereiche wie Gedächtnis und Sprache sowie attentionale, exekutive und visuokonstruktive Fähigkeiten erfassen (91). Ein weiterer Bestandteil der CERAD-Plus Testbatterie ist der MMST (14). Im Jahr 1998 wurde die Testbatterie erstmalig von der Geriatriischen Universitätsklinik Basel auf Deutsch übersetzt und an einer deutschsprachigen Stichprobe normiert (92). Im deutschsprachigen Raum wird sie seither zur neuropsychologischen Diagnostik als Standardinstrument zur Erfassung einer Demenz eingesetzt (13), nicht zuletzt auch, da alters-, geschlechts- und bildungsadjustierte Normwerte zur Auswertung vorliegen. Tabelle 6 enthält eine Übersicht der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durchgeführten Testverfahren unterteilt nach Stichprobe und in der Reihenfolge, in der die Tests durchgeführt wurden. Zu einem Testabbruch kam es nur bei kognitiver Überforderung der Personen oder aus zeitökonomischen Gründen. Im Anschluss werden die einzelnen Untertests der CERAD-Plus Testbatterie entsprechend der CERAD-Plus Online

Benutzeranleitung der *Memory Clinic* Basel (2018) kurz vorgestellt. Da der MMST bereits in Kapitel 1.2 ausführlich dargestellt wurde, wird an dieser Stelle auf eine erneute Darstellung verzichtet.

Tabelle 6: Anzahl der Personen, bei denen die jeweiligen Testverfahren der CERAD-Plus Testbatterie durchgeführt wurden, aufgeteilt nach Diagnose

Testverfahren	SCD (n=162)	MCI (n=185)	DAT (n=218)
Verbale Flüssigkeit „Tiere“	162	185	218
Modifizierter BNT	162	185	218
MMST	162	185	218
Wortliste Lernen (WL _{Gesamt})	162	185	218
Figuren Abzeichnen (VK)	162	185	218
Wortliste Abrufen (WL _{Abruf})	162	185	218
Wortliste Wiedererkennen (WL _{Rekog})	162	185	218
Figuren Abrufen (FG _{Abruf})	162	185	218
TMT-A	160*	185	199*
TMT-B	159*	174*	106*
Verbale Flüssigkeit „S-Wörter“	162	185	218

Anmerkungen. BNT=Boston Naming Test, MMST=Mini-Mental Status Test, TMT=Trail Making Test;
 *=aufgrund von kognitiver Überforderung oder aus Gründen der Zeitökonomie nicht durchführbar

2.4.2 Verbale Flüssigkeit, Kategorie „Tiere“ und „S-Wörter“

Mit den Aufgaben zur verbalen Flüssigkeit werden die gesprochene Sprachproduktion und die exekutiven Funktionen erfasst. Innerhalb von einer Minute sollen möglichst viele Wörter produziert werden, die entweder aus einer bestimmten semantischen („Tiere“) oder aus einer lexikalischen Kategorie („S-Wörter“) stammen. Während die semantische Wortflüssigkeitsaufgabe vom semantischen Gedächtnis abhängt, ist die lexikalische Wortflüssigkeitsaufgabe davon unabhängiger. Die Bewertung erfolgt jeweils mit einem Summenwert aus allen richtig genannten Wörtern (93).

2.4.3 Modifizierter Boston Naming Test (BNT)

Die modifizierte Version des BNT wurde zur Überprüfung der Wortfindung konzipiert. Die Aufgabe besteht darin 15 verschiedene Strichzeichnungen von Objekten zu benennen. Dabei steigert sich der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe, da die Strichzeichnungen nach der Auftretenshäufigkeit der Begriffe in der englischen Sprache gestaffelt sind. Maximal können 15 Punkte erreicht werden. Neben der Objektbenennung wird hiermit auch die Objekterkennung erfasst (93).

2.4.4 Wortliste Lernen, Abrufen und Wiedererkennen

Mit einer Wortliste, die aus zehn nicht assoziierten Wörtern besteht und in drei Durchgängen in jeweils unterschiedlicher Reihenfolge präsentiert wird, soll das Lernen von verbal unstrukturiertem Material erfasst werden (WL_{Gesamt}). Nach jedem Lerndurchgang sollen die Wörter direkt reproduziert werden. Es können dabei maximal 30 Punkte über die drei Lerndurchgänge erreicht werden. Nach einer Interferenzaufgabe („Figuren Abzeichnen“) sollen die zuvor gelernten zehn Wörter erneut erinnert werden (WL_{Abruf}). Dadurch werden Speicher- und Zugriffsprozesse der verbalen Neugedächtnisbildung geprüft. Es können maximal zehn Punkte erzielt werden. In der Wiedererkennensbedingung müssen die zehn zuvor gelernten Wörter von zehn neuen Wörtern unterschieden werden (WL_{Rekog}). Dabei können jeweils zehn Punkte für richtig wiedererkannte und für richtig zurückgewiesene Wörter, maximal also 20 Punkte, erzielt werden. Als Bewertungsmaß wird die Diskriminabilität anhand einer Formel errechnet. Das Ergebnis gibt in Prozent an, wie viele Entscheidungen korrekt getroffen wurden (93).

2.4.5 Figuren Abzeichnen und Abrufen

In der Aufgabe „Figuren Abzeichnen“ sollen vier, in ihrer Komplexität ansteigende, geometrische Figuren von einer Vorlage abgezeichnet werden (VK). Die Bewertung erfolgt anhand von elf vorgegebenen Kriterien, die zu einem Summenwert von maximal elf Punkten addiert werden. Die nonverbale Neugedächtnisbildung wird im Anschluss an die Aufgabe „Wortliste Wiedererkennen“ durch die Aufgabe „Figuren Abrufen“ überprüft (FG_{Abruf}). Bei dieser Aufgabe sollen die zuvor kopierten geometrischen Figuren ohne Vorlage aus dem Gedächtnis erneut aufgezeichnet werden. Die Bewertung erfolgt analog zur Aufgabe „Figuren Abzeichnen“ nach den vorgesehenen Kriterien, so dass auch hier maximal elf Punkte erreichbar sind (93).

2.4.6 Trail Making Test (TMT)

Mit dem Trail Making Test werden das visuelle Scannen, basale Aufmerksamkeitsprozesse, Verarbeitungsgeschwindigkeit und die kognitive Flexibilität als exekutive Funktion überprüft. Der TMT besteht aus zwei Teilen, dem TMT-A und dem TMT-B. Beim TMT-A soll eine in Kreisen dargestellte Zahlenreihe in aufsteigender Reihenfolge miteinander verbunden werden. Beim TMT-B müssen alternierend Zahlen und Buchstaben, die ebenfalls in Kreisen dargestellt sind, miteinander verbunden werden. Zur Bewertung werden jeweils die Bearbeitungszeit

sowie die Fehlerzahl erfasst. Zudem wird ein Quotient der beiden Zeitwerte berechnet, wodurch das Ergebnis im TMT-B um eine mögliche kognitive Verlangsamung bereinigt wird (93).

2.4.7 CERAD-Gesamtwert

Zur vereinfachten Interpretation und Gesamtbewertung der verschiedenen Leistungen entwickelten Chandler et al. im Jahr 2005 einen Gesamtwert für die CERAD-NP (94). Damit soll eine bessere Diskriminierung zwischen DAT, MCI und einer altersentsprechenden kognitiven Leistung möglich sein (94). Gleichzeitig kann der Gesamtwert zur Schweregradbestimmung der kognitiven Beeinträchtigung eingesetzt werden (94). Der Gesamtwert wird aus der Summe der Ergebnisse folgender Untertests berechnet: „Verbale Flüssigkeit Tiere“, „modifizierter BNT“, „Wortliste Lernen Total“, „Figuren Abzeichnen“, „Wortliste Abrufen“, „Wortliste Wiedererkennen“. Laut Autoren setzt sich der Summenwert damit zu 39,0% aus Sprache, zu 30,0% aus Lernen, zu 11,0% aus visuokonstruktiven Fähigkeiten und zu 20,0% aus der Gedächtnisleistung zusammen (94). Bei der Wortflüssigkeitsaufgabe wurde als Obergrenze ein Wert von 24 verwendet, da dieser Wert laut Chandler et al. (2005) genau eine Standardabweichung über dem Mittelwert der normalen Alterspopulation liegt (94). Zur Berechnung des Wertes in der Aufgabe „Wortliste Wiedererkennen“ wird die Summe der Falsch-Positiven von der Summe der Richtig-Positiven abgezogen (94). Die Ergebnisse der übrigen Aufgaben werden zum CERAD-Gesamtwert aufsummiert. Laut Chandler et al. (2005) hat der CERAD-Gesamtwert damit einen maximalen Wert von 100 (94).

2.5 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte unter Verwendung von „*IBM SPSS Statistics Version 27*“ für *Windows* (95). Zudem kam das online verfügbare Programm „*Psychometrica*“ (96) einmalig zum Einsatz, um Effektstärken für einen Vergleich zu standardisieren, wie in Kapitel 2.5.4 dargestellt wird.

Die primäre explorative Analyse im Rahmen dieser Untersuchung umfasste die Erstellung eines Modells aus den Bewertungsvariablen, das zwischen den Gruppen signifikant diskriminieren kann. Dafür waren einige vorausgehende statistische Analysen notwendig. Zunächst erfolgte explorativ die Untersuchung der Diskriminationsfähigkeit der einzelnen Bewertungsvariablen zwischen den drei Gruppen SCD, MCI und DAT. Anhand der signifikanten Bewertungsvariablen wurde schließlich ein Modell formuliert, um zu überprüfen, welche

Kombination an Variablen sich am besten zur Vorhersage der Gruppenzugehörigkeit eignet. Zudem wurde aus den statistisch geeigneten Bewertungsvariablen ein anwenderfreundlicher Gesamtindex erstellt, mit dem eine praktikable und zeitökonomische Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST möglich ist. Die Effektstärken wurden für den Gesamtindex und die Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ berechnet und miteinander verglichen. Ferner wurden für den Gesamtindex die Sensitivität und Spezifität bestimmt. Ebenso wurden Zusammenhangsanalysen durchgeführt. Dabei wurde die Korrelation der Variablen untereinander sowie zwischen den Variablen und dem Gesamtwert des MMST und dem CERAD-Gesamtwert berechnet. Außerdem wurden die Korrelationen zwischen den Bewertungsvariablen und den Parametern Alter und Bildungsniveau getrennt nach Gruppen ermittelt. Darüber hinaus fand deskriptiv eine längsschnittliche Betrachtung von drei ausgewählten Fällen der abhängigen Stichprobe mit Messwiederholung statt. Die Betrachtung erfolgte mittels Gesamtindex und den Bewertungsvariablen, die den Gesamtindex bilden. Zur besseren Übersicht wird im Folgenden die Auswahl der statistischen Verfahren anhand der verschiedenen Fragestellungen dieser Untersuchung dargelegt.

2.5.1 Auswahl statistischer Verfahren zur Beantwortung der Frage 1

Die erste Frage der vorliegenden Untersuchung lautet, welche der 19 neuen linguistischen Bewertungsvariablen für die Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST zwischen den Gruppen SCD, MCI und DAT diskriminieren können. Zur Beantwortung der Frage wurden die explorativen querschnittlichen Analysen gruppiert und abhängig vom Skalenniveau der Bewertungsvariablen durchgeführt. Somit wurden in einem ersten Schritt die intervallskalierten Bewertungsvariablen untersucht. Da sowohl der Kolmogorov-Smirnov-Test (K-S-Test) signifikant war, als auch die Betrachtung der Schiefe und Kurtosis die Annahme einer symmetrischen Normalverteilung widerlegten, wurden Kruskal-Wallis-Tests als nonparametrische Verfahren für die Gruppenvergleiche sowie Mann-Whitney-U-Tests für die anschließenden Paarvergleiche eingesetzt. Die Effektstärken wurden jeweils mit den Formeln $w = \sqrt{H_{emp}/n}$ für den Kruskal-Wallis-Test bzw. mit $r = z/\sqrt{n}$ für die Post-hoc-Tests berechnet.

Für die kategorialen Bewertungsvariablen wurden zur Überprüfung der Unterschiede der abhängigen Variablen zwischen mehreren unabhängigen Variablen Verfahren des Logit-Modells eingesetzt, die als Pendant zur Varianzanalyse (ANOVA) für kategoriale abhängige Variablen empfohlen werden (97). Zunächst wurde für diese Bewertungsvariablen die Häufigkeitsverteilung mittels Kreuztabellen bestimmt. Zur Beantwortung der Frage, ob

zwischen zwei kategorialen Variablen eine Beziehung besteht, erfolgte eine Unterschiedsprüfung mit Pearson's Chi-Quadrat Test, sofern die Voraussetzungen von [1] Unabhängigkeit der Werte und [2] einer bestimmten erwarteten Häufigkeit erfüllt waren (98). Bei Fällen, deren erwartete Häufigkeit in einer Zelle kleiner als fünf war, wurde der exakte Test nach Fisher-Freeman-Halton verwendet (98).

Stellte Pearson's Chi-Quadrat Test die Beziehung zweier kategorialer Variablen fest, folgte die Prüfung, welche Zeilen und Spalten dafür verantwortlich sind, mittels standardisierter Residuen (z-Test). Zudem wurden als Effektstärkemaße sowohl Cramer's V (V) als auch Odds Ratio (OR) bestimmt. Ausgenommen davon waren Fälle, bei denen der exakte Test nach Fisher-Freeman-Halton durchgeführt wurde. Hier wurden als Effektstärkemaße der Kontingenzkoeffizient (C) und OR verwendet. Da OR nur für 2x2 Kontingenztafeln berechenbar und für größere Kontingenztafeln nicht nutzbar sind (98), werden OR sowohl für die Gruppe DAT im Vergleich zur restlichen Stichprobe als auch für die Gruppe SCD im Vergleich zur restlichen Stichprobe dargestellt. Damit sollen das Risiko DAT vs. keine DAT sowie das Risiko keine kognitive Störung vs. kognitive Störung abgebildet werden.

2.5.2 Auswahl statistischer Verfahren zur Beantwortung der Frage 2

Welche Kombinationsmöglichkeit von Bewertungsvariablen am besten zwischen den Gruppen trennt (Frage 2), wurde mittels multinomialer logistischer Regression (MLR) mit schrittweiser Vorwärtsselektion beantwortet. Die MLR untersucht die Abhängigkeit einer mehrstufigen abhängigen Variablen Y (Gruppenzugehörigkeit) von mehreren unabhängigen kategorialen Prädiktoren bzw. Faktoren (nominale Bewertungsvariablen) und mehreren kontinuierlichen intervallskalierten Kovariaten (intervallskalierte Bewertungsvariablen) (97, 98). Im konkreten Fall bedeutet dies, dass geprüft wird, ob die intervall- und nominalskalierten Bewertungsvariablen insgesamt – also über die drei Kategorien SCD, MCI und DAT – einen bedeutsamen Einfluss haben. Auch wenn bei den schrittweisen Methoden wie der Vorwärtsselektion laut Andy Field (2013) stets die Gefahr einer Über- oder Unterschätzung des Modells besteht und sie somit nicht die Einschlussmethode erster Wahl sind, wird ihr Einsatz durchaus für explorative Analysen ohne expliziten theoriegeleiteten Hintergrund empfohlen (98). Aufgrund des explorativen Charakters der vorliegenden Arbeit, bei der nicht theorie- und hypothesengeleitet vorgegangen wird, wurde daher die schrittweise Methode mit Vorwärtsselektion als Einschlussmethode ausgewählt (98).

2.5.3 Auswahl statistischer Verfahren zur Beantwortung der Frage 3

Zur Beantwortung der Frage 3, ob ein Gesamtindex aus den signifikanten Bewertungsvariablen erstellt werden kann, der besser zwischen den Gruppen diskriminiert als die einzelnen Variablen, wurde zunächst ein Gesamtindex aus den Bewertungsvariablen der MLR erstellt, bei dem die Regressionsgleichung zur Vorhersage einer DAT verwendet wurde. Zusätzlich wurde ein einfacher Summenscore aus den Bewertungsvariablen der MLR gebildet. Voraussetzung dafür war, dass alle Variablen, die aufsummiert werden sollten, binär mit 0 oder 1 bewertet werden. Daher wurde zunächst für die intervallskalierten Bewertungsvariablen der optimale Schwellenwert, der auf eine DAT hinweist, mittels Youden-Index (J) bestimmt. Der Youden-Index stellt das optimale Gleichgewicht zwischen Sensitivität und Spezifität her und lässt sich rechnerisch durch die Formel $J = \text{Sensitivität} + \text{Spezifität} - 1$ bestimmen (99). Anhand des optimalen Schwellenwerts wurde die binäre Bewertung der intervallskalierten Variablen mit den Werten 0 und 1 möglich. Ein Wert von 0 weist dabei auf eine kognitive Störung hin. Zudem wurden einige Variablen umgepolt, damit ein Wert von 0 stets eine kognitive Störung indiziert. Zur Überprüfung der Gruppenunterschiede beim Gesamtindex wurden aufgrund der Verletzung der Voraussetzungen für parametrische Verfahren erneut nonparametrische Verfahren eingesetzt (Kruskal-Wallis-Test mit anschließenden Mann-Whitney-U-Tests). Zur Bestimmung der Treffsicherheit des Gesamtindex wurden die Sensitivität und die Spezifität bestimmt. Dafür wurde der Gesamtindex zunächst mittels eines Schwellenwerts, der durch den Youden-Index berechnet wurde, in eine binäre Variable umgewandelt. Im Anschluss wurde mit Hilfe einer Kreuztabelle für den Gesamtindex der Gruppen SCD und DAT manuell die prozentualen Anteile der jeweils korrekt als krank eingestuften Personen (Sensitivität) beziehungsweise der korrekt als gesund eingestuften Personen (Spezifität) bestimmt.

2.5.4 Auswahl statistischer Verfahren zur Beantwortung der Frage 4

Die vierte Frage der Untersuchung, ob die Aussagekraft des neuen Gesamtindex zur Bewertung besser ist als die bisherige Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST, wurde durch einen deskriptiven Vergleich der Effektstärken untersucht. Die Effektstärke wird als objektives und standardisiertes Maß eingesetzt, um die Größe des beobachteten Effekts einer Untersuchung zu erfassen sowie um eine Vergleichbarkeit zwischen Studien zu ermöglichen (98). Zur Beantwortung der Frage 4 wurde zunächst die Häufigkeitsverteilung der bisherigen Bewertungsvariablen der Aufgabe „Satz schreiben“ mittels Kreuztabelle bestimmt. Die signifikanten Kontraste wurden mittels Pearson's Chi-

Quadrat Test dargestellt. Als Effektstärkemaß wurde Cramer's V (V) verwendet. Zum Vergleich verschiedener Effektstärkemaße wird eine standardisierte Effektstärke benötigt. Dafür wurden die beiden Effektstärken mit dem frei verfügbaren Onlineprogramm „*Psychometrica*“ (96) jeweils in Cohens *d* umgewandelt und die Größen deskriptiv miteinander verglichen.

2.5.5 Auswahl statistischer Verfahren zur Beantwortung der Frage 5

Die Frage nach dem Zusammenhang zwischen den Bewertungsvariablen sowie weiteren Variablen wurde abhängig vom Skalenniveau der Variablen mittels Korrelations- bzw. Assoziationsmaßen beantwortet. Bei zwei metrischen, intervallskalierten Variablen wird die Berechnung der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson empfohlen (98). Für die Berechnung der Korrelation wird zwar keine Normalverteilung der Variablen vorausgesetzt, sehr wohl aber für die anschließende Signifikanzüberprüfung (98). Da die Variablen in dieser Untersuchung nicht normalverteilt vorlagen und eine Signifikanzüberprüfung erfolgen sollte, wurde statt der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson Spearman's rho Korrelationskoeffizient verwendet (98). Um den Zusammenhang einer intervallskalierten und kategorialen Variablen zu erfassen, wurde der Eta-Korrelationskoeffizient eingesetzt. Die Assoziation zweier kategorialer Variablen wurde über Kreuztabellen und Cramer's V (V) bestimmt (97). Um den korrelativen Zusammenhang von Alter und Bildungsniveau auf die einzelnen Bewertungsvariablen unter Kontrolle der Diagnosegruppe darzustellen, sollten Partialkorrelationen berechnet werden. Zur Berechnung von Partialkorrelation wird laut Kuhlmei (2020) zwar mindestens Intervallskalenniveau vorausgesetzt, die Variablen können aber auch als zweistufige nominalskalierte Variablen vorliegen (100). Eine weitere Voraussetzung ist, dass die Variablen bivariat normalverteilt sind (100). Die Voraussetzungen waren in der vorliegenden Untersuchung nicht erfüllt, da die nominalskalierte Variable „Diagnosegruppen“ mehr als zwei Stufen hatte und die Variablen zudem nicht normalverteilt waren. Daher wurden stattdessen die entsprechenden Korrelationsmaße für jede der drei Gruppen einzeln berechnet, um den korrelativen Zusammenhang von Alter und Bildungsniveau auf die einzelnen Bewertungsvariablen zu ermitteln.

2.5.6 Auswahl statistischer Verfahren zur Beantwortung der Frage 6

Die Beantwortung der Frage 6 erfolgte rein deskriptiv. Dazu wurden exemplarisch drei Fallbeispiele der abhängigen Stichprobe ausgewählt und bezüglich der linguistischen

Bewertungsvariablen sowie des neuen Gesamtindex über die verschiedenen Testzeitpunkte betrachtet. Aufgrund der in 2.1.2 dargestellten unterschiedlichen Stichprobengrößen und der verschiedenen Abstände zwischen den Testzeitpunkten wurde im Rahmen dieser Untersuchung auf ein inferenzstatistisches Vorgehen bei der abhängigen Stichprobe verzichtet.

2.5.7 Festlegung des Signifikanzniveaus und Korrektur des Alpha-Fehlers

Das Alpha-Fehler-Niveau wurde für alle Analysen auf $p=0,050$ festgelegt. Alle Analysen erfolgten zweiseitig und mit ungerichteter Fragestellung. Aufgrund des explorativen Charakters der vorliegenden Arbeit wurde trotz der Vielzahl der Untersuchungen und eingesetzten Testverfahren auf eine Alpha-Fehler-Adjustierung verzichtet (101). Vor diesem Hintergrund ist zu beachten, dass alle signifikanten Ergebnisse nur explorativen Charakters sind und eine confirmatorische Validierung der Resultate in weiteren Untersuchungen notwendig ist (101).

2.5.8 Charakterisierung der Stichprobe

Zur Stichprobencharakterisierung werden für die drei Gruppen die demografischen und neuropsychologischen Eigenschaften der Personen mit SCD, MCI und DAT dargestellt. Dazu wurden für die Parameter Alter und Bildungsniveau die statistischen Kennwerte Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) bestimmt. Zudem wurde die Verteilung der Geschlechter betrachtet. Außerdem wurde für alle durchgeführten neuropsychologischen Verfahren der CERAD-Plus Testbatterie die Mittelwerte und Standardabweichungen bestimmt. Schließlich erfolgte eine Unterschiedsprüfung der Gruppen in den einzelnen Verfahren. Hierbei wurde aufgrund der Verletzung der Voraussetzungen für eine ANOVA der Kruskal-Wallis-Test zum Gruppenvergleich eingesetzt.

3 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden zunächst die demografischen und neuropsychologischen Eigenschaften der untersuchten Gruppen vorgestellt. Im Anschluss wird auf die Ergebnisse für die in Kapitel 1.6 hergeleiteten Fragen eingegangen.

3.1 Demografische und neuropsychologische Eigenschaften der Stichprobe

Die unabhängige Stichprobe bestand aus insgesamt 565 Personen. Unter den 162 Personen mit SCD waren 68 Männer und 94 Frauen. In der Gruppe der Personen mit MCI ($n=185$) waren 86 Männer und 99 Frauen und in der Gruppe der Personen mit DAT ($n=218$) gab es 80 Männer und 138 Frauen. Die Betrachtung der Geschlechterverteilung zeigt demnach, dass in der Gruppe SCD 58,0% der Personen weiblichen Geschlechts waren. In den klinischen Gruppen lag der Frauenanteil bei MCI bei 53,5% und bei DAT sogar bei 63,3%. Der Chi-Quadrat-Test nach Pearson ergab jedoch keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Geschlecht und Gruppenzugehörigkeit ($\chi^2(2)=3,982, p=0,137$).

Tabelle 7 gibt einen Überblick über die Altersverteilung, das Bildungsniveau sowie über die Leistungen der Gruppen SCD, MCI und DAT in den Aufgaben der CERAD-Plus Testbatterie. Das Bildungsniveau berechnet sich aus der Summe der Jahre der Schulzeit ohne Klassenwiederholung und der Dauer der Ausbildung beziehungsweise des Studiums. Der K-S-Test war für den Parameter Alter in der Gruppe SCD ($D(162)=0,113, p<0,001$) sowie in den klinischen Gruppen MCI ($D(185)=0,102, p<0,001$) und DAT ($D(218)=0,087, p<0,001$) signifikant. Das widerlegt die Normalverteilungsannahme des Parameters. Ebenso verhielt es sich für den Parameter Bildungsniveau. Auch hier war der K-S-Test in der Gruppe SCD ($D(162)=0,167, p<0,001$) sowie in den klinischen Gruppen MCI ($D(185)=0,139, p<0,001$) und DAT ($D(218)=0,145, p<0,001$) signifikant, so dass die Voraussetzung der ANOVA auf Normalverteilung für beide Parameter nicht erfüllt war. Im Kruskal-Wallis-Test unterschieden sich sowohl für den Parameter Alter ($H(2)=81,338, p<0,001, w=0,379$) als auch für den Parameter Bildungsniveau ($H(2)=38,224, p<0,001, w=0,260$) mindestens zwei Gruppen signifikant voneinander. Die Paarvergleiche mit dem Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben belegen signifikante Altersunterschiede in der Gruppe SCD und DAT ($U=8990,000, z=-8,193, p<0,001, r=-0,420$) sowie für die Gruppe MCI und DAT ($U=12000,500, z=-7,013, p<0,001, r=-0,349$). Für das Bildungsniveau konnte der Paarvergleich mittels Mann-Whitney-U-Test zeigen, dass sich alle Gruppen signifikant voneinander

unterscheiden ($U_{\text{SCDvs.MCI}}=11224,500$, $z=-4,061$, $p<0,001$, $r=-0,218$; $U_{\text{SCDvs.DAT}}=11302,500$, $z=-6,042$, $p<0,001$, $r=-0,309$; $U_{\text{MCIvs.DAT}}=17594,000$, $z=-2,224$, $p=0,026$, $r=-0,111$). Eine statistische Kontrolle der Kovariaten wurde nicht vorgenommen, da von einem systematischen Zusammenhang von Alter (siehe auch Kapitel 1.1) und Bildungsniveau auf die Gruppe der Patientinnen und Patienten auszugehen ist, der laut Miller und Chapman (2001) bei nicht-randomisierten Untersuchungsdesigns häufig vorkommt, so dass die Kontrolle der Kovariaten sich direkt auf die Gruppenvariable auswirken würde und daher nicht empfohlen wird (102).

Auch für die Aufgaben der CERAD-Plus Testbatterie sowie für den CERAD Gesamtwert nach Chandler et al. (2005) waren die jeweiligen K-S-Tests signifikant, so dass die Annahme einer Normalverteilung verworfen werden musste und nonparametrische Verfahren zur Unterschiedsprüfung eingesetzt wurden. Diese sind in Tabelle 7 abgebildet, so dass an dieser Stelle auf eine ausführliche Darstellung verzichtet wird. Die Leistungen unterschieden sich zwischen den drei Gruppen in allen Aufgaben erwartungsgemäß. Sowohl der Kruskal-Wallis-Test als auch die anschließenden Paarvergleiche mit Mann-Whitney-U-Tests zeigten für alle Aufgaben und alle Gruppen signifikante Kontraste. Im Vergleich zu Personen mit SCD waren die Leistungen der Personen mit MCI und DAT jeweils signifikant schlechter. Die Variation der Stichprobengrößen bei den Trail Making Tests resultierte daraus, dass die Abbruchrate bei diesen Aufgaben höher war als bei anderen.

Tabelle 7: Beschreibung der Stichprobe mittels Alter und Bildungsniveau sowie mittels der Ergebnisse in den Aufgaben der CERAD-Plus Testbatterie und mittels des CERAD Gesamtwerts (Chandler et al., 2005) nach Kruskal-Wallis- und U-Tests

Parameter	SCD (n= 162)	MCI (n=185)	DAT (n=218)	Kruskal-Wallis-Test	U-Test
Alter*	69,75 (8,69)	71,08 (8,92)	77,34 (8,05)	$H(2)=81,34, p<0,001, w=0,38$	$U_{SCDvs.DAT}=8990,00, z=-8,19, p<0,001, r=-0,42$ $U_{MCIvs.DAT}=12000,50, z=-7,01, p<0,001, r=-0,35$
Bildungsniveau*	14,40 (2,71)	13,22 (2,64)	12,66 (2,63)	$H(2)=38,22, p<0,001, w=0,26$	$U_{SCDvs.MCI}=11224,50, z=-4,06, p<0,001, r=-0,22$ $U_{SCDvs.DAT}=11302,50, z=-6,04, p<0,001, r=-0,31$ $U_{MCIvs.DAT}=17594,00, z=-2,22, p=0,026, r=-0,11$
Verbale Flüssigkeit „Tiere“	23,43 (5,83)	19,41 (6,24)	12,33 (5,50)	$H(2)=235,55, p<0,001, w=0,65$	$U_{SCDvs.MCI}=9591,50, z=-5,79, p<0,001, r=-0,31$ $U_{SCDvs.DAT}=2816,00, z=-14,03, p<0,001, r=-0,72$ $U_{MCIvs.DAT}=7553,00, z=-10,84, p<0,001, r=-0,54$
BNT	14,59 (0,76)	14,20 (1,20)	12,54 (2,29)	$H(2)=141,94, p<0,001, w=0,50$	$U_{SCDvs.MCI}=12365,00, z=-3,27, p=0,001, r=-0,18$ $U_{SCDvs.DAT}=6755,50, z=-10,79, p<0,001, r=-0,53$ $U_{MCIvs.DAT}=10481,50, z=-8,61, p<0,001, r=-0,43$
MMST	28,30 (1,56)	27,06 (2,06)	21,92 (4,19)	$H(2)=287,54, p<0,001, w=0,71$	$U_{SCDvs.MCI}=9403,50, z=-6,08, p<0,001, r=-0,33$ $U_{SCDvs.DAT}=1971,50, z=-14,87, p<0,001, r=-0,76$ $U_{MCIvs.DAT}=5209,00, z=-12,89, p<0,001, r=-0,64$
WLGesamt	22,49 (3,86)	19,12 (3,68)	12,88 (4,26)	$H(2)=298,24, p<0,001, w=0,73$	$U_{SCDvs.MCI}=7616,50, z=-7,93, p<0,001, r=-0,43$ $U_{SCDvs.DAT}=2023,50, z=-14,78, p<0,001, r=-0,76$ $U_{MCIvs.DAT}=5055,50, z=-12,99, p<0,001, r=-0,65$
WLAbruf	7,88 (1,76)	5,71 (2,07)	1,96 (2,05)	$H(2)=341,83, p<0,001, w=0,78$	$U_{SCDvs.MCI}=6371,00, z=-9,33, p<0,001, r=-0,50$ $U_{SCDvs.DAT}=1090,00, z=-15,75, p<0,001, r=-0,81$ $U_{MCIvs.DAT}=4302,50, z=-13,71, p<0,001, r=-0,68$
WLRekog	9,67 (0,71)	9,17 (1,15)	6,28 (3,29)	$H(2)=220,66, p<0,001, w=0,63$	$U_{SCDvs.MCI}=11289,00, z=-4,68, p<0,001, r=-0,25$ $U_{SCDvs.DAT}=4282,50, z=-13,14, p<0,001, r=-0,67$ $U_{MCIvs.DAT}=7701,50, z=-10,95, p<0,001, r=-0,55$
VK	9,80 (1,31)	9,60 (1,07)	8,54 (1,73)	$H(2)=83,58, p<0,001, w=0,39$	$U_{SCDvs.MCI}=12777,00, z=-2,49, p=0,013, r=-0,13$ $U_{SCDvs.DAT}=9050,00, z=-8,35, p<0,001, r=-0,43$ $U_{MCIvs.DAT}=12522,00, z=-6,74, p<0,001, r=-0,34$
FGAbruf	8,74 (1,96)	6,70 (2,47)	2,98 (2,46)	$H(2)=289,77, p<0,001, w=0,72$	$U_{SCDvs.MCI}=7520,50, z=-8,09, p<0,001, r=-0,43$ $U_{SCDvs.DAT}=1942,50, z=-14,91, p<0,001, r=-0,76$ $U_{MCIvs.DAT}=5996,50, z=-12,22, p<0,001, r=-0,61$
TMT-A Zeit	48,65 (21,02)**	61,98 (32,94)	105,98 (73,08)**	$H(2)=158,76, p<0,001, w=0,54$	$U_{SCDvs.MCI}=9310,00, z=-5,94, p<0,001, r=-0,32$ $U_{SCDvs.DAT}=4564,50, z=-11,62, p<0,001, r=-0,60$ $U_{MCIvs.DAT}=9410,50, z=-8,28, p<0,001, r=-0,41$
TMT-B Zeit	104,06 (55,03)***	153,53 (75,92)***	256,40 (115,67)***	$H(2)=163,06, p<0,001, w=0,37$	$U_{SCDvs.MCI}=7204,50, z=-7,55, p<0,001, r=-0,41$ $U_{SCDvs.DAT}=1368,50, z=-11,55, p<0,001, r=-0,59$ $U_{MCIvs.DAT}=3943,00, z=-8,03, p<0,001, r=-0,40$
Verbale Flüssigkeit „S-Wörter“	14,64 (4,48)	12,05 (5,27)	8,61 (4,85)	$H(2)=123,94, p<0,001, w=0,47$	$U_{SCDvs.MCI}=10115,00, z=-5,24, p<0,001, r=-0,28$ $U_{SCDvs.DAT}=6360,00, z=-10,69, p<0,001, r=-0,55$ $U_{MCIvs.DAT}=12563,00, z=-6,54, p<0,001, r=-0,33$
CERAD Gesamtwert nach Chandler et al.	74,26 (10,52)	70,06 (10,16)	53,60 (12,55)	$H(2)=227,99, p<0,001, w=0,63$	$U_{SCDvs.MCI}=12180,00, z=-3,01, p=0,003, r=-0,16$ $U_{SCDvs.DAT}=3450,50, z=-13,42, p<0,001, r=-0,68$ $U_{MCIvs.DAT}=6274,50, z=-11,92, p<0,001, r=-0,59$

Anmerkungen. Für jede Variable wurden Mittelwert (Standardabweichung) sowie die signifikanten Kontraste dargestellt, die bei allen Variablen mit Kruskal-Wallis-Test und anschließenden U-Test für Paarvergleiche gerechnet wurden; *Angabe in Jahren; **veränderte Anzahl: SCD n=160, DAT n=199; ***veränderte Anzahl: SCD n=159, MCI n=174, DAT n=106; Effektstärke mit $w=\sqrt{H_{emp}/n}$ bzw. $r=z/\sqrt{n}$ berechnet

3.2 Ergebnisse der linguistischen Bewertungsvariablen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der explorativen Analysen zu den linguistischen Bewertungsvariablen ausführlich dargestellt. Zur besseren Übersicht und Lesbarkeit werden die Ergebnisse anhand der sechs Fragen, die im Rahmen dieser Arbeit beantwortet werden sollen, gegliedert.

3.2.1 Ergebnisse der Frage 1

Die erste Frage der vorliegenden Untersuchung lautete, welche der 19 linguistischen Bewertungsvariablen für die Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST zwischen den Gruppen SCD, MCI und DAT diskriminieren können. Die Ergebnisse der Diskriminationsfähigkeit der intervallskalierten und nominalen Bewertungsvariablen werden nacheinander vorgestellt. Zunächst wird auf die Ergebnisse der intervallskalierten und im Anschluss auf die Ergebnisse der nominalskalierten Bewertungsvariablen eingegangen.

3.2.1.1 Diskriminationsfähigkeit der intervallskalierten Bewertungsvariablen

Da die K-S-Tests für alle intervallskalierten Bewertungsvariablen signifikant waren, was die Normalverteilungsannahme der Variablen widerlegt, wurden nonparametrische Verfahren eingesetzt. Nach der inferenzstatistischen Analyse mit dem Kruskal-Wallis-Test konnten zwei der insgesamt neun intervallskalierten Bewertungsvariablen zwischen mindestens zwei der Gruppen signifikant diskriminieren: die Variable $M_{\text{Quotient_k_l_Wort}}$ ($H(2)=6,202$, $p=0,045$, $w=0,105$) und die Variable $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ ($H(2)=13,074$, $p=0,001$, $w=0,152$).

Für die Variable $M_{\text{Quotient_k_l_Wort}}$ kamen die anschließenden Post-hoc-Tests mit Mann-Whitney-U-Tests zu dem Ergebnis, dass sich nur die Gruppen SCD und DAT ($U=14904,500$, $z=-2,482$, $p=0,013$, $r=-0,128$) signifikant voneinander unterscheiden. Der Quotient fiel in der Gruppe der Personen mit SCD signifikant kleiner aus als in der Gruppe der Personen mit DAT. Für die Variable $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ wiesen die Paarvergleiche mit Mann-Whitney-U-Test sowohl zwischen den Gruppen SCD und MCI ($U=12876,500$, $z=-2,264$, $p=0,024$, $r=-0,122$) als auch zwischen den Gruppen SCD und DAT ($U=13872,000$, $z=-3,579$, $p<0,001$, $r=-0,184$) signifikante Ergebnisse nach. Hier fiel der Quotient bei Personen mit SCD signifikant größer aus als bei Personen mit MCI oder DAT. Die Effektstärken beider Variablen sind nach den Konventionen von Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) als klein einzuordnen (103). Tabelle 8 sind die statistischen Kennwerte M, SD sowie die Ergebnisse nach Kruskal-Wallis-

und Post-hoc-Tests (Mann-Whitney-U-Test) für die intervallskalierten Bewertungsvariablen für die Gruppen SCD, MCI und DAT zu entnehmen.

In den übrigen intervallskalierten Variablen konnte der Kruskal-Wallis-Test keine signifikanten Ergebnisse zeigen. Weder die Gesamtzeichen ($M_{\text{Gesamtzeichen}}$), die Buchstabenanzahl des kürzesten Wortes ($M_{\text{Kürzestes_Wort}}$), die syntaktische Komplexität ($\text{Syn}_{\text{Komplex}}$) noch die Indizes zur lexikalischen Reichhaltigkeit konnten signifikant zwischen den Gruppen SCD, MCI und DAT diskriminieren. Ein Trend zeigte sich bei der Variablen $M_{\text{Längstes_Wort}}$ ($H(2)=5,818$, $p=0,055$, *n.s.*). Die längsten Wörter bei kognitiv gesunden Personen bestanden aus mehr Buchstaben ($M=8,69$) als bei Personen mit DAT ($M=7,67$). Der Unterschied erreichte aber keine statistische Signifikanz.

Tabelle 8, Teil 1: Statistische Kennwerte (M, SD) der intervallskalierten Bewertungsvariablen bei Personen mit SCD, MCI und DAT

Gruppe	n	M	SD	Kruskal-Wallis-Test	U-Test
$M_{\text{Gesamtzeichen}}$					
SCD	162	26,38	11,57	$H(2)=3,46$, $p=0,177$	-
MCI	185	24,59	11,19		
DAT	218	23,85	8,69		
$M_{\text{Kürzestes_Wort}}$					
SCD	162	2,73	0,50	$H(2)=3,14$, $p=0,208$	-
MCI	185	2,76	0,46		
DAT	218	2,86	0,87		
$M_{\text{Quotient_k_l_Wort}}$					
SCD	162	0,37	0,15	$H(2)=6,20$, $p=0,045$, $w=0,105$	$U_{\text{SCDvs.MCI}}=13403,00$, $z=-1,71$, $p=0,088$
MCI	185	0,40	0,16		$U_{\text{SCDvs.DAT}}=14904,50$, $z=-2,48$, $p=0,013$, $r=-0,13$
DAT	216	0,41	0,14		$U_{\text{MCIvs.DAT}}=19267,50$, $z=-0,62$, $p=0,535$
$M_{\text{Längstes_Wort}}$					
SCD	162	8,69	4,14	$H(2)=5,82$, $p=0,055$	-
MCI	185	8,06	3,67		
DAT	218	7,68	2,95		
$M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$					
SCD	162	5,01	0,96	$H(2)=13,07$, $p=0,001$, $w=0,15$	$U_{\text{SCDvs.MCI}}=12876,50$, $z=-2,26$, $p=0,024$, $r=-0,12$
MCI	185	4,79	0,94		$U_{\text{SCDvs.DAT}}=13872,00$, $z=-3,58$, $p<0,001$, $r=-0,18$
DAT	218	4,71	1,03		$U_{\text{MCIvs.DAT}}=18593,00$, $z=-1,35$, $p=0,177$

Tabelle 8, Teil 2: Statistische Kennwerte (M, SD) der intervallskalierten Bewertungsvariablen bei Personen mit SCD, MCI und DAT

Gruppe	n	M	SD	Kruskal-Wallis-Test	U-Test
Syn_{Komplex}					
SCD	162	5,24	1,99		
MCI	185	5,16	2,12	$H(2)=1,24, p=0,538$	-
DAT	218	5,12	1,71		
Sem_{Prop_Gehalt}					
SCD	162	2,16	0,62		
MCI	185	2,25	0,71	$H(2)=3,16, p=0,206$	-
DAT	218	2,11	0,74		
Sem_{TTR}					
SCD	162	0,78	0,16		
MCI	185	0,79	0,16	$H(2)=1,55, p=0,460$	-
DAT	218	0,77	0,17		
Sem_{Brunét}					
SCD	162	0,38	0,15		
MCI	185	0,37	0,17	$H(2)=0,93, p=0,628$	-
DAT	218	0,39	0,17		

3.2.1.2 Diskriminationsfähigkeit der nominalen Bewertungsvariablen

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der ersten Frage zur Diskriminationsfähigkeit der nominalen Bewertungsvariablen berichtet. In Tabelle 9 sind für die nominalen Bewertungsvariablen jeweils die Anzahl und der prozentuale Anteil sowie die signifikanten Kontraste dargestellt. Diese wurden mittels Pearson's Chi-Quadrat-Test oder mit dem exakten Test nach Fisher-Freeman-Halton und anschließendem z-Test ermittelt. Die signifikanten Ergebnisse wurden zur besseren Übersicht in der Tabelle hervorgehoben. Als Effektstärkemaß wurde Cramér's V (V) oder der Kontingenzkoeffizient (C) verwendet. Zudem wurden zur Beurteilung der Stärke des Zusammenhangs für alle signifikanten Variablen die OR bestimmt, die Tabelle 10 und 11 zu entnehmen sind. Die OR werden ergänzend berichtet, da sie in der Literatur als gängigeres und nützlicheres Effektstärkemaß von kategorialen Daten bezeichnet werden (98).

Für vier der insgesamt zehn nominalen Bewertungsvariablen zeigten sich signifikante Zusammenhänge und Unterschiede zwischen den beobachteten und erwarteten Häufigkeiten. Ein signifikanter Zusammenhang bestand zwischen der Gruppenzugehörigkeit und dem Vorhandensein von Rechtschreibfehlern ($M_{\text{Rechtschreibfehler}}$) im Satz ($\chi^2(2)=21,30, p<0,001, V=0,19$). Bei 33,5% der Personen mit DAT zeigten sich im Satz Rechtschreibfehler, während diese bei Personen mit MCI nur in 20,5% und bei Personen mit SCD nur in 13,6% der Sätze

vorkamen. Weitere signifikante Zusammenhänge ließen sich zwischen der Gruppenzugehörigkeit und dem Vorhandensein eines Satzzeichens ($\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$) ($\chi^2(2)=27,87$, $p<0,001$, $V=0,22$), syntaktischer Fehler ($\text{Syn}_{\text{Fehler}}$) ($\chi^2(2)=11,27$, $p=0,004$, $V=0,14$) sowie semantischer Fehler ($\text{Sem}_{\text{Fehler}}$) ($\chi^2(2)=7,50$, $p=0,016$, $C=0,12$) nachweisen. 71,0% der Personen mit SCD schlossen den Satz im MMST mit einem Satzzeichen ab. Dagegen verwendeten nur 58,4% der Personen mit MCI und weniger als die Hälfte (44,0%) der Personen mit DAT ein Satzzeichen. Die Fehlerrate für syntaktische und semantische Fehler war jeweils in der Gruppe der Personen mit DAT mit 7,3% bzw. 4,1% im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen am größten. Der z-Test offenbarte, dass sich diese Unterschiede zwischen den beobachteten und erwarteten Häufigkeiten für die Variablen $M_{\text{Rechtschreibfehler}}$ sowie $\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$ sowohl in der Gruppe SCD als auch in der Gruppe DAT feststellen ließen. Bei den syntaktischen und semantischen Fehlern ergaben sich nur bei Personen mit DAT signifikante Unterschiede.

Zwischen den verbleibenden sechs nominalen Bewertungsvariablen und der Gruppenzugehörigkeit konnten keine signifikanten Zusammenhänge nachgewiesen werden. Fehler der Wortdeklinaton traten lediglich in drei Fällen (1,4%) bei DAT, in einem Fall bei MCI (0,5%) und in keinem Fall bei SCD auf. Fehler der Wortkonjugation kamen noch seltener vor – in einem Fall bei DAT (0,5%) und in keinem Fall bei MCI und SCD. Zudem ist ersichtlich, dass über alle Gruppen hinweg die meisten Sätze in der 1. Person und in Singular geschrieben wurden. Dies traf auf 318 von 556 Personen zu. Es gab neun fehlende Fälle, da das Personalpronomen im Satz jeweils fehlte. Als Verbtempus verwendeten 93,2-94,5% der Personen mit SCD, MCI und DAT in den Sätzen die Gegenwartsform. Über alle Gruppen hinweg wurde zudem ein einzelner Hauptsatz formuliert.

Tabelle 9: Darstellung der Anzahl, des prozentualen Anteils sowie der signifikanten Kontraste der kategorialen Bewertungsvariablen

Name	Beschreibung	SCD (n=162)	MCI (n=185)	DAT (n=218)	Pearson's Chi- Quadrat Test
M_{Rechtschreibfehler}	Rechtschreib- fehler (0,1)	0 140 (86,4%) 1 22 (13,6%)	148 (80,0%) 37 (20,0%)	146 (67,0%) 72 (33,0%)	$\chi^2(2)=21,303$, $p<0,001$, $V=0,194$
M _{Deklinationsfehler}	Fehler der Wortdeklination (0,1)	0 162 (100,0%) 1 0 (0,0%)	184 (99,5%) 1(0,5%)	215 (98,6%) 3 (1,4%)	$\chi^2(2)=2,065$, $p=0,467^*$
M _{Konjugationsfehler}	Fehler der Wortkonjugation (0,1)	0 162 (100,0%) 1 0 (0,0%)	185 (100,0%) 0 (0,0%)	217 (99,5%) 1 (0,5%)	$\chi^2(2)=1,550$, $p=1,000^*$
M _{Person}	Grammatische Person (1,2,3)	1 88 (54,3%) 2 1 (0,6%) 3 73 (45,1%)	117 (63,6%) 2 (1,1%) 65 (35,3%)**	126 (59,7%) 2 (0,9%) 83 (39,3%)**	$\chi^2(2)=3,703$, $p=0,449^*$
M _{Numerus}	Numerus der Person (0,1)	0 154 (95,1%) 1 8 (4,9%)	178 (96,7%) 6 (3,3%)	202 (95,7%) 9 (4,3%***)	$\chi^2(2)=0,628$, $p=0,730$
M _{Verbtempus}	Verbtempus (0,1)	0 11 (6,8%) 1 151 (93,2%)	10 (5,5%) 173 (94,5%****)	13 (6,3%) 192 (93,7%****)	$\chi^2(2)=0,275$, $p=0,872$
Syn_{Satzzeichen}	Satzzeichen (0,1)	0 47 (29,0%) 1 115 (71,0%)	77 (41,6%) 108 (58,4%)	122 (56,0%) 96 (44,0%)	$\chi^2(2)=27,872$, $p<0,001$, $V=0,222$
Syn _{Satzart}	Satzart (0,1)	0 151 (93,2%) 1 11 (6,8%)	164 (89,1%) 20 (10,9%)	184 (88,9%) 23 (11,1%) *****	$\chi^2(2)=2,308$, $p=0,315$
Syn_{Fehler}	Syntaktische Fehler (0,1)	0 159 (98,1%) 1 3 (1,9%)	182 (98,4%) 3 (1,6%)	202 (92,7%) 16 (7,3%)	$\chi^2(2)=11,274$, $p=0,004$, $V=0,141$
Sem_{Fehler}	Semantische Fehler (0,1)	0 161 (99,4%) 1 1 (0,6%)	184 (99,5%) 1 (0,5%)	209 (95,9%) 9 (4,1%)	$\chi^2(2)=7,497$, $p=0,016$, $C=0,124^*$

Anmerkungen. *exakter Test nach Fisher-Freeman-Halton und Effektstärkemaß C verwendet, da mind. eine Zelle eine erwartete Häufigkeit kleiner 5 hat; V =Cramér's V; **veränderte Anzahl: MCI n=184, DAT n=211; ***veränderte Anzahl: DAT n=211; ****veränderte Anzahl: MCI n=183, DAT n=205; *****veränderte Anzahl: DAT n=207; die **Markierung** zeigt die signifikanten Unterschiede an, die mittels z-Test ermittelt wurden

In den nachfolgenden Tabellen sind jeweils die OR für die signifikanten nominalen Bewertungsvariablen angegeben. Zunächst sind in Tabelle 10 die OR für die Gruppe DAT im Vergleich zur restlichen Stichprobe (MCI und SCD) dargestellt. Diese zeigen für die Variablen M_{Rechtschreibfehler}, Syn_{Fehler} und Sem_{Fehler}, dass das Vorhandensein des jeweiligen Merkmals die Chance für das Auftreten einer DAT erhöht. Die jeweiligen Werte bestätigen damit die signifikante Verbindung zwischen dem Vorhandensein von Rechtschreibfehlern, syntaktischen oder semantischen Fehlern im Satz und dem Vorhandensein der Diagnose DAT. Bei der Variablen Syn_{Satzzeichen} ist es aufgrund der Polung der Variablen umgekehrt. Das bedeutet, dass das Vorhandensein eines Satzzeichens die Chance für das Vorhandensein einer DAT senkt. Da

die Konfidenzintervalle den Wert 1 bei allen Bewertungsvariablen nicht einschließen, ist jeweils von signifikanten Effekten auszugehen.

Tabelle 10: Odds Ratio und 95%-Konfidenzintervall für die signifikanten kategorialen Variablen zwischen DAT (n=218) und SCD&MCI (n=347)

		95%-Konfidenzintervall		
		Unterer Wert	Odds Ratio	Oberer Wert
$M_{\text{Rechtschreibfehler}}$	Rechtschreibfehler (0,1)	1,62	2,41	3,58
$\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$	Satzzeichen (0,1)	0,31	0,44	0,62
$\text{Syn}_{\text{Fehler}}$	syntaktische Fehler (0,1)	1,73	4,50	11,69
$\text{Sem}_{\text{Fehler}}$	semantische Fehler (0,1)	1,59	7,43	34,71

Tabelle 11 zeigt die OR für die signifikanten Variablen für die Gruppe SCD im Vergleich zur restlichen Stichprobe (MCI und DAT). Die OR beziffern hier das Risiko keine kognitive Störung vs. eine kognitive Störung. Die jeweiligen Werte bestätigen die signifikante Verbindung zwischen dem Vorhandensein von Rechtschreibern bzw. einem Satzzeichen im Satz und dem Vorhandensein der Diagnose SCD. Da die Konfidenzintervalle bei den Variablen $\text{Syn}_{\text{Fehler}}$ und $\text{Sem}_{\text{Fehler}}$ den Wert 1 einschließen, sind die Effekte nicht signifikant, was die vorangehenden Ergebnisse des z-Tests stützt (siehe Tabelle 9). Die Chance für das Auftreten eines SCD wird durch das Vorhandensein der Variablen $M_{\text{Rechtschreibfehler}}$, $\text{Syn}_{\text{Fehler}}$ und $\text{Sem}_{\text{Fehler}}$ gesenkt. Ist hingegen ein Satzzeichen vorhanden, erhöht sich die Chance für ein SCD.

Tabelle 11: Odds Ratio und 95%-Konfidenzintervall für die signifikanten kategorialen Variablen zwischen SCD (n=162) und MCI&DAT (n=403)

		95%-Konfidenzintervall		
		Unterer Wert	Odds Ratio	Oberer Wert
$M_{\text{Rechtschreibfehler}}$	Rechtschreibfehler (0,1)	0,26	0,42	0,70
$\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$	Satzzeichen (0,1)	1,61	2,39	3,53
$\text{Syn}_{\text{Fehler}}$	syntaktische Fehler (0,1)	0,11	0,38	1,31
$\text{Sem}_{\text{Fehler}}$	semantische Fehler (0,1)	0,03	0,24	1,92

3.2.2 Ergebnisse der Frage 2

Mit Hilfe der MLR ist evaluiert worden, in welchem Maß und in welcher Kombination die signifikanten Bewertungsvariablen die Gruppenzugehörigkeit einer Person am besten präzisieren können (Frage 2). Als Baseline wurde die Kategorie SCD verwendet. Die Kategorien MCI und DAT wurden jeweils mit der Baseline verglichen. Als Einschlußmethode wurde die schrittweise Vorwärtsselektion ausgewählt. Als Effektstärkemaße werden wiederum die OR angegeben. Die Ergebnisse der MLR sind Tabelle 12 zu entnehmen. Das Gesamtmodell ist signifikant ($\chi^2(8)=63,789, p<0,001$). Dabei zeigt sich, dass beim Gruppenvergleich SCD vs. DAT ein konstanter Faktor sowie die Variablen $M_{\text{Rechtschreibfehler}}$, $\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$, $\text{Syn}_{\text{Fehler}}$, $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ signifikante Prädiktoren der Gruppenzugehörigkeit sind. Für alle vier Variablen und den konstanten Faktor liegen signifikante Effekte vor. Beim Gruppenvergleich SCD vs. MCI war nur die Variable $\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$ ein signifikanter Prädiktor für die Gruppenzugehörigkeit.

Die OR sind der Tabelle 12 zu entnehmen. Beim Vergleich DAT vs. SCD zeigen die Werte, dass das Fehlen von Rechtschreibfehlern und syntaktischen Fehlern im Satz die Chance der Diagnose DAT reduziert. Bei der Variablen $\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$ ist es aufgrund der Polung der Variablen umgekehrt. Das heißt, dass ein fehlendes Satzzeichen die Chance für das Vorhandensein einer DAT erhöht. Erhöht sich der Quotient $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ um eine Einheit, so sinkt die Chance für eine DAT. Da die Konfidenzintervalle den Wert 1 bei allen Bewertungsvariablen nicht einschließen ist von signifikanten Effekten auszugehen.

Tabelle 12: Zusammenfassung der Ergebnisse der multinomialen logistischen Regression unter Angabe der Odds Ratio und 95%-Konfidenzintervall

	b (SD)	95% Konfidenzintervall		
		Unterer Wert	Odds Ratio	Oberer Wert
MCI vs. SCD				
Konstanter Term	1,61 (1,22)			
M _{Rechtschreibfehler}	-0,50 (0,30)	0,34	0,61	1,10
Syn _{Satzzeichen}	0,48 (0,23)*	1,02	1,61	2,55
Syn _{Fehler}	-0,08 (0,86)	0,17	0,92	4,98
M _{Quotient_Buchst_Wörter}	-0,23 (0,12)	0,62	0,79	1,01
DAT vs. SCD				
Konstanter Term	4,53 (1,14)***			
M _{Rechtschreibfehler}	-1,19 (0,28)***	0,17	0,30	0,53
Syn _{Satzzeichen}	0,88 (0,23)***	1,54	2,42	3,80
Syn _{Fehler}	-1,59 (0,73)*	0,05	0,20	0,85
M _{Quotient_Buchst_Wörter}	-0,45 (0,13)***	0,50	0,64	0,82

Anmerkungen. b=Regressionskoeffizient; SD=Standardabweichung; R²=0,11 (Cox&Snell), R²=0,12 (Nagelkerke), Modell $\chi^2(8) = 63,789, p < 0,001$. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

3.2.3 Ergebnisse der Frage 3

Zur Beantwortung der Frage 3 wurde ein Gesamtindex aus den vier Bewertungsvariablen, die nach Durchführung der MLR am besten zwischen den Gruppen SCD und DAT trennen, gebildet. Die Gewichtung erfolgte zunächst durch die Regressionskoeffizienten, so dass sich folgende Gleichung für den Gesamtindex ergibt:

$$\text{Index} = -1,19 * M_{\text{Rechtschreibfehler}} + 0,88 * \text{Syn}_{\text{Satzzeichen}} + (-1,59 * \text{Syn}_{\text{Fehler}}) + (-0,45 * M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}) + 4,53$$

Da die Anwendung eines solchen Gesamtindex im klinischen Alltag nicht praktikabel erscheint, wurde als Alternative ein Summenindex mit dem Namen „M-Syn-Index“ aus den vier Bewertungsvariablen gebildet:

$$\text{M-Syn-Index} = M_{\text{Rechtschreibfehler}} + \text{Syn}_{\text{Satzzeichen}} + \text{Syn}_{\text{Fehler}} + M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$$

Zur Bildung des „M-Syn-Index“ mussten alle Variablen in binärer Form vorliegen. Zunächst wurde dafür die metrische Variable M_{Quotient_Buchst_Wörter} mittels Bestimmung des optimalen

Schwellenwerts durch den Youden-Index in eine diskrete Variable umgewandelt. Dies wurde für die Gruppen SCD vs. DAT durchgeführt. Für die Variable $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ hatte der Wert 4,94 den größten Youden-Index. Unter Anwendung von Rundungsregeln wurde bei der Gesamtbetrachtung festgelegt, dass ein Wert von 5 den optimalen Schwellenwert der Variablen darstellt. Zur Bestimmung der neuen binären Variablen $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ wurde demnach für Werte ≤ 5 der Wert 0 vergeben, was auf eine DAT hinweist. Werte > 5 erhielten den Wert 1 und indizieren keine DAT. Die weiteren drei Variablen ($M_{\text{Rechtschreibfehler}}$, SynSatzzeichen , SynFehler) lagen zwar bereits als kategoriale Variablen vor, so dass zur Bildung des Summenwerts keine Umwandlung notwendig war. Allerdings mussten die Variablen $M_{\text{Rechtschreibfehler}}$ und SynFehler umgepolt werden, so dass ein Wert von 0 auf einen Fehler bzw. eine DAT hinweist, während ein Wert von 1 keinen Fehler bzw. keine DAT anzeigt. Der Summenwert des „M-Syn-Index“ variiert somit zwischen den Werten 0 und 4, wobei ein niedriger Wert eine hohe Fehlerrate und damit die Diagnose einer DAT nahelegt. Bei einem Wert von 4 liegt hingegen keine DAT vor.

Der „M-Syn-Index“ ist in der Gruppe der Personen mit SCD am größten ($M=2,96$, $SD=0,76$) und bei Personen mit DAT am kleinsten ($M=2,30$, $SD=0,90$) (siehe auch Abbildung 1). Der Wert von Personen mit MCI lag mit $M=2,68$ ($SD=0,85$) zwischen beiden Gruppen. Eine ANOVA konnte aufgrund der Verletzung der Annahme auf Normalverteilung (K-S-Test: SCD: $D(162)=0,254$, $p<0,001$; MCI: $D(185)=0,238$, $p<0,001$; DAT: $D(218)=0,227$, $p<0,001$) nicht durchgeführt werden, so dass nonparametrische Verfahren zum Einsatz kamen. Der Kruskal-Wallis-Test konnte für den „M-Syn-Index“ einen signifikanten Unterschied zwischen mindestens zwei Gruppen feststellen ($H(2)=52,473$, $p<0,001$, $w=0,305$). Die anschließenden Post-hoc-Tests mit Mann-Whitney-U-Tests zeigten in allen Gruppen signifikante Unterschiede ($U_{\text{SCDvs.DAT}}=10537,50$, $z=-7,11$, $p<0,001$, $r=-0,365$; $U_{\text{SCDvs.MCI}}=12262,50$, $z=-3,12$, $p=0,002$, $r=-0,168$; $U_{\text{MCIvs.DAT}}=15566,00$, $z=-4,18$, $p<0,001$, $r=-0,208$). Die Effektstärken des „M-Syn-Index“ sind nach den Konventionen von Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) für die Gruppen SCD vs. DAT als mittel einzuordnen (103). Für SCD vs. MCI und MCI vs. DAT liegen nach den Konventionen von Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) kleine Effekte vor (103).

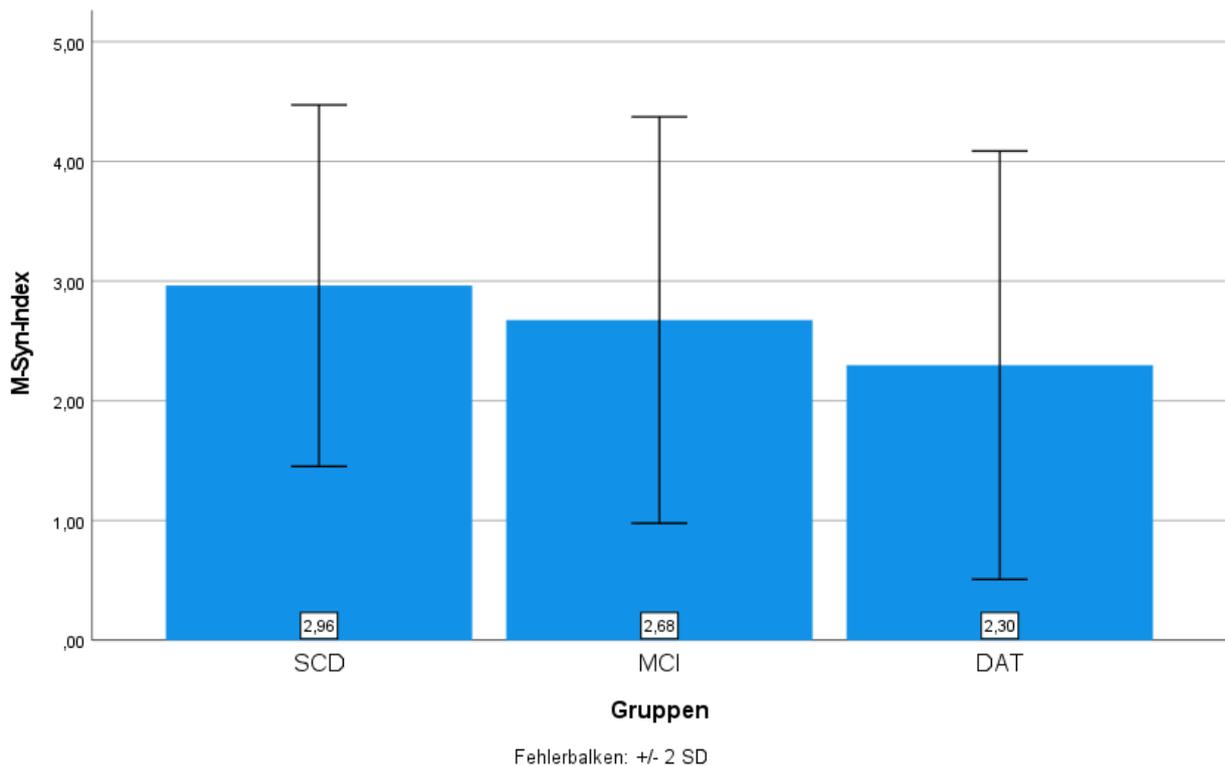


Abbildung 1: Balkendiagramm der Mittelwertverteilung des „M-Syn-Index“ für die Gruppen SCD, MCI und DAT mit Angabe von M (Mittelwert) und +/-2SD (Standardabweichung)

Zur näheren Charakterisierung des neuen Bewertungsindex wurde die Treffsicherheit berechnet. Dafür erfolgte die Ermittlung der Sensitivität und Spezifität. Da die Maße nur für binäre Klassifikationstests bestimmbar sind, wurde der „M-Syn-Index“ zunächst in eine binäre Variable umgewandelt. Dies geschah durch die Bestimmung des optimalen Schwellenwerts mittels Youden-Index für die Gruppen SCD vs. DAT. Es ergab sich der optimale Schwellenwert von 1,50, aufgerundet von 2, für den „M-Syn-Index“. Personen mit einem Wert von 2 oder weniger Punkten wurden demnach als kognitiv auffällig klassifiziert, was die Diagnose DAT nahelegt. Bei Personen mit einem Wert, der größer als 2 ist, bestand keine kognitive Störung. Tabelle 13 ist die Verteilung des binären „M-Syn-Index“ in den Gruppen SCD und DAT zu entnehmen, mit dessen Hilfe die Sensitivität und Spezifität manuell berechnet wurde.

Tabelle 13: Darstellung der Anzahl der Personen mit SCD und DAT für den binären „M-Syn-Index“

	„M-Syn-Index“		Gesamt
	0	1	
SCD	43	119	162
DAT	130	88	218
Gesamt	173	207	380

Der prozentuale Anteil der korrekt als krank (DAT) eingestuftten Personen lag mittels „M-Syn-Index“ bei 75,2% (Sensitivität). Die Spezifität beträgt 57,5%. Der Anteil fälschlicherweise als gesund eingestuftter Personen lag demnach bei 42,5%.

3.2.4 Ergebnisse der Frage 4

Ob die Aussagekraft des neuen Gesamtindex zur Bewertung besser ist als die bisherige Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ des MMST (Frage 4), wurde durch einen deskriptiven Vergleich der Effektstärken untersucht. Zunächst wurde die Diskriminationsfähigkeit der Originalbewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ geprüft. Der Tabelle 14 sind die Anzahl, der prozentuale Anteil sowie die signifikanten Kontraste für die ursprüngliche Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ zu entnehmen. Die Ergebnisse wurden mittels Pearson’s Chi-Quadrat-Test und anschließendem z-Test ermittelt. Die signifikanten Ergebnisse wurden zur besseren Übersicht in der Tabelle hervorgehoben. Als Effektstärkemaß wurde Cramer’s V verwendet.

Die Ergebnisse zeigen, dass 94,0-99,0% der Personen aus allen Gruppen in der Lage waren, einen Satz entsprechend der von Folstein et al. (1975) vorgegebenen Bewertungskriterien aus dem MMST korrekt zu schreiben. Die Ausfallrate liegt in der Gruppe der Personen mit DAT bei 6,0%, dagegen in den Gruppen der Personen mit MCI und SCD bei 2,2% bzw. 1,2%. Pearson’s Chi-Quadrat-Test offenbarte einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Gruppenzugehörigkeit und der Originalbewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ (siehe Tabelle 14). Der Effekt ist nach den Konventionen von Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) als klein einzuordnen (103). Der z-Test zeigte, dass sich die Unterschiede zwischen beobachteten und erwarteten Häufigkeiten nur in der Gruppe DAT ergeben.

Tabelle 14: Darstellung der Anzahl, des prozentualen Anteils sowie der signifikanten Kontraste der ursprünglichen von Folstein et al. (1975) vorgegebenen Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST für die Gruppen SCD, MCI und DAT

Variablenname		SCD (n=162)	MCI (n=185)	DAT (n=218)	Pearson's Chi-Quadrat Test
Aufgabe „Satz schreiben“	0	2 (1,2%)	4 (2,2%)	13 (6,0%)	$\chi^2(2)=7,615, p=0,022,$ $V=0,116$
	1	160 (98,8%)	181 (97,8%)	205 (94,0%)	

Anmerkungen. Keine Zelle hat eine erwartete Häufigkeit <5, so dass für die Variable die Anzahl und der prozentuale Anteil sowie die signifikanten Kontraste mittels Pearson's Chi-Quadrat-Test dargestellt wurden; als Effektstärkemaß wurde Cramer's V (V) verwendet

Zum deskriptiven Vergleich der beiden Bewertungen für die Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST wurden die Effektstärkemaße betrachtet. Dafür wurden die Effektstärken der Originalbewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ sowie des neuen Bewertungsindex „M-Syn-Index“ jeweils mit dem frei verfügbaren Onlineprogramm „Psychometrica“ (96) in das Effektstärkemaß Cohens *d* umgewandelt. Die Ergebnisse sind der Tabelle 15 zu entnehmen. Der deskriptive Vergleich zeigt, dass der Effekt für die Originalbewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ nach den Konventionen von Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) klein ist, während der Effekt für den „M-Syn-Index“ als mittlerer Effekt einzuordnen ist (103).

Tabelle 15: Deskriptiver Vergleich der Effektstärkemaße der zwei Bewertungsvariablen der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST

Variablenname	Effektstärke <i>V</i> bzw. <i>w</i>	Cohens <i>d</i>
Originalbewertung der Aufgabe „Satz schreiben“	$V=0,116$	0,234
„M-Syn-Index“	$w=0,305$	0,628

Anmerkungen. V =Cramer's V (V), w =Cohens w

3.2.5 Ergebnisse der Frage 5

Die Frage nach dem Zusammenhang der Bewertungsvariablen untereinander sowie mit weiteren Variablen (Frage 5) wurde mittels Korrelations- und Assoziationsmaßen beantwortet. Die Zusammenhangsanalyse der einzelnen Bewertungsvariablen des „M-Syn-Index“ wurde abhängig vom Skalenniveau der jeweiligen Variablen mit unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten durchgeführt. Die Ergebnisse sind der Tabelle 16 zu entnehmen.

Tabelle 16: Interkorrelationen der Bewertungsvariablen des „M-Syn-Index“

Variablenname	M _{Rechtschreibfehler}	M _{Quotient_Buchst_Wörter}	Syn _{Satzzeichen}	Syn _{Fehler}
M _{Rechtschreibfehler}	1			
M _{Quotient_Buchst_Wörter}	0,09 ¹	1		
Syn _{Satzzeichen}	0,08 (n.s.) ²	0,15 ¹	1	
Syn _{Fehler}	0,04 (n.s.) ²	0,23 ¹	0,16*** ²	1

Anmerkungen. n.s.=nicht signifikant ($p>0,05$), * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$; ¹=Eta-Koeffizient ohne Signifikanzangaben berechnet; ²=Kreuztabellen mit Cramer's V berechnet

Die Bewertungsvariablen waren alle positiv assoziiert, der Zusammenhang ist nach den Konventionen nach Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) jedoch jeweils als gering einzuordnen (103). Zwischen der Variablen Syn_{Satzzeichen} und Syn_{Fehler} bestand eine signifikante Assoziation.

Wie Tabelle 17 zeigt, bestanden zwischen den Bewertungsvariablen und dem Gesamtwert des MMST sowie dem CERAD-Gesamtwert nach Chandler et al. (2005) positive Zusammenhänge. Diese wurden nach den Konventionen von Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) hinsichtlich ihrer Stärke bewertet und sind jeweils als klein bis mittel einzuordnen (103). Signifikante mittlere Zusammenhänge lagen zwischen dem „M-Syn-Index“ und dem Gesamtwert im MMST ($r=0,342$, $p<0,001$) sowie zwischen dem „M-Syn-Index“ und dem CERAD-Gesamtwert nach Chandler et al. (2005) vor ($r=0,306$, $p<0,001$).

Tabelle 17: Korrelationen zwischen den Bewertungsvariablen sowie dem „M-Syn-Index“ und dem Gesamtwert im MMST bzw. dem CERAD-Gesamtwert nach Chandler et al. (2005)

Variablenname	MMST-Gesamtwert	CERAD-Gesamtwert
M _{Rechtschreibfehler}	0,20 ²	0,17 ²
M _{Quotient_Buchst_Wörter}	0,15*** ¹	0,14*** ¹
Syn _{Satzzeichen}	0,31 ²	0,25 ²
Syn _{Fehler}	0,22 ²	0,21 ²
„M-Syn-Index“	0,34*** ¹	0,31*** ¹

Anmerkungen. n.s.=nicht signifikant ($p>0,05$), * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$; ¹=Spearman's rho Korrelation, ²=Eta-Koeffizient ohne Signifikanzangaben berechnet

Auch der Einfluss von Alter und Bildungsniveau auf die einzelnen Bewertungsvariablen und den „M-Syn-Index“ wurde korrelativ untersucht. Da von einem systematischen Einfluss von Alter und Bildungsniveau auf die Diagnosegruppen auszugehen ist und Personen mit DAT im Mittel älter sind und weniger Bildungsjahre vorweisen als Personen mit SCD (siehe auch Tabelle 7), wäre der Einsatz von Partialkorrelationen unter Kontrolle der Diagnosegruppe die Methode der Wahl gewesen. Das Berechnen von Partialkorrelationen war allerdings nicht möglich, da die Voraussetzungen, wie in 2.5.5 dargestellt, dafür nicht erfüllt waren. Daher wurden die Korrelationen getrennt für jede Gruppe berechnet (siehe Tabelle 18). Es zeigte sich, dass der Einfluss von Alter und Bildungsniveau bei den Variablen $M_{\text{Rechtschreibfehler}}$, $\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$ und $\text{Syn}_{\text{Fehler}}$ in allen Gruppen jeweils positiv und nach den Konventionen von Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) als klein einzuordnen ist (103). Der Zusammenhang zwischen Alter und $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ war in allen Gruppen negativ, nicht signifikant und ist ebenfalls als klein einzuordnen. Das Bildungsniveau korreliert in der Gruppe SCD negativ und in den Gruppen MCI und DAT positiv mit der Variablen $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$. Nur in der Gruppe DAT war der Einfluss von Bildungsniveau auf die Variable $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ signifikant ($r=0,140$, $p=0,039$). Der Zusammenhang auf den Gesamtindex „M-Syn-Index“ war für Alter in allen Gruppen negativ, für Bildungsniveau in allen Gruppen positiv und ist nach den Konventionen von Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) jeweils als klein einzuordnen (103). Nur in der Gruppe MCI wurden die Ergebnisse jeweils signifikant. Bei Personen mit MCI bestand zwischen „M-Syn-Index“ und Alter eine signifikante negative Korrelation ($r=-0,240$, $p=0,001$) während zwischen „M-Syn-Index“ und Bildungsniveau eine signifikante positive Korrelation vorlag ($r=0,207$, $p=0,005$).

Tabelle 18: Korrelationen zwischen den Bewertungsvariablen und dem „M-Syn-Index“ und Alter und Bildungsniveau getrennt für die Gruppen SCD, MCI und DAT

Gruppe	Alter	Bildungsniveau
$M_{\text{Rechtschreibfehler}}$		
SCD	0,095 ²	0,048 ²
MCI	0,101 ²	0,119 ²
DAT	0,020 ²	0,039 ²
$M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$		
SCD	-0,090 n.s. ¹	-0,065 n.s. ¹
MCI	-0,002 n.s. ¹	0,117 n.s. ¹
DAT	-0,024 n.s. ¹	0,140* ¹
$\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$		
SCD	0,166 ²	0,160 ²
MCI	0,264 ²	0,180 ²
DAT	0,064 ²	0,055 ²
$\text{Syn}_{\text{Fehler}}$		
SCD	0,009 ²	0,054 ²
MCI	0,052 ²	0,092 ²
DAT	0,045 ²	0,083 ²
„M-Syn-Index“		
SCD	-0,130 n.s. ¹	0,095 n.s. ¹
MCI	-0,240** ¹	0,207** ¹
DAT	-0,028 n.s. ¹	0,111 n.s. ¹

Anmerkungen. n.s.=nicht signifikant ($p>0,05$), * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$; ¹=Spearman's rho Korrelation, ²=Eta-Koeffizient ohne Signifikanzangaben berechnet

3.2.6 Ergebnisse der Frage 6

Um einen Eindruck von intraindividuellen Veränderungen der linguistischen Bewertungsvariablen und des „M-Syn-Index“ zu erhalten (Frage 6), werden im Folgenden exemplarisch drei Fallbeispiele vorgestellt. Das erste Fallbeispiel, das in Tabelle 19 dargestellt ist, zeigt den Verlauf einer Person mit der Diagnose SCD zu T1, die sich über ein MCI zu einer DAT entwickelte. Bei der Betrachtung des „M-Syn-Index“ über alle vier Testzeitpunkte zeigt sich, dass der Index zu T1 mit einem Wert von 4 unauffällig und damit gut mit der Ausgangsdiagnose vereinbar ist. Über die Jahre reduziert sich der Indexwert, was den

Diagnoseverlauf widerspiegelt. Mit Erreichen des optimalen Schwellenwerts von 2 im „M-Syn-Index“ verändert sich auch die Diagnose von SCD zu MCI. Die Bewertungsvariablen, die zusammen den „M-Syn-Index“ bilden, sind ebenfalls der Tabelle 19 zu entnehmen und spiegeln den progredienten Krankheitsverlauf wider. Zu T1 sind weder Rechtschreibfehler noch syntaktische Fehler vorhanden. Auch wird der Satz noch mit einem Satzzeichen beendet. Ab T2 ist der Quotient auffällig und es fehlt bereits am Ende des Satzes das Satzzeichen. Zu T4 kommt ein Rechtschreibfehler hinzu.

Tabelle 19: Darstellung des ersten Fallbeispiels mit den Diagnosen SCD, MCI und DAT zur längsschnittlichen Betrachtung

Testzeitpunkt	Monat/Jahr	Diagnose	Satz	„M-Syn-Index“	M _R	M _Q	Syn _S	Syn _F
T1	03/13	SCD	<i>Ich gehe einkaufen.</i>	4,00	1	1 (5,67)	1	1
T2	11/13	MCI	<i>Ich bin heute beim Arzt</i>	2,00	1	0 (3,80)	0	1
T3	11/14	DAT	<i>Ich fahre Fahrrad</i>	2,00	1	0 (5,00)	0	1
T4	01/16	DAT	<i>Ich Laufe durch den Wald</i>	1,00	0	0 (4,00)	0	1

Anmerkungen. T1=Testzeitpunkt 1 usw.; M_R=M_{Rechtschreibfehler}, M_Q=M_{Quotient_Buchst_Wörter}, Syn_S=Syn_{Satzzeichen}, Syn_F=Syn_{Fehler}; Der Wert bei M_Q in Klammern ist der Quotient aus den Gesamtbuchstaben geteilt durch die Anzahl der Wörter; Bei den Bewertungsvariablen bedeutet ein Wert von 1, dass keine Auffälligkeit besteht, ein Wert von 0 bedeutet, dass etwas auffällig ist

Das zweite Fallbeispiel (siehe Tabelle 20) zeigt den Verlauf über vier Testzeitpunkte von der Diagnose SCD zu MCI. Der „M-Syn-Index“ ist zu den ersten beiden Testzeitpunkten (T1 und T2) mit einem Wert von 4 als unauffällig zu klassifizieren, was kongruent zur Diagnose SCD ist. Auch beim Betrachten des Satzes liegen zu T1 und T2 weder Rechtschreibfehler noch syntaktische Fehler vor. Ebenso wurden beide Sätze mit einem Satzzeichen beendet und auch der Quotient ist unauffällig. Zu T3 fehlt das Satzzeichen am Ende des Satzes. Der Wert im „M-Syn-Index“ verringert sich dementsprechend, was kongruent mit der Diagnose ist, die von SCD zu MCI wechselt. Bei T4 sind schließlich zwei von vier Bewertungsvariablen auffällig. Es fehlt nicht mehr nur das Satzzeichen, sondern es findet sich auch ein Rechtschreibfehler im Satz. Anhand des zweiten Fallbeispiels kann ebenfalls die Progredienz und Entwicklung von SCD zu MCI anhand der einzelnen Bewertungsvariablen sowie anhand des „M-Syn-Index“ abgebildet werden.

Tabelle 20: Darstellung des zweiten Fallbeispiels mit den Diagnosen SCD und MCI zur längsschnittlichen Betrachtung

Testzeitpunkt	Monat/Jahr	Diagnose	Satz	„M-Syn-Index“	M _R	M _Q	Syn _S	Syn _F
T1	02/11	SCD	<i>Heute habe ich noch eine Bläserprobe.</i>	4,00	1	1 (5,33)	1	1
T2	11/11	SCD	<i>Heute ist wieder schönes Wetter!</i>	4,00	1	1 (5,60)	1	1
T3	07/12	MCI	<i>Heute Mittwoch habe ich eine Gedächtnis-Sprechstunde</i>	3,00	1	1 (7,83)	0	1
T4	02/13	MCI	<i>Morgen fahren wir wiederum nach Sylt</i>	2,00	0	1 (5,33)	0	1

Anmerkungen: T1=Testzeitpunkt 1 usw.; M_R=M_{Rechtschreibfehler}, M_Q=M_{Quotient_Buchst_Wörter}, Syn_S=Syn_{Satzzeichen}, Syn_F=Syn_{Fehler}; Der Wert bei M_Q in Klammern ist der Quotient aus den Gesamtbuchstaben geteilt durch die Anzahl der Wörter; Bei den Bewertungsvariablen bedeutet ein Wert von 1, dass keine Auffälligkeit besteht, ein Wert von 0 bedeutet, dass etwas auffällig ist

In einem dritten Beispiel (siehe Tabelle 21) wird ein Fall dargestellt, bei dem die Diagnose MCI zunächst stabil bleibt und sich nach 32 Monaten zu einer DAT entwickelt hat. Bereits zu T1 zeigt sich ein Rechtschreibfehler im Satz. Die übrigen Bewertungsvariablen sind als unauffällig einzustufen. Über die Zeit nehmen die Fehler beim Schreiben eines Satzes zu, was anhand der einzelnen Bewertungsvariablen ersichtlich wird. Zu T4 ist schließlich auch die syntaktische Struktur des Satzes aufgehoben, was in Summe zu einem „M-Syn-Index“-Wert von 0 führt. Der „M-Syn-Index“ verringert sich im zeitlichen Verlauf, was die Störung der geschriebenen Sprachproduktion im Rahmen einer progredienten kognitiven Störung abbilden kann.

Tabelle 21: Darstellung des dritten Fallbeispiels mit den Diagnosen MCI und DAT zur längsschnittlichen Betrachtung

Testzeitpunkt	Monat/Jahr	Diagnose	Satz	„M-Syn-Index“	M _R	M _Q	Syn _S	Syn _F
T1	11/12	MCI	<i>Ich bin heute sehr früh angestanden.</i>	3,00	0	1 (5,17)	1	1
T2	05/13	MCI	<i>Ich freue mich das heute ein schöner sonniger Tag ist.</i>	2,00	0	0 (4,50)	1	1
T3	06/14	MCI	<i>Wir hatten eine schöne Woche an der Ostsee „Zempin“</i>	1,00	0	0 (4,67)	0	1
T4	07/15	DAT	<i>Ich habe mich zu warm angezogen mit war den Vormittag gefrohren</i>	0,00	0	0 (4,82)	0	0

Anmerkungen. T1=Testzeitpunkt 1 usw.; M_R=M_{Rechtschreibfehler}, M_Q=M_{Quotient_Buchst_Wörter}, Syn_S=Syn_{Satzzeichen}, Syn_F=Syn_{Fehler}; Der Wert bei M_Q in Klammern ist der Quotient aus den Gesamtbuchstaben geteilt durch die Anzahl der Wörter; Bei den Bewertungsvariablen bedeutet ein Wert von 1, dass keine Auffälligkeit besteht, ein Wert von 0 bedeutet, dass etwas auffällig ist

4 Diskussion

Die folgenden Abschnitte beinhalten eine ausführliche Diskussion der Ergebnisse aus Kapitel 3. Zunächst werden die in Kapitel 1.6 aufgeworfenen Fragen beantwortet. Im Anschluss werden die Ergebnisse zu den signifikanten Bewertungsvariablen entsprechend der linguistischen Strukturebenen diskutiert. Schließlich wird der Frage nachgegangen, warum sich die übrigen Bewertungsvariablen nicht zur Diskrimination zwischen den Gruppen eignen. Ferner sollen die Ergebnisse des „M-Syn-Index“ als neuer Bewertungsindex für die Aufgabe „Satz schreiben“ sowie im Hinblick auf die geschriebene Sprachproduktion eingeordnet und diskutiert werden. Abschließend werden die Limitationen und praktischen Implikationen der Untersuchung beleuchtet sowie ein kurzer Ausblick gegeben.

4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse und Beantwortung der Fragen 1-6

Frage 1

Die erste Frage der vorliegenden Arbeit lautete, welche der 19 neuen linguistischen Bewertungsvariablen zwischen den Gruppen SCD, MCI und DAT diskriminieren können. Insgesamt ergaben sich für sechs der linguistischen Bewertungsvariablen ($M_{\text{Rechtschreibfehler}}$, $M_{\text{Quotient_k_l_Wort}}$, $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$, $\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$, $\text{Syn}_{\text{Fehler}}$, $\text{Sem}_{\text{Fehler}}$) signifikante Ergebnisse hinsichtlich ihrer Diskriminationsfähigkeit zwischen den Gruppen SCD und DAT bzw. signifikante Unterschiede der beobachteten und erwarteten Häufigkeiten. $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ konnte zusätzlich zwischen den Gruppen SCD und MCI diskriminieren.

Die Hälfte der sechs signifikanten Variablen erfasst die Fehler für jede linguistische Strukturebene. Auch Tiu und Carter (2020) heben bereits die Bedeutung der Fehleranalyse eines spontan geschriebenen Satzes hervor und stellen fest, dass diese wichtige Hinweise auf eine Agraphie liefern kann (22). Eine differenzierte Fehleranalyse auf morphologischer, syntaktischer und semantischer Ebene scheint demnach ein sinnvolles neues Bewertungskriterium für die Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST zu sein. Darüber hinaus hat sich in der vorliegenden Untersuchung auch die Bewertung der Interpunktion im Satz bewährt, die bislang im MMST nicht vorgesehen ist (1). Die Beurteilung der syntaktischen Struktur eines Satzes mittels Satzzeichen, die auch von Tiu und Carter (2020) empfohlen wird (22), ermöglicht signifikant zwischen den Gruppen SCD und DAT zu unterscheiden. Weiterhin zeigten sich

zwei Längenmaße als gute Diskriminationsmerkmale. Alle sechs genannten signifikanten Bewertungsvariablen werden ab Kapitel 4.2.6 ausführlich dargestellt und diskutiert.

Frage 2 und 3

Die zweite Fragestellung lautete, welche Kombination von Bewertungsvariablen am besten zwischen den Gruppen diskriminieren kann. Die vorliegende Untersuchung ergab, dass eine Kombination aus einem konstanten Faktor sowie den vier Bewertungsvariablen $M_{\text{Rechtschreibfehler}}$, $\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$, $\text{Syn}_{\text{Fehler}}$ und $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ am besten zwischen den Gruppen SCD und DAT trennt. Nur die Variable $\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$ konnte signifikant zwischen den Gruppen SCD und MCI diskriminieren. Zudem sollte geprüft werden, ob aus den signifikanten Bewertungsvariablen ein Gesamtindex erstellt werden kann, der besser zwischen den Gruppen diskriminiert als die einzelnen Variablen (Frage 3). Daher wurde aus den zuvor genannten vier Bewertungsvariablen der Gesamtindex „M-Syn-Index“ gebildet. Die inferenzstatistische Analyse ergab, dass der „M-Syn-Index“ signifikant zwischen allen drei Gruppen und damit besser als die einzelnen linguistischen Bewertungsvariablen diskriminieren kann.

Frage 4

Mit der vierten Frage sollte untersucht werden, ob der neue Bewertungsindex besser zwischen den Gruppen diskriminieren kann als die ursprüngliche Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST. Im deskriptiven Vergleich der Effektstärken zur Beantwortung der Frage 4 liegt für den „M-Syn-Index“ ein mittlerer und für die ursprüngliche Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ nur ein kleiner Effekt vor. Rein deskriptiv betrachtet scheint der „M-Syn-Index“ besser zwischen den Gruppen diskriminieren zu können als die bisherige Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST. In Kapitel 4.6 wird noch einmal ausführlich auf den „M-Syn-Index“ als neuer Bewertungsindex für die Aufgabe „Satz schreiben“ eingegangen.

Frage 5

Zur Beantwortung der fünften Fragestellung wurden verschiedene Zusammenhangsanalysen durchgeführt. Unter anderem wurde geprüft, inwieweit die Bewertungsvariablen miteinander korrelieren. Es zeigte sich, dass die Bewertungsvariablen des „M-Syn-Index“ untereinander zwar alle positiv assoziiert sind, jedoch der Zusammenhang entsprechend der Konventionen

nach Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) als gering einzuordnen ist (103). Demnach ist davon auszugehen, dass die Variablen etwas Unterschiedliches messen. Die korrelative Untersuchung zwischen den Bewertungsvariablen und dem Gesamtwert des MMST sowie dem CERAD-Gesamtwert nach Chandler et al. (2005) ergab jeweils einen mittleren positiven Zusammenhang. Je höher der Wert im MMST bzw. in der CERAD-Gesamtwertung nach Chandler et al. (2005) war, desto höher fiel auch der Wert im „M-Syn-Index“ aus. Ein höherer Wert deutet darauf hin, dass keine kognitive Störung vorliegt.

Frage 5 beinhaltete auch die Frage nach einem Zusammenhang der Bewertungsvariablen mit den Parametern Alter und Bildungsniveau, der für jede Gruppe einzeln berechnet wurde. Dabei zeigte sich in allen drei Gruppen ein kleiner, positiv gerichteter Zusammenhang zwischen Alter und den drei Bewertungsvariablen $M_{\text{Rechtschreibfehler}}$, $\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$ und $\text{Syn}_{\text{Fehler}}$. Der Zusammenhang zwischen Alter und $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ war hingegen in allen Gruppen negativ und nicht signifikant. Nach den Konventionen von Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) ist dieser ebenfalls als klein einzuordnen (103). In Bezug auf den „M-Syn-Index“ gilt, dass der Quotient mit zunehmendem Alter kleiner ausfällt. In allen Gruppen waren die Korrelationen zwischen Alter und dem „M-Syn-Index“ negativ gerichtet. Allerdings hatte Alter nur in der Gruppe MCI einen kleinen signifikanten negativen Einfluss auf den Gesamtindex. In den Gruppen SCD und DAT waren erreichten die Korrelationen keine Signifikanz.

Auch der Zusammenhang zwischen dem Parameter Bildungsniveau und den drei Variablen $M_{\text{Rechtschreibfehler}}$, $\text{Syn}_{\text{Satzzeichen}}$ und $\text{Syn}_{\text{Fehler}}$ war in allen Gruppen jeweils positiv gerichtet und ist nach den Konventionen von Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) als gering einzuordnen (103). Zwischen Bildungsniveau und $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ ist die Korrelation nur in der Gruppe DAT signifikant. Der Zusammenhang zwischen Bildungsniveau und dem Gesamtindex „M-Syn-Index“ war in allen Gruppen positiv und gering, wurde aber nur in der Gruppe MCI signifikant. Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse zwar korrelative Zusammenhänge zwischen den Bewertungsvariablen und den Parametern Alter und Bildungsniveau in Abhängigkeit der jeweiligen Diagnosegruppe. Der Einfluss ist aber nach den Konventionen von Cohen (1988, zitiert nach Bühner und Ziegler) (103) insgesamt als gering einzuordnen.

Frage 6

Abschließend wurde die Frage aufgeworfen, ob auch intraindividuelle Unterschiede anhand der Bewertungsvariablen über verschiedene Messzeitpunkte erfasst werden können. Bei rein deskriptiver längsschnittlicher Betrachtung von drei ausgewählten, exemplarischen Fällen haben sich sowohl die Bewertungsvariablen des „M-Syn-Index“ einzeln aber auch in ihrer Kombination bewährt. Alle Variablen sind in der Lage, die Veränderungen der geschriebenen Sprachproduktion deskriptiv anzuzeigen. Damit wurde die Frage 6 dieser Untersuchung beantwortet. Allerdings empfiehlt sich zur Absicherung der Ergebnisse eine inferenzstatistische Analyse an einer geeigneten Stichprobe durchzuführen.

4.2 Diskussion der signifikanten morphologischen Variablen

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den signifikanten Bewertungsvariablen hinsichtlich der verschiedenen linguistischen Strukturebenen diskutiert. Bei der Auswahl neuer Variablen zur Bewertung des Satzes aus dem MMST lag der Fokus auf den Variablen der morphologischen Ebene, da eine komplexe linguistische Analyse eines einzelnen Satzes nicht zulässig erschien (siehe auch Kapitel 1.3.4) (34). Zudem sollten insbesondere Defizite, die im Rahmen einer zentralen Agraphie auftreten, erfasst werden. Diese betreffen primär die Wortform und Bedeutung geschriebener Wörter (40). Im Rahmen der vorliegenden explorativen Untersuchung wurde daher die Form und Struktur der geschriebenen Wörter im Satz des MMST mittels elf morphologischer Variablen analysiert. Signifikante Ergebnisse zeigten sich nach dem Gruppenvergleich bei drei der morphologischen Bewertungsvariablen. Diese drei Variablen umfassen neben den Rechtschreibfehlern auch zwei Längenmaße. Im Folgenden wird auf die drei signifikanten Bewertungsvariablen ausführlich eingegangen.

4.2.1 Rechtschreibfehler ($M_{\text{Rechtschreibfehler}}$)

Die Ergebnisse der Variable $M_{\text{Rechtschreibfehler}}$ zeigten einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Gruppenzugehörigkeit und dem Vorhandensein von Rechtschreibfehlern. Die beobachteten Häufigkeiten unterschieden sich in den Gruppen SCD und DAT signifikant von den erwarteten Häufigkeiten. Rechtschreibfehler kamen im Satz von Personen mit DAT bei 33,5% der Personen vor. Im Vergleich dazu fanden sich bei lediglich 20,5% der Personen mit MCI und 13,6% der Personen mit SCD Rechtschreibfehler im Satz. Dieses Ergebnis ist konsistent mit vielen weiteren Untersuchungen, bei denen Personen mit DAT im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe signifikant mehr Rechtschreibfehler machten (23, 104, 105). Zudem

wird berichtet, dass im Verlauf der Demenzerkrankung eine Zunahme der Fehler zu verzeichnen ist (68). Eine hohe Rate an Rechtschreibfehlern wird sogar als Indikator für eine dementielle Entwicklung angesehen (106).

Lambert et al. (1996) untersuchten, ob das korrekte Schreiben von Wörtern nach Diktat von der orthographischen Regularität der Wörter abhängt (105). Die orthographische Regularität von Wörtern ist definiert als die Ableitung der korrekten Schreibweise aus dem lauten Lesen eines Wortes (40). Es wird in reguläre (zum Beispiel „Haus“) und irreguläre Wörter (zum Beispiel „Wal“) unterschieden (40). Reguläre Wörter zeichnen sich dadurch aus, dass die gesprochene Wortform eine eindeutige Ableitung der korrekten Schreibweise ermöglicht, was auf die meisten deutschen Wörter zutrifft (40). Die Schreibweise irregulärer Wörter kann hingegen nicht aus der gesprochenen Wortform vorhergesagt werden und muss über die lexikalische Schreibroute erfolgen (40). In der Studie von Lambert et al. (1996) waren die Leistungen von Personen mit DAT im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe bei irregulären und regulären Wörtern sowie bei Nicht- bzw. Pseudowörtern signifikant schlechter (105). Es wird angenommen, dass die Störung der Rechtschreibung bei DAT in erster Linie auf ein lexikalisches Verarbeitungsdefizit hinweist (66). Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass auch weitere Bereiche wie die phonologische Verarbeitung oder der graphematische *Buffer* im Rahmen der Erkrankung gestört sind (66).

Beim Schreiben eines Wortes sind viele zentrale und periphere kognitive Prozesse wie in einem Netzwerk beteiligt (37). Der Schreibprozess beginnt entweder mit dem Hören eines Wortes oder mit der internen Aktivierung der Wortbedeutung im semantischen System (37). Für die Rechtschreibung wichtige zentrale Prozesse betreffen das orthographische Output-Lexikon mit seinen orthographischen Repräsentationen von Wörtern, die Phonem-Graphem-Konversion sowie das orthographische Arbeitsgedächtnis (graphematischer *Buffer*) (37). Rechtschreibfehler resultieren aus einer Störung einer dieser drei Bereiche. Eine Störung des orthographischen Lexikons oder der Phonem-Graphem-Konversion ist laut Goldenberg (2007) ursächlich für eine beeinträchtigte Umwandlung des Phonems in ein Graphem und gilt als Merkmal der zentralen Agraphie (43). Bei einer Störung des Zugriffs auf die orthographischen Repräsentationen von Wörtern über die lexikalische oder semantisch-lexikalische Schreibroute entstehen phonologisch plausible Fehler (105). Bei diesen Fehlern wird die phonologische Form des intendierten Wortes gewahrt (105). Störungen bei der Phonem-Graphem-Konversion führen zu ähnlichen Fehlern. Die Umsetzung von Phonem zu Graphem erfolgt phonetisch, was

in der deutschen Sprache dazu führt, dass „Anzuk“ statt „Anzug“ oder „Bine“ statt „Biene“ geschrieben wird (64). Das orthographische Arbeitsgedächtnis, ein System mit begrenzter Speicherkapazität, speichert unter anderem die Reihenfolge der Buchstaben und ist für die Einleitung der peripheren Schreibprozesse notwendig (37, 107). Eine Störung führt zu Buchstabenauslassungen oder -ergänzungen und damit zu einer phonologisch unplausiblen Schreibweise (107).

Das Arbeitsgedächtnis, das für die sprachliche Verarbeitung zuständig ist, wird bei DAT im präklinischen Stadium noch als intakt beschrieben und zeigt sich erst mit Progredienz der Erkrankung zunehmend gestört (108). Die in dieser Arbeit ermittelten Ergebnisse stützen diese Annahme und bestätigen, dass Rechtschreibfehler vor allem bei Personen mit DAT vorkommen. Im präklinischen Stadium, bei Personen mit MCI, war die Rechtschreibung nur in wenigen Fällen gestört. Die Anzahl der Rechtschreibfehler scheint nicht nur ein gutes Diskriminationsmerkmal zwischen den Gruppen SCD und DAT zu sein, sondern auch auf das Vorliegen einer zentralen Agraphie im Rahmen einer DAT hinzuweisen.

4.2.2 Quotient aus dem kürzesten und längsten Wort im Satz ($M_{\text{Quotient}_{k_l\text{Wort}}}$)

Die morphologische Bewertungsvariable $M_{\text{Quotient}_{k_l\text{Wort}}}$ ist eines von zwei Längenmaßen, welche im Rahmen dieser Untersuchung signifikante Ergebnisse beim Vergleich der Gruppen SCD und DAT lieferte. Der Quotient setzt sich aus den Variablen zusammen, die jeweils die Buchstabenlänge des kürzesten und längsten Wortes erfassen. Er fiel in der Gruppe von Personen mit DAT größer aus ($M=0,41$) als in der Gruppe von Personen mit SCD ($M=0,37$). Da die Aussagekraft der Zahlenwerte des Quotienten gering ist, werden im Folgenden Dividend ($M_{\text{Kürzestes_Wort}}$) und Divisor ($M_{\text{Längstes_Wort}}$) des Quotienten jeweils einzeln mittels empirischer Befunde betrachtet, bevor eine zusammenfassende Bewertung des Quotienten ($M_{\text{Quotient}_{k_l\text{Wort}}}$) erfolgt.

$M_{\text{Kürzestes_Wort}}$

Die Betrachtung des Dividenden offenbart, dass das kürzeste Wort von Personen mit DAT im Mittel aus 2,86 Buchstaben und das von Personen mit SCD durchschnittlich aus 2,73 Buchstaben bestand. Beide Werte divergieren bereits bei deskriptiver Betrachtung kaum. Auch bei Personen mit MCI bestand das kürzeste Wort im Mittel aus 2,76 Buchstaben. Demnach enthält das kürzeste Wort im Satz, unabhängig von der Gruppe, durchschnittlich drei

Buchstaben. Daraus leitet sich die Frage ab, wie häufig Wörter, die aus drei Buchstaben bestehen, in der deutschen Sprache vorkommen. Die Recherche dazu ergab, dass auf Rang 1 der in Deutschland am häufigsten verwendeten Wörter laut der Online-Version „Sprachwissen“ des Duden die Artikel „der“, „die“, „das“ stehen (109). Danach folgen die Wörter „und“ (Rang 4), „ein“ (Rang 5) und „von“ (Rang 7) (109), die ebenfalls aus drei Buchstaben bestehen. Möglicherweise waren die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bezüglich der Buchstabenanzahl des kürzesten Wortes im Satz kein geeignetes Diskriminationsmerkmal zwischen den Gruppen, da kurze Wörter in der deutschen Sprache häufig aus nur drei Buchstaben bestehen.

M_{Längstes_Wort}

Bei Betrachtung des Divisors zeigte sich, dass das längste Wort ($M_{Längstes_Wort}$) von Personen mit DAT in der vorliegenden Untersuchung aus durchschnittlich 7,67 Buchstaben besteht und damit weniger Buchstaben enthält als bei Personen mit MCI und SCD ($M=8,06$ bzw. $M=8,69$). Auch wenn das Ergebnis zur Variablen $M_{Längstes_Wort}$ statistisch nicht signifikant war, deutete sich in dieser Untersuchung zumindest ein Trend an, da die vordefinierte Signifikanzschwelle knapp überschritten wurde ($p=0,055$).

Es existieren einige Untersuchungen, die sich mit der Buchstabenanzahl des längsten Wortes in einem Satz und ihrer Rolle als linguistischer Marker auseinandergesetzt haben. Die Studie von Todorov et al. (2013) konnte nachweisen, dass sich die Buchstabenanzahl des längsten Wortes im Satz des MMST als linguistisches Diskriminationsmerkmal zwischen Personen mit DAT und vaskulärer Demenz bewährt hat (34). Personen mit DAT nutzten demnach seltener sechs Buchstaben und häufiger sieben Buchstaben für das längste Wort im Satz im Vergleich zu Personen mit vaskulärer Demenz, bei denen es umgekehrt war (34). Ein Vergleich mit kognitiv gesunden Personen wurde in der Studie von Todorov et al. (2013) nicht vorgenommen. Nach Pennebaker und Stone (2003) stellt der Einsatz langer Wörter, die aus mehr als sechs Buchstaben bestehen, ein linguistisches Merkmal der verbalen Kompetenz einer Person dar (110). Ihre Studie, die sich mit der geschriebenen und gesprochenen Sprache in verschiedenen Altersklassen beschäftigt, konnte diesbezüglich aufzeigen, dass längere Wörter (>6 Buchstaben) in der Gruppe der über 70-jährigen Personen fast doppelt so häufig vorkommen wie bei Personen im Alter zwischen 8 bis 14 Jahren. Daraus resultiert, dass der Einsatz längerer Wörter signifikant über die Lebensspanne steigt (110). Nach Meinung von Pennebaker und

Stone (2003) besteht eine lineare Beziehung zum Alter (110). Demnach bleibt die verbale Leistungsfähigkeit im Alter, im Gegensatz zu anderen kognitiven Bereichen, stabil (110). Auch die vorliegende Untersuchung scheint diese Annahme mit Blick auf Personen mit SCD tendenziell zu stützen.

M_{Quotient_k_l_Wort}

Nachdem der Dividend ($M_{\text{Kürzestes_Wort}}$) und Divisor ($M_{\text{Längstes_Wort}}$) des Quotienten näher betrachtet wurden, sollen die Befunde nun mit Blick auf den Quotienten insgesamt eingeordnet werden. Bislang existiert keine Untersuchung, die einen Quotienten aus der Buchstabenanzahl des kürzesten und längsten Wortes für den Satz des MMST berechnet hat. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde dies erstmalig untersucht und aufgezeigt, dass der Quotient signifikant zwischen den Gruppen SCD und DAT diskriminieren kann. Der Divisor und nicht der Dividend scheint dabei ursächlich dafür, dass der Quotient bei DAT größer ausfällt als bei SCD.

Das Ergebnis, dass Personen mit DAT weniger Buchstaben im längsten Wort verwenden als Personen mit SCD, könnten zum Beispiel auf Fehler bei der Rechtschreibung des längsten Wortes zurückzuführen sein. Möglicherweise werden dabei vor allem Buchstaben ausgelassen, woraus sich eine geringe Buchstabenanzahl insgesamt ergibt. Silveri et al. (2007) wiesen nach, dass Personen mit DAT signifikant mehr kurze als lange Wörter fehlerfrei schreiben (69). Die Studie von Lambert et al. (2007) bestätigt dieses Ergebnis. Auch sie kamen zu dem Schluss, dass Personen mit DAT mehr Fehler beim Schreiben von längeren Wörtern machen und dies unabhängig von der orthographischen Regularität der Wörter ist (66). Als Ursache dafür wird eine Störung des graphematischen *Buffers* und damit auf Arbeitsgedächtnisebene angenommen (66). In einer Untersuchung zum Lernen von unterschiedlich langen Wörtern konnte gezeigt werden, dass die Gedächtnisleistung einer Person unter bestimmten Bedingungen von der Länge der Wörter abhängig ist (111). Dies wird als Wortlängen-Effekt bezeichnet (111). Demnach sind kurze Wörter mit einer besseren Merkleistung assoziiert als lange Wörter, was Baddeley et al. (1975) auf das Arbeitsgedächtnis zurückführen (111). Ein möglicher Einfluss einer dementiellen Erkrankung auf den Wortlängen-Effekt sollte weiter untersucht werden.

4.2.3 Mittlere Buchstabenanzahl eines Wortes im Satz ($M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$)

Die Variable $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ erzielte als dritte morphologische Variable und weiteres Längenmaß signifikante Ergebnisse beim Vergleich der Gruppen SCD vs. MCI und SCD vs. DAT. Die Variable erfasst, wie viele Buchstaben durchschnittlich pro Wort im Satz geschrieben werden. Während Personen mit DAT im Mittel 4,71 Buchstaben pro Wort schreiben, besteht ein Wort von Personen mit MCI durchschnittlich aus 4,79 Buchstaben und von Personen mit SCD aus 5,01 Buchstaben. Im Durchschnitt verwenden Personen mit DAT Wörter, die aus weniger Buchstaben bestehen, als Personen mit MCI und SCD. Zur besseren Einordnung des Ergebnisses sollen zunächst Dividend ($M_{\text{Gesamtzeichen}}$) und Divisor ($\text{Syn}_{\text{Komplex}}$) des Quotienten jeweils einzeln mittels empirischer Befunde betrachtet werden, bevor zusammenfassend auf den Quotienten eingegangen wird.

$M_{\text{Gesamtzeichen}}$

Der Dividend $M_{\text{Gesamtzeichen}}$ erfasst die Gesamtzeichen- bzw. Buchstabenanzahl im Satz. In der Gruppe der Personen mit DAT ist diese mit durchschnittlich 23,85 Buchstaben geringer als bei Personen mit MCI ($M=24,69$) und SCD ($M=26,38$). Eine mögliche Erklärung für die geringere Buchstabenanzahl im Satz der Personen mit DAT kann entweder die Zahl der verwendeten Wörter oder deren geringere Buchstabenanzahl sein. Studien zeigen, dass sich Schreibschwierigkeiten bei Personen mit DAT unter anderem durch Auslassungen von Buchstaben äußern (112). Zudem treten Rechtschreibfehler bei Personen mit DAT signifikant häufiger bei langen als bei kurzen Wörtern auf (69), was in Summe zu einer geringeren Gesamtzeichenanzahl führt.

Auch wenn in der vorliegenden Untersuchung von Personen mit DAT tendenziell weniger Buchstaben in einem Satz verwendet wurden, erreichte das Ergebnis keine statistische Signifikanz. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Shenkin et al. (2008). Sie untersuchten den Satz aus dem MMST von älteren Personen ohne Demenzerkrankung und konnten zeigen, dass die Anzahl der Buchstaben im Satz mindestens acht und maximal 96 Buchstaben betrug (33). Zwischen der Buchstabenanzahl und dem kognitiven Gesamtniveau (Gesamtwert im MMST) bestand in ihrer Untersuchung kein signifikanter Zusammenhang (Spearman's $\rho=-0,00$) (33). Eine Nullkorrelation impliziert laut Eid, Gollwitzer und Schmitt (2011) zwar nicht zwangsläufig die Unabhängigkeit der beiden Variablen (97), verweist aber darauf, dass die Anzahl der Buchstaben im Satz des MMST nicht vom Gesamtergebnis des Screeningtests

abhängt. Das kognitive Gesamtniveau steht demnach nicht mit der Anzahl der Buchstaben im Zusammenhang. Dies ist konsistent mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung bezüglich der Variablen $M_{\text{Gesamtzeichen}}$.

SynKomplex

Bei der Betrachtung des Divisors $\text{Syn}_{\text{Komplex}}$ wird deutlich, dass sich die durchschnittliche Anzahl der Wörter im Satz in allen drei Gruppen nicht signifikant voneinander unterscheidet. Personen mit SCD verwenden im Mittel 5,24 Wörter, Personen mit MCI 5,16 Wörter und Personen mit DAT 5,12 Wörter. Im Durchschnitt wurden demnach in der vorliegenden Untersuchung fünf Wörter pro Satz im MMST geschrieben. Die empirischen Befunde, wie viele Wörter durchschnittlich in einem spontan geschriebenen Satz vorhanden sind, sind heterogen. Einige Studien belegen übereinstimmend mit den Ergebnissen dieser Arbeit, dass in einem spontan geschriebenen Satz durchschnittlich fünf Wörter verwendet werden (24, 29) bzw. der Median bei fünf Wörtern liegt (34). Andere Studienergebnisse deuten darauf hin, dass im Mittel vier oder abhängig vom Schweregrad der Demenz sechs bis sieben Wörter in einem Satz geschrieben werden (31, 71) bzw. der Median bei sieben Wörtern liegt (33).

Liberalesso Neri et al. (2012) analysierten die MMST-Sätze ausschließlich von kognitiv gesunden älteren Personen und wiesen an dieser Stichprobe nach, dass die Sätze im Mittel 5,51 (SD=3,34) Wörter enthielten (24). Bei einer anderen Untersuchung von Personen mit Demenz zeigte sich hingegen, dass im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe weniger Wörter verwendet werden (31). Kognitiv gesunde Personen nutzten im Durchschnitt im MMST noch 4,18 Wörter (SD=1,41) während Personen mit Demenz nur noch 3,74 (SD=1,22) Wörter verwendeten (31). Auch Kemper et al. (1993) konnten zeigen, dass mit Progredienz der Demenzerkrankung die Anzahl der Wörter im Satz abnimmt (71). Personen ohne kognitive Störung (CDR 0) nutzten im Mittel noch 6,40 Wörter pro Satz (71). Personen mit mäßiger Demenz (CDR 2) schrieben hingegen durchschnittlich lediglich 5,80 Wörter pro Satz (71). Es wird von einem Zusammenhang zwischen der Anzahl der Wörter im Satz und dem Grad der kognitiven Beeinträchtigung ausgegangen (31). Allerdings konnten nicht alle Studien einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem MMST-Gesamtscore und der Anzahl der Wörter nachweisen (31, 33), wie er sich in den Untersuchungen von McCarthy et al. (2004) und Corallo et al. (2019) zeigte (29, 30). Ein niedriger Wert im MMST wird nach McCarthy et al. (2004) auch mit weniger Wörtern im geschriebenen Satz assoziiert (29). Ebenso offenbarte eine

Intragruppenanalyse von Personen mit einer Demenz eine hoch signifikante positive Korrelation zwischen der Anzahl der Wörter im Satz und dem Gesamtwert im MMST ($r=0,40$, $p<0,001$) (30).

Bei rein deskriptiver Betrachtung der Sätze des MMST von Personen mit Demenz können Todorov et al. (2013) aufzeigen, dass der Median der Anzahl der Wörter im Satz des MMST sowohl bei Personen mit DAT als auch mit vaskulärer Demenz bei fünf Wörtern liegt (34). Gleichzeitig stellen die Autoren fest, dass Personen mit DAT insgesamt die längsten Sätze schreiben (34). Als mögliche Erklärung führen sie das im Rahmen der Erkrankung vorhandene exekutive Defizit an, was sich durch eine Störung der Handlungsunterbrechung bemerkbar macht. Da Personen mit DAT ihre Handlung schwerer beenden können, schreiben sie längere Sätze (34).

Einen möglichen Einfluss auf die Anzahl der Wörter in einem spontan geschriebenen Satz könnte die Aufgabenstellung haben. Auch Shenkin et al. (2008) gehen davon aus, dass aufgrund der Aufgabenstellung kein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Wörter im Satz und dem kognitiven Gesamtniveau festgestellt werden konnte (33). Bereits die Aufgabenstellung, spontan einen unspezifischen Satz zu schreiben, führt dazu, dass viele Personen ihre aktuelle Situation beschreiben oder Standardsätze verwenden (33). Darunter fallen in der deutschen Sprache beispielsweise Sätze wie „Das Wetter ist heute schön“ oder „Mir geht es heute gut“. In der vorliegenden Untersuchung verwendeten viele Personen ebenfalls Sätze, die sich aus dem Kontext der Untersuchungssituation ergaben. Diese bestanden häufig aus fünf Wörtern, wie zum Beispiel „Ich bin in der Gedächtnissprechstunde“. Ob dies der durchschnittlichen Länge eines Standardsatzes in der deutschen Sprache entspricht, konnte nicht ermittelt werden. Die Literaturrecherche dazu erbrachte keine eindeutigen Ergebnisse.

Die Anzahl der Wörter im Satz scheint auch durch die Landessprache beeinflusst zu werden. Studien aus anderen Ländern zeigen, dass Personen im Satz des MMST sowohl weniger als auch mehr als fünf Wörter verwendeten. Die Befunde von Press et al. (2012) deuten auch darauf hin, dass es abhängig von der Sprache des Satzes unterschiedliche Ergebnisse gibt. Personen schrieben auf Hebräisch und Russisch im Mittel nur 3,90 (SD=1,30 bzw. SD=1,20) Wörter im Satz des MMST (31). Das ist im Vergleich zur vorliegenden Untersuchung an einer deutschsprachigen Stichprobe ein Wort weniger.

Es zeigt sich, dass die Variation des Quotienten vor allem auf den Dividenden zurückzuführen ist, da die mittlere Anzahl der Wörter im Satz zwischen den drei Gruppen kaum variiert. Das erklärt auch, warum Personen mit DAT im Vergleich zu Personen mit MCI und SCD im Satz des MMST Wörter verwenden, die aus durchschnittlich weniger Buchstaben bestehen. Insgesamt legen die meisten empirischen Befunde zur Anzahl der Gesamtzeichen und der Wörter in einem Satz nahe, dass bei Vorliegen einer Demenz weniger Buchstaben bzw. Wörter produziert werden (26, 29-31, 71). In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich zudem ein leichter Alterseffekt. In der Zusammenschau aller Befunde scheint allerdings weniger das Alter als vielmehr das Vorliegen einer DAT ausschlaggebend für die Ergebnisse des Quotienten zu sein.

4.3 Diskussion der signifikanten syntaktischen Variablen

Im Rahmen dieser explorativen Untersuchung wurden auf syntaktischer Ebene vier Bewertungsvariablen für die Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST untersucht. Für zwei Bewertungsvariablen ($Syn_{Satzzeichen}$ und Syn_{Fehler}) ergaben sich signifikante Zusammenhänge zwischen der Gruppenzugehörigkeit und dem Vorhandensein der jeweiligen Variablen. Es konnten signifikante Unterschiede zwischen den beobachteten und erwarteten Häufigkeiten nachgewiesen werden. Auf diese beiden syntaktischen Variablen wird im Folgenden näher eingegangen.

4.3.1 Satzzeichen ($Syn_{Satzzeichen}$)

Ob der Satz im MMST mit einem Satzzeichen beendet wird oder nicht, scheint ein gutes Diskriminationsmerkmal zwischen den Gruppen SCD und DAT zu sein. Das legen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung nahe. Während 56,0% der Personen mit DAT kein Satzzeichen verwenden, schließen in der Gruppe der Personen mit SCD nur 29,0% den Satz ohne Satzzeichen ab. Der überwiegende Anteil der Personen mit SCD (71,0%) nutzt ein Satzzeichen, um den Satz zu beenden. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass der Instruktion der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST nicht explizit zu entnehmen ist, ob ein Satzzeichen produziert werden soll. Die überwiegende Anzahl der Personen mit SCD haben in der vorliegenden Untersuchung die Aufgabeninstruktion „Schreiben Sie bitte einen vollständigen Satz“ gemäß der Definition des Dudens (54) verstanden und korrekt umgesetzt.

Das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung wird durch weitere Studien gestützt. Interpunktionsfehler nehmen demnach in Abhängigkeit des Schweregrads einer Demenz zu (68). Auch wenn in einer Untersuchung dazu fast die Hälfte der gesunden Kontrollgruppe (47%) Fehler bei der Interpunktion machten, lag der prozentuale Anteil von Interpunktionsfehlern bei Personen mit moderater Demenz bei 86% und damit signifikant höher (68). Auch bei schriftlichen Bildbeschreibungsaufgaben wurde eine fehlende Interpunktion im Vergleich zu kognitiv gesunden Personen nur bei kognitiv beeinträchtigten Personen nachgewiesen (113). LaBarge et al. (1992) diskutieren ein exekutives Defizit im Sinne von Problemen bei der kognitiven Entscheidungsfähigkeit als mögliche Begründung für die Interpunktionsfehler (68). Das Setzen eines Punktes am Ende des Satzes indiziert, dass die Handlung des Schreibens beendet ist.

Foreman et al. (1993) konnten in ihrer Untersuchung an einer Stichprobe von älteren, kognitiv gesunden (88%) und deliranten Personen (12%) bestätigen, dass beim spontanen Schreiben eines Satzes häufig das Satzzeichen fehlte (27). Die Struktur der geschriebenen Sätze wurde als problematisch beschrieben, insbesondere weil die Zeichensetzung und vor allem der Punkt am Ende des Satzes fehlte (27). Nach Boschi et al. (2017) zeichnen sich unvollständige Sätze vor allem durch das Fehlen einer Satzstruktur aus (46). Ein fehlendes Satzzeichen kann demnach nicht nur als Zeichen für einen unvollständigen Satz gewertet werden, sondern verdeutlicht gleichzeitig das Fehlen einer syntaktischen Struktur. Verantwortlich für die fehlende syntaktische Struktur könnte bei Personen mit DAT eine Störung auf exekutiver Funktionsebene sowie eine Störung des Gedächtnisses, insbesondere des mentalen Lexikons, sein. Das mentale Lexikon beinhaltet linguistisches Wissen und Informationen (47) über das Inventar alphabetischer Schriftsysteme, zu denen neben Buchstaben auch Interpunktionszeichen gezählt werden (56).

4.3.2 Syntaktische Fehler (Syn_{Fehler})

Syntaktische Fehler wurden in der vorliegenden Arbeit als grammatikalisch nicht korrekte Wortfolgen im Satz definiert. Dazu wurden Verletzungen der allgemeinen Satzstruktur und unvollständige Sätze gezählt. Das Fehlen grammatikalischer Strukturen im Satz und die Reduzierung der Satzkonstruktion auf Einwortsätze wird auch als Agrammatismus bezeichnet, der als Leitsymptom der Broca-Aphasie gilt (43). Agrammatismus kann aber auch bei einer DAT vorkommen (70, 114). In der vorliegenden Untersuchung traten bei 7,3% der Personen

mit DAT syntaktische Fehler auf. Der Zusammenhang zwischen syntaktischen Fehlern und einer DAT war dabei statistisch signifikant. Die beobachteten Häufigkeiten unterschieden sich signifikant von den erwarteten Häufigkeiten. In den Gruppen der Personen mit MCI und SCD lag die Auftretenshäufigkeit von syntaktischen Fehlern lediglich zwischen 1,6% und 1,9%. Eine statistische Signifikanz wurde hier nicht erreicht.

Bei der Betrachtung exemplarischer Sätze mit fehlerhafter Wortfolge fällt insbesondere auf, dass die Sätze syntaktisch nicht korrekt entwickelt sind (Beispiele: „Ein Satz auf das Papier“ oder „Ein schönen Tag im Zoo“). Dies beinhaltet das Fehlen spezifischer Wortarten (wie in den Beispielsätzen fehlende Verben und Pronomen). Flexionsfehlern treten hingegen seltener auf. Auch die unauffälligen Ergebnisse zu den Bewertungsvariablen, mit denen die Wortflexion untersucht wurden ($M_{\text{Deklinationsfehler}}$ und $M_{\text{Konjugationsfehler}}$), bestätigen, dass die Fehler nicht primär die Flexion von Wörtern betreffen. Ebenso ist der für den Agrammatismus typische elliptische Stil, auch als Telegrammstil bezeichnet (43), bei einigen Sätzen erkennbar (Beispiele: „Der Tischtennispokal“ oder „Bereit zur Lanokog“). Bei diesen Sätzen fehlt nicht nur die syntaktische Struktur, sondern auch der syntaktische Zusammenhang.

Während die Fähigkeit, syntaktische Information zu verarbeiten, im frühen Krankheitsstadium einer Demenz noch erhalten ist, nimmt sie mit Progredienz der Erkrankung deutlich ab (115). Als Ursache wird eine Störung der syntaktischen Verarbeitung auf Arbeitsgedächtnisebene angenommen (115). Auch Kemper et al. (1993) bestätigen, dass mit Fortschreiten einer Demenz syntaktische Veränderungen der geschriebenen Sprachproduktion auftreten, was auf eine Abnahme der Arbeitsgedächtniskapazität hindeutet (71).

Ebenso wie syntaktische Fehler bei der geschriebenen Sprachproduktion vorkommen, zeigt sich auch die gesprochene Sprache für morpho-syntaktische Fehler anfällig (70). Diese beinhalten neben grammatikalischen Flexionsfehlern auch strukturelle Fehler wie fehlende Satzteile oder Wortarten (70). Das Review von Boschi et al. (2017) stellte fest, dass bei Personen mit DAT in der gesprochenen Sprache in 80,0% der Studien lexiko-semantische Fehler und in 77,5% diskurs-pragmatische Fehler vorkamen (46). Über die Hälfte der Studien (57,5%) konnte allerdings auch morpho-syntaktische Fehler nachweisen (46). Die Zunahme syntaktischer Fehler und die Vereinfachung der syntaktischen Struktur werden als Zeichen für den Sprachverfall der gesprochenen Sprache bei leichter DAT gewertet (116). Dieser Befund ist kongruent mit den Ergebnissen der vorliegenden explorativen Untersuchung. Auch bei der

geschriebenen Sprachproduktion zeigt sich die syntaktische Struktur des Satzes in der Gruppe der DAT vereinfacht und unvollständig. Da die Bewertungsvariable Syn_{Fehler} ähnlich definiert ist wie die ursprünglichen Bewertungskriterien der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST, stellen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit gleichzeitig eine Bestätigung der ursprünglichen Bewertungskriterien dar.

4.4 Diskussion der signifikanten semantischen Variablen

Auf semantischer Ebene wurden im Rahmen dieser explorativen Untersuchung vier Bewertungsvariablen für die Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST untersucht. Von diesen vier Variablen konnte nur für die Variable Sem_{Fehler} ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Gruppenzugehörigkeit und dem Vorhandensein eines semantischen Fehlers im Satz festgestellt werden. Im Folgenden wird auf die Variable näher eingegangen.

4.4.1 Semantische Fehler (Sem_{Fehler})

Im Rahmen dieser Arbeit wurden unpassende Wörter im Satz des MMST, wie Substitutionen oder Neologismen, als semantische Fehler gewertet. Während jeweils nur eine Person mit MCI und SCD einen semantischen Fehler machte (0,5-0,6%), kamen semantische Fehler in der Gruppe von Personen mit DAT deutlich häufiger vor (4,1%). In dieser Gruppe unterschieden sich die beobachteten Häufigkeiten von den erwarteten Häufigkeiten signifikant.

Semantische Fehler können, wie bereits in Kapitel 1.4.4 beschrieben, als Wortfindungsstörungen klassifiziert werden (43). Sie resultieren aus einem gestörten Wortfindungsprozesses, bei dem die Aktivierung von Unterscheidungsmerkmalen (62) und damit der korrekte Zugriff auf das semantische Lexikon gestört sind (43). Aufgrund der Störung der Wortfindung kommt es zu Umschreibungen oder dem Einsatz von Füllwörtern sowie semantischen Paraphasien (43, 62). Ist der Zugriff vom semantischen auf das phonematische Lexikon gestört, kommt es hingegen zu phonematischen Paraphasien oder Neologismen (43).

In der vorliegenden Untersuchung kamen bei 4,1% der Personen mit DAT entsprechende semantische Fehler vor. Die untersuchten Personen schrieben zum Beispiel Sätze wie „Gerade haben wir mit Familie müder Geburtstg gefeiert!“ oder „Ich bin inder Beamten Burg“. Das vermutlich intendierte Zielwort wird durch ein Wort ersetzt, was visuell ähnlich ist oder semantisch umschrieben wird. Statt möglicherweise „wieder Geburtstag“ wurde „müder Geburtstag“ und statt möglicherweise „Behörde“ wurde „Beamten Burg“ geschrieben. Die

Satzbeispiele „Bereit zur Lanokog“ und „Der Has fife allen“ wirken hingegen inhaltsleer. Hier ist von einer schweren Störung der Wortfindung auszugehen. Die Wörter „Lanokog“ und „fife“ können dabei als Neologismen klassifiziert werden, da die Wörter so entstellt sind, dass das jeweilige Zielwort nicht mehr erkennbar ist und Sprachlaute wahllos aneinandergereiht wurden.

Einige Studien belegen, dass bei Personen mit DAT und MCI in schriftlichen Bildbeschreibungsaufgaben signifikant mehr semantische Fehler vorkommen als bei der gesunden Kontrollgruppe (72). Die Studie von Croisile et al. (1996) konnte zwar nicht aufzeigen, dass sich die Anzahl semantischer Fehler in der geschriebenen und gesprochenen Sprache von Personen mit DAT im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe unterschied (74). Allerdings enthielten die schriftliche Äußerungen von Personen mit DAT in der Untersuchung durchaus mehr unplausible semantische Intrusionen (74). Eine weitere Untersuchung zur gesprochenen Sprache wies nach, dass diese bei Vorliegen einer DAT im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe signifikant stärker von semantischen Fehlern geprägt ist (86). Verma und Howard (2012) bestätigen dieses Ergebnis und gehen davon aus, dass die Störung der Wortfindung sogar ein initiales Merkmal der DAT sein kann (117). Diese ist vor allem auf eine Störung des semantischen Gedächtnisses zurückzuführen und kann schon Jahre vor Diagnosestellung vorliegen (117).

4.5 Diskussion der nicht-signifikanten linguistischen Bewertungsvariablen

Aufgrund des explorativen Charakters der vorliegenden Untersuchung wurde a priori bereits angenommen, dass nicht alle Variablen geeignet sein würden, um zwischen den Gruppen zu diskriminieren. Von den insgesamt 19 Bewertungsvariablen haben sich 13 Variablen als nicht geeignet erwiesen. Im Folgenden soll auf die möglichen Gründe dafür eingegangen werden.

4.5.1 Diskussion der nicht-signifikanten morphologischen Variablen

Bei einer zentralen Agraphie ist vor allem die sprachsystematische Ebene, also die Wortform, betroffen (40). Dennoch zeigten sich in der vorliegenden Untersuchung einige der ausgewählten morphologischen Bewertungsvariablen als nicht geeignet, um zwischen den Gruppen signifikant zu diskriminieren. Auf diese soll im Folgenden kurz eingegangen werden.

M_{Deklinationsfehler} und M_{Konjugationsfehler}

Während das Vorliegen von Rechtschreibfehlern als geeignetes Kriterium identifiziert werden konnte, um zwischen den Gruppen SCD und DAT signifikant zu diskriminieren, erbrachte die ergänzende Unterscheidung in Flexionsfehler keine zusätzlichen Erkenntnisse. Weder Fehler der Wortdeklinaton noch Fehler der Wortkonjugation tragen signifikant zur Unterscheidung der Gruppen SCD, MCI und DAT bei. Es gibt einige Studien, die sich mit der Flexion von Wörtern insbesondere bei gesprochener Sprache auseinandergesetzt haben. Altmann et al. (2001) wiesen in ihrer Untersuchung der Spontansprache von Personen mit DAT in 88,0% der Fälle morpho-syntaktische Fehler (Flexionsfehler) nach (70). Das Review von Boschi et al. (2017) berichtet, dass zwei von drei Studien bei Personen mit DAT im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe eine größere Anzahl von Flexionsfehlern in der gesprochenen Sprachproduktion nachweisen konnten (46). Eine weitere Studie aus dem englischen Sprachraum an kognitiv gesunden Personen, Personen mit DAT und semantischer Demenz konnte ebenfalls aufzeigen, dass sowohl Personen mit DAT als auch Personen mit semantischer Demenz unterschiedliche Fehler bei der Konjugation von Verben machten (118). Dies zeigte sich unter anderem bei der Bildung von Vergangenheitsformen von regulären und irregulären Verben, die in einen vorgegebenen Satz in der korrekten Konjugationsform eingesetzt werden sollten (118).

Diese Ergebnisse ließen sich für die geschriebene Sprachproduktion anhand der vorliegenden Untersuchung nicht replizieren. Allerdings ist die empirische Ausgangslage zu gering, um zu belegen, dass die kognitive Diagnose keinen Einfluss auf morphologische Prozesse der Wortdeklinaton und Wortkonjugation der geschriebenen Sprache hat. Es könnten Einflussfaktoren wie Textlänge und Sprache existieren, so dass bei Personen mit DAT in längeren Texten oder in einer anderen Sprache möglicherweise mehr Flexionsfehler auftreten.

M_{Gesamtzeichen}

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Gesamtzeichenanzahl im Satz des MMST und der kognitiven Diagnose war in der vorliegenden Untersuchung nicht nachweisbar. Da auf die Untersuchungsergebnisse zur Variablen $M_{\text{Gesamtzeichen}}$ als Dividend des Quotienten $M_{\text{Quotient_Buchst_Wörter}}$ bereits in Kapitel 4.3.3 ausführlich eingegangen wurde, wird auf eine erneute Darstellung an dieser Stelle verzichtet.

Auch die Variablen, die die Buchstabenanzahl des jeweils längsten und kürzesten Wortes im Satz des MMST erfassen, konnten nicht signifikant zwischen den Gruppen SCD, MCI und DAT diskriminieren. Da dies anhand der Untersuchungsergebnisse in Kapitel 4.3.2 bereits ausführlich diskutiert wurde, soll an dieser Stelle auf eine erneute Darstellung verzichtet werden.

Die Untersuchungen der Variablen zur grammatischen Person im Satz, zum Numerus der Person sowie zum Verbtempus ergaben keine signifikanten Ergebnisse für die Gruppen SCD, MCI und DAT. Die Mehrzahl der Personen in dieser Untersuchung schrieb den Satz im MMST in der 1. Person Singular (siehe Tabelle 9). Dabei wurde in der vorliegenden Untersuchung von 93,2%-94,5% der Personen die Gegenwartsform als Verbtempus genutzt. Pennebaker und Stone (2003) konnten in ihrer Erhebung an kognitiv gesunden Personen verschiedener Altersklassen ebenfalls zeigen, dass mit zunehmendem Alter häufiger Verben in Gegenwarts- und Zukunftsform verwendet werden (110). Die Annahme von Pennebaker und Stone (2003), dass ältere Personen sich generell mehr auf die Vergangenheit als auf die Zukunft fokussieren und sich dies auch sprachlich in der Verwendung der Verbtempi ausdrücken müsste, konnte demnach nicht bestätigt werden (110). Eine Untersuchung des Satzes aus dem MMST an einer Stichprobe kognitiv gesunder älterer Personen stellte fest, dass 62,8% der Personen als Verbtempus die Gegenwartsform und nur 25,7% die Vergangenheitsform verwendeten (33). Die Prüfung des Zusammenhangs zwischen Depressivität (Wert im HADS-D) und Verbtempus im Satz konnte allerdings kein signifikantes Ergebnis aufzeigen (33). Auch wenn die vorliegende Untersuchung zu keinem signifikanten Ergebnis hinsichtlich der verwendeten Verbtempi kam, so kann zumindest übereinstimmend mit den Ergebnissen von Pennebaker und Stone (2003) und Shenkin et al. (2008) gezeigt werden, dass alle drei Gruppen überwiegend die Gegenwartsform als Verbtempus verwendeten.

In der vorliegenden Arbeit formulierten über die Hälfte der Personen (318 von 556 also 57,2%, siehe auch Kapitel 3.2.1.2) den Satz im MMST in der 1. Person Singular. Auch Shenkin et al. (2008) stellten fest, dass der überwiegende Teil der von ihnen untersuchten Personen (60,2%) den Satz im MMST in der 1. Person Singular schrieben (33). Damit werden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit gestützt. Zum Einsatz der 1. Person Singular gibt es verschiedene

Untersuchungen zur gesprochenen und geschriebenen Sprache. Die Verwendung des Personalpronomens „Ich“ gilt dabei unter anderem als linguistisches Merkmal einer Depression (119, 120) und wurde in geschriebenen Äußerungen von Studierenden vor allem als Ausdruck der Selbstbezogenheit im Rahmen der Erkrankung gesehen (120). In mündlichen und schriftlichen Äußerungen von kognitiv gesunden Personen verschiedener Altersklassen nimmt der Gebrauch der 1. Person Singular hingegen mit zunehmendem Alter ab (110). Die Autoren gehen davon aus, dass sich die Selbstbezogenheit im Alter reduziert und sich dies auch in geschriebenen und gesprochenen Äußerungen älterer Personen abbildet (110). Dies lässt sich auf Basis der vorliegenden Ergebnisse für das Schreiben eines einzelnen Satzes nicht nachweisen.

Eine mögliche Erklärung dafür, dass sich in der vorliegenden Arbeit keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Person, des Numerus und des Verbtempus zeigen, kann in der Textlänge begründet sein. In der Studie von Pennebaker und Stone (2003) wurden geschriebene Texte sowie Interviews, die mündlich geführt und anschließend transkribiert wurden, mit Hilfe eines Computerprogramms und ausgewählter linguistischer Variablen untersucht (110). Dadurch war zum Beispiel auch die Bestimmung von Tempuswechseln möglich. Ebenso konnte untersucht werden, welche Person und Numerus in den Texten dominierte. Da in der vorliegenden Untersuchung die Analyse eines einzelnen geschriebenen Satzes vorgenommen wurde, war keine Bestimmung des durchschnittlichen Vorkommens der Personalpronomen oder der Verbtempi möglich. Zudem könnten die Untersuchungssituation sowie die Aufgabenstellung des MMST Einfluss auf die Auswahl der Person, des Numerus und des Verbtempus des Satzes haben.

4.5.2 Diskussion der nicht-signifikanten syntaktischen Variablen

Bei der gesprochenen Sprachproduktion ist die Syntax bei Personen mit DAT auch im Krankheitsverlauf noch lange intakt (82). Im Hinblick auf die geschriebene Sprachproduktion zeigte sich in der vorliegenden Untersuchung, dass zwei der vier syntaktischen Variablen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen aufzeigen konnte. Im Folgenden sollen nun die zwei nicht-signifikanten Variablen näher betrachtet werden.

SynKomplex

In Kapitel 4.3.3 wurde bereits detailliert auf die Variable *SynKomplex* eingegangen, so dass nachfolgend nur noch das methodische Vorgehen zur Bestimmung der syntaktischen Komplexität diskutiert wird. Die syntaktische Komplexität einer Äußerung wird in der Linguistik auf unterschiedliche Arten definiert. Entsprechend ergeben sich verschiedene Möglichkeiten der Operationalisierung (46, 49). Abhängig von der eingesetzten Variablen zur Erfassung der syntaktischen Komplexität einer Äußerung scheinen auch die Ergebnisse zu variieren. Kemper (1987) analysierte in ihrer Studie geschriebene Textpassagen aus Tagebüchern und nutzte zur Bestimmung der syntaktischen Komplexität verschiedene Variablen (52). Dabei wurde deutlich, dass sich zwar die Anzahl der Wörter in den Textpassagen mit dem Alter nicht veränderte, sehr wohl aber der Einsatz von Nebensätzen über die Lebensspanne abnahm (52). Kemper schlussfolgerte daraus, dass sich die syntaktische Komplexität geschriebener Äußerungen bei älteren Personen reduziert (52). In der vorliegenden Arbeit wurde die syntaktische Komplexität des Satzes im MMST nur anhand der Anzahl der Wörter ermittelt. Demnach wurde ein stark verschachtelter Satz aus vielen Wörtern als syntaktisch komplexer gewertet. Das Vorgehen, die Anzahl der Wörter als Maß der syntaktischen Komplexität zu nutzen, wird durch andere empirische Untersuchungen gestützt (46, 51-53). Der Einsatz weiterer Bestimmungsmethoden zur Absicherung des Ergebnisses wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht geprüft. Möglicherweise scheint ein einzelner geschriebener Satz zur Bestimmung der syntaktischen Komplexität ohnehin nur bedingt geeignet zu sein. Sand Aronsson et al. (2020) weisen darauf hin, dass auch die von ihnen eingesetzte Bildbeschreibungsaufgabe zur Erfassung der geschriebenen Sprache möglicherweise nicht dafür konzipiert ist, syntaktisch komplexes Schreiben zu erfassen (49). Eine anspruchsvollere Schreibaufgabe würde laut Sand Aronsson et al. (2020) zu einer höheren syntaktischen Komplexität im Text führen (49). Allerdings muss gleichzeitig berücksichtigt werden, dass Personen mit schweren kognitiven Defiziten Aufgaben mit höherer Komplexität möglicherweise nur eingeschränkt oder gar nicht bewältigen können (49).

SynSatzart

Mit der Variable *SynSatzart* wurde bestimmt, ob ein einfacher oder komplexer Hauptsatz vorliegt. In der vorliegenden Untersuchung wurde ein komplexer Satz als Haupt- und Nebensatz oder zwei verbundene Hauptsätze definiert. Die überwiegende Zahl der untersuchten Personen mit

SCD, MCI und DAT (88,9%-93,2%) schrieben in dieser Untersuchung einen einfachen Hauptsatz. Komplexe Sätze wurden lediglich von 6,8% der Personen mit SCD, 10,9% der Personen mit MCI und 11,1% der Personen mit DAT formuliert. Die Ergebnisse zur Variable $Syn_{Satzart}$ waren insgesamt nicht signifikant. Interessant ist, dass Personen mit DAT im Vergleich zu Personen mit SCD häufiger einen komplexen Satz schreiben. Der Einfluss einer exekutiven Funktionsstörung wäre hier denkbar. Einige Untersuchungen weisen bereits darauf hin, dass Personen mit DAT Probleme haben ihre Handlung zu unterbrechen und demnach längere Sätze produzieren (34).

Als frühes Kennzeichen für das Vorhandensein einer DAT wird die syntaktische Simplifizierung geschriebener Äußerungen diskutiert (71). Diese äußert sich bei Personen mit leichter Demenz durch die Verwendung syntaktisch einfacher Sätze mit weniger Konjunktionen (71). Personen der gesunden Kontrollgruppe kombinieren hingegen häufiger Haupt- und Nebensätze (71). Für die gesprochene und geschriebene Sprache von Personen mit DAT gelten Äußerungen mit weniger Nebensätzen als charakteristisch (23, 74). Diese syntaktische Simplifizierung zeigte sich in der vorliegenden Untersuchung über alle Gruppen hinweg. Ursächlich dafür wird die Aufgabenstellung der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST sein. Die Aufforderung einen spontanen Satz zu schreiben, impliziert nicht zwangsläufig auch einen komplexen Satz zu konstruieren. Ein einfacher Satz reicht bereits aus, um die Aufgabe erfolgreich zu absolvieren. Daher sollte, wie bereits auch bei anderen Bewertungsvariablen diskutiert, die Textlänge als Einflussfaktor auf die vorliegenden Ergebnisse berücksichtigt werden. Während in der vorliegenden Arbeit lediglich ein einzelner Satz untersucht wurde, wurden in Studien wie beispielsweise von Croisile (1996) längere schriftliche Texte (Bildbeschreibungen) analysiert (74). Dadurch ist auch die Betrachtung der Auftretenshäufigkeit verschiedener Satzarten möglich.

4.5.3 Diskussion der nicht-signifikanten semantischen Variablen

Die Agraphie bei einer DAT zeigt sich zu Beginn der Erkrankung vor allem anhand semantischer Defizite, wie Studien übereinstimmend belegen (23). Überraschenderweise waren in der vorliegenden Untersuchung nur die Ergebnisse einer semantischen Variablen signifikant (Sem_{Fehler} , vergleiche auch Kapitel 4.5.1). Weder die propositionale Dichte noch die Variablen zur Erfassung der lexikalischen Reichhaltigkeit erzielten hingegen signifikante Ergebnisse. Möglicherweise ist erneut die Textlänge eine der Ursachen dafür und der geschriebene Satz im

MMST ist zu kurz, um die propositionale Dichte und die lexikalische Reichhaltigkeit zu bestimmen. Im Folgenden soll daher die Anwendbarkeit dieser linguistischen Methoden anhand der Variablen diskutiert werden.

Sem_{Prop_Gehalt}

Der propositionale Gehalt der Sätze des MMST unterschied sich in der vorliegenden Untersuchung zwischen den Gruppen SCD, MCI und DAT nicht signifikant und variierte zwischen den Werten 2,11 (DAT), 2,25 (MCI) und 2,16 (SCD). Damit lagen im Mittel zwei Propositionen pro zehn Wörter vor. Zur Bestimmung des propositionalen Gehalts einer Aussage existieren – wie bereits in Kapitel 1.4.4 beschrieben – unterschiedlich komplexe Vorgehensweisen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der propositionale Gehalt im Satz durch die Anzahl der Propositionen in Relation zur Anzahl der verwendeten Wörter gesetzt und mit 10 multipliziert. Dadurch sollte eine Vergleichbarkeit aller Sätze ermöglicht werden. Dieses Vorgehen wurde in abgewandelter und vereinfachter Form von Wendelstein (2016) übernommen. Dazu muss kritisch angemerkt werden, dass Wendelstein die Proposition differenzierter definiert und erfasst. Wendelstein (2016) versteht diese als Einheit des semantischen Gedächtnisses, die sich aus zwei oder mehr Wortkonzepten (der Relation und den Argumenten) zusammensetzt (60). In der vorliegenden Arbeit wurde eine Proposition im Satz (P) mittels Anzahl der Konjunktionen (K) und der Formel $P = K + 1$ bestimmt (57). Möglicherweise hat die vereinfachte Vorgehensweise in der vorliegenden Arbeit dazu geführt, dass der propositionale Gehalt des Satzes nicht valide erfasst wurde. In einer weiteren Untersuchung sollte zusätzlich auch eine linguistisch komplexe Methode zur Bestimmung des propositionalen Gehalts des Satzes aus dem MMST eingesetzt werden, um die Ergebnisse dieser Untersuchung zu überprüfen. Allerdings wird die Erfassung der propositionalen Dichte bei spontan gesprochener Sprache generell als schwierig beschrieben. Anders als bei Bildbeschreibungsaufgaben können keine inhaltlichen Informationen zum Vergleich herangezogen werden, was mehr Variation ermöglicht (60). Mit Blick auf die vorliegenden Ergebnisse scheint die Variable *Sem_{Prop_Gehalt}* für die Untersuchung eines einzelnen, spontan geschriebenen Satzes nicht geeignet.

Eine weitere Erklärung dafür, dass diese linguistische Variable nicht signifikant zwischen den Gruppen trennen konnte, kann die Textlänge des Satzes aus dem MMST sein. Sehr wahrscheinlich ist ein einzelner Satz zu kurz für eine umfassende linguistische Analyse des

propositionalen Gehalts. Im Vergleich zu längeren Texten oder Bildbeschreibungsaufgaben ist die Anzahl der Wörter sowie der Propositionen bei einem einzelnen Satz wie im MMST eingeschränkt. Auch in der vorliegenden Untersuchung unterschied sich die Anzahl der Wörter nicht signifikant zwischen den Gruppen. Dies beeinflusste wiederum die Bestimmung des propositionalen Gehalts, da die verwendete Formel abhängig von der Gesamtanzahl der Wörter im Satz war. Auch die bisherigen Studien zur Analyse des propositionalen Gehalts bei DAT erfolgten an längeren Texten, die zudem Jahre vor der Erkrankung verfasst und miteinander verglichen wurden (75, 121). Diese stellten übereinstimmend fest, dass eine leichte Verringerung der propositionalen Dichte ein Prädiktor für eine kognitive Störung im späteren Leben sein kann (121) bzw. das Risiko erhöht, im Verlauf des Lebens an einer DAT zu erkranken (75). Die Studien bestätigen damit, dass eine valide Aussage zur propositionalen Dichte erst bei längeren Texten möglich ist.

Sem_{TTR} und Sem_{Brunét}

In der vorliegenden Arbeit unterschied sich weder die *TTR* noch *Brunét's Index* signifikant in den Gruppen SCD, MCI und DAT. Die *TTR* lag in der Gruppe der Personen mit SCD im Mittel bei 0,78, bei Personen mit MCI bei 0,79 und bei Personen mit DAT bei 0,77. Da der *TTR*-Wert zwischen den Werten 0 und 1 variiert und ein hoher *TTR*-Wert auf eine hohe lexikalische Reichhaltigkeit hinweist (87), ist auf Grundlage der Ergebnisse unabhängig von der kognitiven Diagnose von einem ähnlich hohen Wortschatz auszugehen. Im Gegensatz zur *TTR* steht ein niedriger *Brunét's Index* für einen reichhaltigeren Wortschatz (60). In der vorliegenden Arbeit lag der durchschnittliche *Brunét's Index* bei Personen mit SCD bei 0,38 und bei Personen mit MCI bzw. DAT jeweils bei 0,40. Eine statistische Signifikanz wurde ebenfalls nicht erreicht. Auch dieses Ergebnis widerlegt die Annahme, dass sich die lexikalische Reichhaltigkeit eines spontan geschriebenen Satzes abhängig von der kognitiven Diagnose unterscheidet.

Laut Wendelstein (2016) gibt es auch bei der Bestimmung der lexikalischen Reichhaltigkeit hinsichtlich des methodischen Vorgehens und der Sensitivität der jeweiligen Methode Unterschiede (60). Diese methodischen Schwierigkeiten könnten bei der Untersuchung der lexikalischen Reichhaltigkeit (*TTR* und *Brunét's Index*) in der vorliegenden Arbeit eine Rolle gespielt haben. Insbesondere die Bestimmung der einzelnen Bestandteile der Indizes, vor allem der *Types*, soll an dieser Stelle kritisch beleuchtet werden. Wie bereits in Kapitel 2.3.3 dargestellt kann der Begriff *Type* auf zwei Arten interpretiert werden. In der vorliegenden

Arbeit wurden die vorkommenden Wortformen im Satz als *Type* gewertet. Wendelstein (2016) empfiehlt hingegen die Lemmatisierung der Wörter eines Textes und die Nutzung der Lexeme als *Types* (60). Der Wortschatz einer Äußerung werde durch die Verwendung von lemmatisierten Wortformen besser und differenzierter wiedergegeben als bei ausschließlicher Betrachtung der Wortformen (60). Die Frage, ob die Bestimmung der *Types* mittels vorkommender Wortformen nicht reliabel genug war und daher die Ergebnisse negativ beeinflusste, bleibt in der vorliegenden Arbeit ungeklärt und bedarf weiterer Forschung.

Auch die Länge des Satzes aus dem MMST wird wiederum einen Einfluss auf die Ergebnisse zur lexikalischen Reichhaltigkeit haben, da die Formeln zur Bestimmung der lexikalischen Reichhaltigkeit jeweils abhängig von der Gesamtanzahl der Wörter sind. Möglicherweise ist der Satz aus dem MMST für eine derartige linguistische Analyse zu kurz. Die Studien, die den Wortschatz in Bezug auf eine DAT analysiert haben, legten stets längere Texte zugrunde. In der Untersuchung von Le et al. (2011) wurden zum Beispiel 20 Novellen der Schriftstellerin Iris Murdoch, die im Laufe ihres Lebens an einer Demenz erkrankte, im Hinblick auf den Wortschatz betrachtet (76). Auch Studien zur Wortschatzdiversität der gesprochenen Sprache verwendeten längere transkribierte Texte zur Analyse. Bucks et al. (2000) untersuchten jeweils 1000 Wörter aus transkribierten Interviews von Personen mit DAT und einer gesunden Kontrollgruppe (61). Wendelstein (2016) nutzte die Transkripte von biografischen Interviews, die an drei unterschiedlichen Messzeitpunkten durchgeführt und von denen jeweils nur die ersten 2000 Wörter verwendet wurden (60). Die Textlänge scheint demnach die semantischen Variablen zur lexikalischen Reichhaltigkeit zu beeinflussen, was in weiteren Untersuchungen Beachtung finden sollte.

4.6 Der „M-Syn-Index“ als neuer Bewertungsindex

Nach kritischer Auseinandersetzung mit den verschiedenen linguistischen Bewertungsvariablen, die im Rahmen dieser Arbeit explorativ untersucht wurden, soll im Folgenden auf den Gesamtindex „M-Syn-Index“ als neuer Bewertungsindex für die Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST eingegangen werden. Im Anschluss soll in 4.6.2 sein möglicher Nutzen hinsichtlich der Erfassung der geschriebenen Sprachproduktion diskutiert werden.

4.6.1 Der „M-Syn-Index“ als Bewertungsindex für die Aufgabe „Satz schreiben“

Die vorliegende Untersuchung hat ergeben, dass der „M-Syn-Index“ als neuer Bewertungsindex der Aufgabe „Satz schreiben“ signifikant zwischen den Gruppen SCD, MCI und DAT diskriminieren kann. Er setzt sich jeweils aus zwei morphologischen und syntaktischen Variablen zusammen. Dadurch sind Rückschlüsse auf die morphologische und syntaktische Strukturebene der geschriebenen Sprache bei DAT möglich. Allerdings bestehen Einschränkungen im Hinblick auf Sensitivität und Spezifität des „M-Syn-Index“. Die Sensitivität ist mit 75,2% nicht optimal. Ebenso ist der Anteil, der korrekt als gesund eingestuft Personen, mit 57,5% gering.

Auch wenn der „M-Syn-Index“ primär eine neue Bewertungsmöglichkeit der Aufgabe „Satz schreiben“ des MMST darstellt, könnte er auch unabhängig vom MMST als kurzes kognitives Screeningverfahren eingesetzt werden. Kurze kognitive Screeningverfahren werden in der Diagnostik eingesetzt, um schnell kognitive Funktionen einer Person zu erfassen (15) und festzustellen, ob eine weitere Diagnostik, wie zum Beispiel eine ausführliche neuropsychologische Untersuchung sinnvoll ist. Sie müssen ein Mindestmaß an psychometrischen Kriterien erfüllen (15). In den vergangenen Jahren sind mehrere kurze kognitive Screeningtests entwickelt worden, die anhand verschiedener Kriterien charakterisiert und bewertet werden können (15). Dies sind unter anderem die Testökonomie, die Anzahl der erfassten kognitiven Domänen sowie die Abhängigkeit vom Bildungsniveau (15). Im Folgenden werden diese Kriterien im Hinblick auf den neuen Bewertungsindex der Aufgabe „Satz schreiben“ kritisch diskutiert.

Testökonomie

Der „M-Syn-Index“ ist als anwenderfreundlicher und zeitökonomischer Gesamtindex für die Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST konzipiert. Er ist schnell einsetzbar und die Auswertung nicht zu aufwendig. Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass die Berechnung des „M-Syn-Index“ bei einem Satz nur wenige Minuten dauert. Am meisten Zeit nimmt die Berechnung des Quotienten aus der Gesamtzeichenanzahl und der Anzahl der Wörter ein. Die übrigen Variablen können zügig per visueller Inspektion des Satzes bestimmt werden. Der „M-Syn-Index“ kann auch ohne besondere Fachkenntnisse leicht ermittelt werden. Voraussetzung ist jedoch das Beherrschen der deutschen Sprache, um Fehler der Rechtschreibung und Grammatik korrekt detektieren zu können. Der optimale Schwellenwert des „M-Syn-Index“

kann zudem schnell einen ersten Hinweis auf das Vorliegen einer DAT ermöglichen. Eine weiterführende Untersuchung des „M-Syn-Index“, der sich im Rahmen dieser Arbeit als zeitökonomisches und anwenderfreundliches Verfahren zur Auswertung der Aufgabe „Satz schreiben“ des MMST bewährt hat, erfolgt aktuell in weiteren Stichproben.

Kognitive Domäne der Aufgabe „Satz schreiben“

Die Aufgabe „Satz schreiben“ des MMST erfasst als kognitive Domäne die Sprache, speziell die geschriebene Sprachproduktion. Die ursprünglich vorgegebene Bewertung der Aufgabe ließ jedoch viele Aspekte der geschriebenen Sprachproduktion unberücksichtigt, insbesondere in Bezug auf Rechtschreibung und Grammatik. Der „M-Syn-Index“ wurde daher so konzipiert, dass die geschriebene Sprachproduktion im MMST mittels linguistischer Variablen detaillierter erfasst werden kann. Dabei werden insbesondere auch Fehler gewertet, deren standardmäßige Erfassung zur Analyse eines geschriebenen Satzes und zur Prüfung auf Vorliegen einer Agraphie empfohlen wird (22).

An der geschriebenen Sprachproduktion sind neben linguistischen Fähigkeiten (49) auch verschiedene kognitive Funktionen wie das Gedächtnis (37, 44), exekutive (37, 49) und attentionale Funktionen (83) beteiligt. Diese sind beim Schreiben in unterschiedlicher Art involviert (siehe auch Kapitel 1.4). Unter anderem sind das morphologische, syntaktische und semantische Wissen im mentalen Lexikon, dem Langzeitgedächtnis, gespeichert (47). Dementsprechend ist anzunehmen, dass die Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST mehrere kognitive Domänen erfasst. Dies gilt auch für den „M-Syn-Index“.

Abhängigkeit vom Bildungsniveau

Da die Aufgabe „Satz schreiben“ als Papier-Bleistift-Aufgabe konzipiert wurde, ist sie von der Schreibfähigkeit der untersuchten Personen abhängig und demnach nicht für Analphabeten oder Personen mit Lese-Rechtschreib-Schwäche geeignet. Der „M-Syn-Index“ sollte zudem nur bei Personen mit deutscher Muttersprache Anwendung finden, da es andernfalls aufgrund fehlender Grammatik- und Rechtschreibkenntnisse zu falsch-positiven Ergebnissen kommen könnte. Vor Einsatz des „M-Syn-Index“ bei Personen mit anderer Muttersprache müsste daher zunächst eine Erprobung des Index an dieser Stichprobe erfolgen.

Der Einfluss des Bildungsniveaus auf den „M-Syn-Index“ wurde im Rahmen dieser Untersuchung korrelativ getrennt für jede Gruppe untersucht. Es bestand ein positiver Zusammenhang, das heißt, dass ein höheres Bildungsniveau zu höheren Ergebnissen im „M-Syn-Index“ führt. Allerdings ist der Einfluss des Bildungsniveaus nur gering und für die Gruppen SCD und DAT nicht signifikant.

Zusammenfassende Bewertung

Die Befunde deuten darauf hin, dass mit dem „M-Syn-Index“ eine neue, anwendungsfreundliche, zeitökonomische Bewertungsmöglichkeit für die Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST vorliegt. Neben der geschriebenen Sprache werden weitere kognitive Bereiche erfasst. Es zeigte sich ein Zusammenhang zu den Parametern Alter und Bildungsniveau, auch wenn dieser jeweils nur gering ausfiel. Vor dem Einsatz des „M-Syn-Index“ als kurzes kognitives Screeningverfahren im klinischen Alltag besteht jedoch weiterer Forschungsbedarf.

4.6.2 Der „M-Syn-Index“ als Bewertungsindex für die geschriebene Sprache

Ein Ziel der vorliegenden Untersuchung war, einen neuen Gesamtindex zur Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST zu entwickeln, um die geschriebene Sprachproduktion differenzierter analysieren zu können. Dieser sollte primär die zentralen kognitiven Prozesse des Schreibens erfassen und eine zentrale Agraphie im Rahmen einer DAT nachweisen können. Da Störungen der zentralen kognitiven Prozesse bei geschriebener Sprache bereits in einem frühen Krankheitsstadium auftreten (69), zielte die Entwicklung eines neuen Bewertungsindex insbesondere auf die Früherkennung einer DAT ab.

Eine Agraphie kann unter anderem durch das Schreiben eines Satzes erfasst werden (22). Auf diese Weise ist laut Tiu und Carter (2020) sowohl die Bewertung der zentralen als auch der peripheren Schreibleistung möglich (22). Rechtschreibfehler wie doppelte Buchstaben, Grammatikfehler sowie fehlerhafte Interpunktion weisen dabei auf eine zentrale Agraphie hin (22). Auch die Länge des Satzes kann einen Hinweis darstellen (22). Der „M-Syn-Index“ bildet die von Tiu und Carter (2020) postulierten Kriterien ab, indem er Rechtschreibfehler und syntaktische Fehler sowie die Interpunktion erfasst. Er liefert damit einen wichtigen Hinweis auf eine zentrale Agraphie. Der neue Gesamtindex zur Bewertung der Aufgabe „Satz schreiben“ des MMST ermöglicht demnach erstmalig auch Rückschlüsse auf die geschriebene

Sprachproduktion bei Personen mit DAT. Entgegen der Annahme, dass sich im Rahmen einer Agraphie vor allem die semantische Ebene bei DAT verändert (23, 67), zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zum „M-Syn-Index“, dass beim Schreiben eines Satzes auch Veränderungen auf morphologischer und syntaktischer Ebene bei Personen mit DAT nachweisbar sind.

Welche Schreibrouten der zentralen kognitiven Prozesse des Schreibens gestört sind, kann auf Basis der vorliegenden Untersuchung nicht genau ermittelt werden. Die zentralen kognitiven Prozesse, die am Schreiben beteiligt sind, umfassen vor allem phonologische und orthographische Langzeit- und Arbeitsgedächtnisprozesse (37). Eine Störung auf Ebene des Langzeit- oder Arbeitsgedächtnisses im Rahmen einer DAT kann demnach ursächlich für eine zentrale Agraphie sein (22).

Wie bereits in Kapitel 1.4 beschrieben, ist davon auszugehen, dass die Aufgabenstellung des MMST dazu führt vorrangig bekannte Wörter zu verwenden. Laut Aichert (2014) wird beim spontanen Schreiben eines Wortes die semantisch-lexikalische Schreibroute aktiviert (40). Alternativ könnte auch die lexikalische Verarbeitungsrouten aus dem Logogen-Modell beim Schreiben des Satzes im MMST involviert sein. Ob Rechtschreibfehler im Satz des MMST bei Personen mit DAT aus einer Störung der Phonem-Graphem-Konversion oder aus einer Störung des Zugriffs auf gespeicherte Wortformen aus dem semantischen Lexikon resultieren, konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht abschließend geklärt werden. Die vorliegenden Ergebnisse können im Hinblick auf die zentralen kognitiven Prozesse der geschriebenen Sprachproduktion dennoch als Grundlage für neue Hypothesen dienen.

Veränderungen der geschriebenen Sprache werden im diagnostischen Prozess zur Abklärung einer Demenz bislang kaum untersucht (78) und eine Agraphie wird nur selten diagnostiziert. Der neue Bewertungsindex bietet eine Möglichkeit, die geschriebene Sprache anhand des Satzes aus dem MMST effektiver zu untersuchen. Dies erscheint vor allem vor dem Hintergrund relevant, dass die geschriebene Sprache bei Personen mit DAT bereits vor der gesprochenen Sprache schwerwiegendere Defizite aufweist (23). Zur validen Untersuchung der geschriebenen Sprachproduktion wird neben dem Schreiben eines Satzes allerdings auch die Überprüfung der Wortflüssigkeit und des Sprachverständnisses empfohlen (22). Zudem sollte das Wiederholen einer Äußerung, das Lesen eines Textes sowie das Benennen von Bildern oder Objekten geprüft werden (22). Demnach ist der alleinige Einsatz der Aufgabe „Satz schreiben“

zur Erfassung einer Agraphie nur bedingt zu empfehlen. Tiu und Carter (2020) geben zudem zu bedenken, dass zur vollständigen Untersuchung der Sprache sowohl die geschriebene als auch die gesprochene Sprachproduktion gehören untersucht werden sollten (22). Der „M-Syn-Index“ sollte daher nicht ohne weiterführende Diagnostik als einziges Diagnostikinstrument eingesetzt werden. Oftmals kann bei kognitiven Screeningverfahren erst in Kombination mit einem weiteren Screeningverfahren die diagnostische Sicherheit erhöht werden (4). Jedoch können bereits einzelne kognitive Screeningverfahren einen ersten Hinweis liefern, ob die Wahrscheinlichkeit einer dementiellen Entwicklung erhöht ist. Dies trifft auch die vorliegende explorative Untersuchung zu. Der „M-Syn-Index“ ist zur Erfassung der geschriebenen Sprache geeignet und kann Hinweise auf eine zentrale Agraphie bei DAT geben.

4.7 Limitationen

Bei der Interpretation der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sind einige Limitationen zu beachten. So erfolgte die Transkription der Sätze als auch deren Bewertung mittels neuer linguistischer Variablen nur durch die Verfasserin dieser Arbeit. Allerdings konnten viele Bewertungsvariablen automatisiert erfasst werden, wodurch eine reliable Messung gewährleistet wurde. Empfehlenswert wäre der Einsatz von mindestens zwei *Ratern* gewesen, um die Reliabilität weiter zu erhöhen. Als weitere Limitation kann die unterschiedliche Größe der abhängigen Stichprobe genannt werden, die dadurch umgangen wurde, dass auf inferenzstatistische Analysen verzichtet wurde. Weitere Limitationen sind die bereits in Kapitel 4.5 beschriebenen methodischen Schwächen bei der Bestimmung der syntaktischen und semantischen Variablen ($Syn_{Komplex}$, Sem_{Prop_Gehalt} , Sem_{TTR} und $Sem_{Brunét}$). Die gewählten Methoden waren zur Operationalisierung der genannten Bewertungsvariablen in der vorliegenden Untersuchung nicht geeignet. Zur Erfassung dieser syntaktischen und semantischen Maße sollten künftig andere Variablen gewählt werden.

Weitere methodische Limitationen betreffen die Anwendung der MLR, im Speziellen sowohl die ausgewählte Einschlussmethode als auch die fehlende Aufnahme der Variablen Alter und Bildungsniveau. Zwar werden nach Andy Field (2013) die schrittweisen Einschlussmethoden für explorative Analysen ohne expliziten theoriegeleiteten Hintergrund im Rahmen der MLR als geeignet angesehen, jedoch besteht stets die Gefahr einer Über- oder Unterschätzung des Modells (98). In Folgeuntersuchungen könnte je nach Fragestellung eine alternative Einschlussmethode erprobt werden. Zudem könnte das Studiendesign a priori angepasst werden, so dass der systematische Einfluss von Alter und Bildungsniveau auf die Gruppe der

Patientinnen und Patienten berücksichtigt wird. Miller und Chapman (2001) empfehlen dazu eine Randomisierung der Stichprobe vorzunehmen (102). Das könnte bedeuten, dass Personen mit DAT in verschiedene Alters- bzw. Bildungsgruppen klassifiziert werden. Alternativ könnten die Variablen Alter und Bildungsniveau über ein benutzerdefiniertes Modell unter Berücksichtigung von Interaktionen in die MLR mit aufgenommen werden.

4.8 Praktische Implikationen und Ausblick

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, neue linguistische Bewertungsvariablen und einen Gesamtindex für die Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST zu entwickeln, die signifikant zwischen den Gruppen SCD, MCI und DAT diskriminieren können. Im Rahmen der explorativen Untersuchung konnte gezeigt werden, dass der geschriebene Satz unter Verwendung neuer linguistischer Bewertungsvariablen und des „M-Syn-Index“ Hinweise auf sprachliche und kognitive Veränderungen liefern kann. Die geschriebene Sprache kann damit ein Indikator für eine kognitive Beeinträchtigung sein. Im Rahmen der Arbeit wurden verschiedene Fragestellungen beantwortet, deren Ergebnisse zur Hypothesengewinnung für künftige Untersuchungen genutzt werden können. Zudem lassen sich aus den Ergebnissen praktische Implikationen für den Einsatz der neuen Bewertungsvariablen im klinischen Alltag ableiten.

Vor Anwendung der Bewertungsvariablen und des „M-Syn-Index“ wird zunächst eine confirmatorische Validierung der Ergebnisse empfohlen. Zudem sollte eine Normierung mit Hilfe einer ausreichend großen Vergleichsstichprobe erfolgen, die neben dem Alter auch das Bildungsniveau und den kulturellen Hintergrund berücksichtigt. Des Weiteren könnte Depressivität als Co-Variable in das Design zukünftiger Studien aufgenommen werden. Aktuell erfolgt bereits eine Überprüfung der Anwendbarkeit des „M-Syn-Indexes“ auf andere Krankheitsbilder wie vaskuläre Demenzen oder primär progressive Aphasien.

Aus den vorliegenden Ergebnissen lassen sich zudem Vorschläge zur Verbesserung der allgemeinen Struktur der Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST ableiten. Insbesondere die Vorgabe eines Themas für den spontan geschriebenen Satz im MMST erscheint empfehlenswert. Dies würde eine Vergleichbarkeit der Sätze im Hinblick auf linguistische und inhaltliche Aspekte ermöglichen. Auch könnten sich andere Bewertungsvariablen als geeignet herausstellen, um zwischen den Gruppen zu diskriminieren. Eine Themenvorgabe für einen

spontan geschriebene Satz wird von Tiu und Carter (2020) ebenfalls empfohlen (22). Zusätzlich könnte die Instruktion zur Aufgabe „Satz schreiben“ im MMST dahingehend ergänzt werden, dass der geschriebene Satz abschließend laut vorgelesen werden soll. Damit wäre ein Abgleich zwischen geschriebenem und gelesenen Satz möglich und die Leseleistung erfasst. Diese Vorschläge sind in weiteren Untersuchungen zu überprüfen.

Festzuhalten bleibt, dass mit den neuen linguistischen Bewertungsvariablen und dem „M-Syn-Index“ vielversprechende neue Bewertungsmöglichkeiten für die Aufgabe „Satz schreiben“ aus dem MMST vorliegen. Ob der „M-Syn-Index“ auch einen Beitrag zur Früherkennung einer DAT leisten kann, was gerade auch im Hinblick auf die frühzeitige Einleitung sekundärpräventiver, therapeutischer Maßnahmen zur Behandlung einer DAT von besonderer Bedeutung ist (60), müssen weitere Untersuchungen zeigen. Vor dem regelhaften Einsatz im Rahmen der neuropsychologischen Diagnostik sollten die Ergebnisse weiterer Untersuchungen zur Validierung und Normierung der signifikanten Bewertungsvariablen abgewartet werden.

Der Einsatz neuer linguistischer Bewertungsvariablen und des „M-Syn-Index“ im klinischen Alltag könnte in Zukunft die Erfassung der geschriebenen Sprache im MMST verbessern und Hinweise auf das Vorliegen einer zentralen Agraphie im Rahmen einer DAT geben. Die vorliegende Arbeit soll hierfür einen ersten Beitrag leisten.

Literaturverzeichnis

1. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-Mental State" A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J psychiat Res.* 1975;12:189-198.
2. AlzheimerEurope. Dementia in Europe Yearbook 2019. Estimating the prevalence of dementia in Europe. Luxembourg; 2019.
3. Bickel H. Epidemiologie und Gesundheitsökonomie. In: Wallesch C-W, Förstl H, editors. Demenzen. 2. Stuttgart: Thieme; 2012.
4. Bodner T, Jenner C, Marksteiner J. Neuropsychologie in der Demenzdiagnostik. *Zeitschrift für Gerontopsychologie & -psychiatrie.* 2002;15(4):169-177.
5. Schaub RT, Freyberger HJ. Diagnostik und Klassifikation. In: Wallesch C-W, Förstl H, editors. Demenzen. 1. Stuttgart: Thieme; 2012. p. 87-112.
6. World Health Organization W. International statistical classification of diseases and related health problems, 10th revision. Malta2010.
7. McKhann G, Drachmann D, Folstein MF, Katzman R, Price D, Stadlan EM. Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: Report of the NINCDS-ADRDA Work Group* under the auspices of Department of Health and Human Services Task Force on Alzheimer's Disease. *Neurology.* 1984;34:939-944.
8. Dubois B, Feldman H, Jacova C, DeKosky ST, Barberger-Gateau P, Cummings JL, Delacourte A, Galasko D, Gauthier S, Jicha G, Meguro K, O'Brien J, Pasquier F, Robert P, Rossor M, Salloway S, Stern Y, Visser PJ, Scheltens P. Research criteria for the diagnosis of Alzheimer's disease: revising the NINCDS-ADRDA criteria. *Lancet.* 2007;6:734-746.
9. Petersen RC, Doody R, Kurz A, Mohs RC, Morris JC, Rabins PV, Ritchie K, Rossor M, Thal L, Winblad B. Current concepts in mild cognitive impairment. *Arch Neurology.* 2001;58:1985-1992.
10. Christensen H, Henderson AS, Korten AE, Jorm AF, Jacomb PA, Mackinnon AJ. ICD-10 Mild cognitive disorder: its outcome three years later. *International Journal of Geriatric Psychiatry.* 1997;12:581-586.
11. Busse A, Bischof J, Riedel-Heller SG, Angermeyer MC. Subclassification for mild cognitive impairment: prevalence and predictive validity. *Psychological Medicine.* 2003;33:1029-1038.
12. Jessen F, Amariglio RE, van Boxtel M, Breteler M, Ceccaldi M, Chételat G, Dubois B, Dufouil C, Ellis KA, van der Flier WM, Glodzik L, van Harten AC, de Leon MJ, McHugh P, Mielke MM, Molinuevo JL, Mosconi L, Osorio RS, Perrotin A, Petersen RC, Rabin LA, Rami L, Reisberg B, Rentz DM, Sachdev PS, de La Sayette V, Saykin A, Scheltens P, Shulman MB, Slavin MJ, Sperling RA, Stewart R, Uspenskaya O, Vellas B, Visser PJ, Wagner M, Group SCDIW. A conceptual framework for research on subjective cognitive decline in preclinical Alzheimer's disease. *Alzheimers Dementia.* 2014;10(6):844-852.
13. Aebi C. Validierung der neuropsychologischen Testbatterie CERAD-NP - Eine Multi-Center Studie: Universität Basel; 2002.
14. Kaiser A, Gusner-Pfeiffer R, Griessenberger H, Iglseder B. Mini-Mental-State. *Zeitschrift für Gerontopsychologie & -psychiatrie.* 2009;22(1):11-16.
15. Carnero-Pardo C. Should the Mini-Mental State Examination be retired? *Neurología (English Edition).* 2014;29(8):473-481.
16. Nieuwenhuis-Mark RE. The death knoll for the MMSE: has it outlived its purpose? *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 2010;23(3):151-157.

17. O'Bryant SE, Humphreys JD, Smith GE, Ivnik RJ, Graff-Radford NR, Petersen RC, Lucas JA. Detecting Dementia With the Mini-Mental State Examination in Highly Educated Individuals. *Arch Neurology*. 2008;65(7):963-967.
18. Rähkä I, Isoaho R, Ojanlatva A, Viramo P, Sulkava R, Kivelä S-L. Poor performance in the Mini-Mental State Examination due to causes other than dementia. *Scandinavian Journal of Primary Health Care*. 2001;19(1):34-38.
19. Mitchell AJ. A meta-analysis of the accuracy of the mini-mental state examination in the detection of dementia and mild cognitive impairment. *J Psychiatr Res*. 2009;43(4):411-431.
20. Martin DC. The Mental Status Examination. In: Walker HM, Hall WD, Hurst JW, editors. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. 3. Boston: Butterworth; 1990. p. 924-929.
21. Strous RD, Koppel M, Fine J, Nachliel S, Shaked G, Zivotofsky AZ. Automated Characterization and Identification of Schizophrenia in Writing. *J Nerv Ment Dis*. 2009;197(8):585-588.
22. Tiu JB, Carter AR. *Agraphia*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020.
23. Croisile B. Agraphia in Alzheimer's Disease. *Dement Geriatr Cogn Disord* 1999;10:226-230.
24. Liberalesso Neri A, Lopes Ongaratto L, Sanches Yassuda M. Mini-Mental State Examination sentence writing among community-dwelling elderly adults in Brazil: text fluency and grammar complexity. *Int Psychogeriatr*. 2012;24(11):1732-1737.
25. Nilsson FM. Mini Mental State Examination (MMSE) – probably one of the most cited papers in health science. *Acta Psychiatr Scand*. 2007;116 (2):156-157.
26. Carpenter BD. Quantitative and qualitative aspects of sentences from the Mini-Mental State Examination: Personal disclosure in an unexpected place. *Journal of Mental Health and Aging*. 2004;10(3):195-207.
27. Foreman MD, Wootton JD, Pompei P, Rudberg MA. Sentences Written By Older Adults During Mental Status Testing. *Appl Nurs Res*. 1993;6(4):169-171.
28. Rösler A, Fickenscher V, von Renteln-Kruse W, Billino J. Sentences writing during the Mimimental State Examination: Contendand diagnstic value in cognitively healthy elderly people and patients with dementia. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2005;53(12):2240-2241.
29. McCarthy F, Kennedy F, Duggan J, Sheehan J, Power D. A retrospective analysis of the sentence writing component of Folstein's MMSE. *Ir J Psych Med*. 2004;21(4):125-127.
30. Corallo F, Marra A, Bonnano L, Impellizzeri F, Lo Buono V, Alagna A, Di Cara M, Cettina A, Cecilia C, Pria D, Formica C, Romeo L, Todaro A, Bramanti P, Marino S. "Sentence Writing" in the Mini Mental State Examination: A Possible Marker for Progression of Mild Cognitive Impairment to Dementia. *Neuropsychiatry*. 2019;9(3):2353-2358.
31. Press Y, Velikiy N, Berzak A, Tandeter H, Peleg R, Freud T, Punchik B, Dwolatzky T. A retrospective analysis of the sentence writing component of the Mini Mental State Examination: cognitive and affective aspects. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2012;33(2-3):125-131.
32. Sniatecki S, Meyer G, Renom-Guiteras A, Dichter MN, Mayer H, Stephan A. Polarität des frei formulierten MMST-Satzes und Befinden von Menschen mit Demenz. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*. 2017;50(1):45-51.
33. Shenkin SD, Starr JM, Dunn JM, Carter S, Deary IJ. Is there information contained within the sentence-writing component of the mini mental state examination? A

- retrospective study of community dwelling older people. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2008;23(12):1283-1289.
34. Todorov D, Setchi R, Bayer A. Linguistic Markers in the Sentence Writing Question of the Mini-Mental State Examination for Discrimination between Alzheimer's and Vascular Dementia. *Procedia Computer Science*. 2013;22:250-259.
 35. Bellebaum C, Thoma P, Daum I. *Neuropsychologie*. Kriz J, editor. Wiesbaden: VS Verlag Springer Fachmedien; 2012.
 36. Alamargot D, Fayol M. Modelling the development of written composition. In: Beard R, Myhill D, Nystrand M, Riley J, editors. *Handbook of Writing Development*: Sage; 2009. p. 23-47.
 37. Purcell JJ, Turkeltaub PE, Eden GF, Rapp B. Examining the central and peripheral processes of written word production through meta-analysis. *Front Psychol*. 2011;2:1-16.
 38. Blanken G, Bormann T, Schweppe J. Modellierung der mündlichen und schriftlichen Sprachproduktion - Evidenzen aus der Aphasie- und Agrafieforschung. *Sprache · Stimme · Gehör*. 2011;35(01):8-12.
 39. Morton J. The logogen model and orthographic structure. In: Frith U, editor. *Cognitive Processes in Spelling*. London: Academic Press; 1980. p. 118-132.
 40. Aichert I, Wunderlich A. Dyslexie und Dysgraphie. In: Karnath H-O, Goldenberg G, Ziegler W, editors. *Klinische Neuropsychologie - Kognitive Neurologie*. 1. Stuttgart New York: Georg Thieme Verlag; 2014. p. 109-118.
 41. Schneider B, Wehmeyer M, Grötzbach H. *Aphasie - Wege aus dem Sprachdschungel*. Thiel MM, Frauer C, editors. Berlin Heidelberg: Springer; 2012.
 42. Beyer R, Gerhard R. *Sprache und Denken*. Wiesbaden: Springer Fachmedien; 2018. 5-75 p.
 43. Goldenberg G. *Neuropsychologie - Grundlagen, Klinik, Rehabilitation*. München Jena: Urban & Fischer; 2007.
 44. Klabunde R. Was will die Linguistik und wozu? In: Dipper S, Klabunde R, Mihatsch W, editors. *Linguistik - Eine Einführung (nicht nur) für Germanisten, Romanisten und Anglisten*. 1. Berlin: Springer; 2018. p. 1-20.
 45. Emery VOB. Language impairment in dementia of the Alzheimer Type: A hierarchical decline? *Int J Psychiatry in medicine*. 2000;30(2):145-164.
 46. Boschi V, Catricalà E, Consonni M, Chesi C, Moro A, Cappa SF. Connected Speech in Neurodegenerative Language Disorders: A Review. *Front Psychol*. 2017;8(269):1-21.
 47. Klabunde R. Morphologie – die Form und Struktur von Wörtern. In: Dipper S, Klabunde R, Mihatsch W, editors. *Linguistik - Eine Einführung (nicht nur) für Germanisten, Romanisten und Anglisten*. 1. Berlin: Springer; 2018. p. 87-103.
 48. Rothstein B. Syntax - Die Analyse des Satzes und seiner Bestandteile. In: Dipper S, Klabunde R, Mihatsch W, editors. *Linguistik - Eine Einführung (nicht nur) für Germanisten, Romanisten und Anglisten*. 1. Berlin: Springer; 2018. p. 72-85.
 49. Sand Aronsson F, Kuhlmann M, Jelic V, Östberg P. Is cognitive impairment associated with reduced syntactic complexity in writing? Evidence from automated text analysis. *Aphasiology*. 2020:1-14.
 50. Roark B, Mitchell M, Hollingshead K. Syntactic complexity measures for detecting Mild Cognitive Impairment. *Association for Computational Linguistics BioNLP 2007: Biological, translational, and clinical language processing*; Prague2007. p. 1-8.
 51. Szmrecsányi BM. On Operationalizing Syntactic Complexity. In: Purnelle G, Fairon G, Dister A, editors. *Le poids des mots Proceedings of the 7th International Conference on*

- Textual Data Statistical Analysis; Louvain-la-Neuve: Leuven University Press; 2004. p. 1032-1039.
52. Kemper S. Life-Span Changes in Syntactic Complexity. *Journal of Gerontology*. 1987;42(3):323-328.
 53. Garrard P, Maloney LM, Hodges JR, Patterson K. The effects of very early Alzheimer's disease on the characteristics of writing by a renowned author. *Brain*. 2005;128(2):250-260.
 54. Duden online: Bibliographisches Institut GmbH; 2021 [Available from: <https://www.duden.de/sprachwissen/rechtschreibregeln/punkt#D152> zuletzt abgerufen am 27.11.2021.
 55. Leibniz-Institut. Laut, Buchstabe, Wort und Satz Verzeichnis grundlegender grammatischer Fachausdrücke. Kultusminister Konferenz: Leibniz-Institut für Deutsche Sprache; 2020.
 56. Berg K, Evertz M. Graphematik – die Beziehung zwischen Sprache und Schrift. In: Dipper S, Klabunde R, Mihatsch W, editors. *Linguistik - Eine Einführung (nicht nur) für Germanisten, Romanisten und Anglisten*. Berlin: Springer; 2018. p. 187-194.
 57. Klabunde R. Semantik - Die Bedeutung von Wörtern und Sätzen. In: Dipper S, Klabunde R, Mihatsch W, editors. *Linguistik - Eine Einführung (nicht nur) für Germanisten, Romanisten und Anglisten*. 1. Berlin: Springer; 2018. p. 106-125.
 58. Kemper S, Sumner A. The structure of verbal abilities in young and older adults. *Psychology and Aging*. 2001;16(2):312-322.
 59. Roark B, Mitchell M, Hosom J-P, Hollingshead K, Kaye J. Spoken Language Derived Measures for Detecting Mild Cognitive Impairment. *IEEE Trans Audio Speech Lang Processing*. 2011;19(7):2081–2090.
 60. Wendelstein B. *Gesprochene Sprache im Vorfeld der Alzheimer-Demenz : Linguistische Analysen im Verlauf von präklinischen Stadien bis zur leichten Demenz*. Heidelberg: Heidelberg; 2016.
 61. Bucks RS, Singh S, Cuerden JM, Wilcock GK. Analysis of spontaneous, conversational speech in dementia of Alzheimer type: Evaluation of an objective technique for analysing lexical performance. *Aphasiology*. 2000;14.
 62. Altmann LJ, McClung JS. Effects of semantic impairment on language use in Alzheimer's disease. *Semin Speech Lang*. 2008;29(1):18-31.
 63. Huber W, Poeck K, Weniger D. *Klinisch-neuropsychologische Syndrome und Störungen Aphasie*. In: Hartje W, Poeck K, editors. *Klinische Neuropsychologie*. 4. Stuttgart, New York: Thieme Verlag; 2000. p. 80-143.
 64. Huber W. *Klinisch-neuropsychologische Syndrome und Störungen Alexie und Agraphie*. In: Hartje W, Poeck K, editors. *Klinische Neuropsychologie*. 4. Stuttgart, New York: Thieme Verlag; 2000. p. 169-190.
 65. Maurer K, Volk S, Gerbaldo H, Auguste D and Alzheimer's disease. *The Lancet*. 1997;349(9064):1546-1549.
 66. Lambert J, Giffard B, Nore F, de la Sayette V, Pasquier F, Eustache F. Central and peripheral agraphia in Alzheimer's disease: from the case of Auguste D. to a cognitive neuropsychology approach. *Cortex*. 2007;43(7):935-951.
 67. Platel H, Lambert J, Eustache F, Cadet B, Dary M, Viader F, Lechevalier B. Characteristics and evolution of writig impairment in Alzheimer's disease *Neuropsychologia*. 1993;31(11):1147-1158.
 68. LaBarge E, Smith DS, Dick L, Storandt M. Agraphia in Dementia of the Alzheimer Type. *Arch Neurology*. 1992;49.

69. Silveri MC, Corda F, Di Nardo M. Central and peripheral aspects of writing disorders in Alzheimer's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 2007;29(2):179-186.
70. Altmann LJP, Kempler D, Andersen ES. Speech Errors in Alzheimer's Disease: Reevaluating Morphosyntactic Preservation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2001;44:1069-1082.
71. Kemper S, LaBarge E, Ferraro R, Cheung H, Cheung H, Storandt M. On the Preservation of Syntax in Alzheimer's Disease - Evidence From Written Sentences. *Arch Neurology*. 1993;50:81-86.
72. Afonso O, Álvarez CJ, Martínez C, Cuetos F. Writing difficulties in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Reading and Writing*. 2019;32(1):217-233.
73. Groves-Wright K, Neils-Strunjas J, Burnett R, O'Neill MJ. A comparison of verbal and written language in Alzheimer's disease. *J Commun Disord*. 2004;37(2):109-130.
74. Croisile B, Ska B, Brabant M-J, Duchene A, Lepage Y, Aimard G, Trillet M. Comparative Study of Oral and Written Picture Description in Patients with Alzheimer's Disease. *Brain and Language*. 1996;53:1-19.
75. Engelman M, Agree EM, Meoni LA, Klag MJ. Propositional density and cognitive function in later life: findings from the Precursors Study. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*. 2010;65(6):706-711.
76. Le X, Lancashire I, Hirst G, Jokel R. Longitudinal detection of dementia through lexical and syntactic changes in writing: a case study of three British novelists. *Literary and Linguistic Computing*. 2011;26(4):435-461.
77. Zhou J, Jiang B, Huang X-H, Kong L-L, Li H-L. Characteristics of Agraphia in Chinese Patients with Alzheimer's Disease and Amnesic Mild Cognitive Impairment. *Chin Med J (Engl)*. 2016;129(13):1553-1557.
78. Jokel R, Seixas Lima B, Fernandez A, Murphy Kelly J. Language in Amnesic Mild Cognitive Impairment and Dementia of Alzheimer's Type: Quantitatively or Qualitatively Different? *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra*. 2019;9(1):136-151.
79. Goodglass H, Kaplan E. *The assessment of aphasia*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1972.
80. Aramaki E, Shikata S, Miyabe M, Kinoshita A. Vocabulary Size in Speech May Be an Early Indicator of Cognitive Impairment. *PLoS One*. 2016;11(5):1-13.
81. Smolik F, Stepankova Georgi H, Vyhnálek M, Nikolai T. Propositional Density in Spoken and Written Language of Czech-Speaking Patients With Mild Cognitive Impairment. *Journal of Speech Language and Hearing Research*. 2006;59(6):1461-1470.
82. Benke T, Andree B, Hittmair M, Gerstenbrand F. Sprachveränderungen bei der Demenz. *Fortschr Neurol Psychiat*. 1990;58:215-223.
83. Neils-Strunjas J, Groves-Wright K, Mashima P, Harnish S. Dysgraphia in Alzheimer's Disease: A Review for Clinical and Research Purposes. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2006;49:1313-1330.
84. Feldmann B. OCR von Handschriften. Ein Forschungsüberblick. In: Thaller M, editor. *Codices Electronici Ecclesiae Coloniensis - Eine mittelalterliche Kathedralbibliothek in digitaler Form*. 1. Göttingen 2001. p. 107-143.
85. Jefferson AL, Consentin SA, Ball SK, Bogdanoff B, Leopold N, Kaplan E, Libon DJ. Errors Produced on the MiniMental State Examination and Neuropsychological Test Performance in Alzheimer's Disease, Ischemic Vascular Dementia, and Parkinson's Disease. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*. 2002;14(3):311-320.

86. Kavé G, Levy Y. Morphology in Picture Descriptions Provided by Persons With Alzheimer's Disease. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2003;46(2):341-352.
87. McCarthy PM. An Assessment of the Range and Usefulness of Lexical Diversity Measures and the Potential of the Measure of Textual, Lexical Diversity (MTLD): The University of Memphis; 2005.
88. Schulze J. Lexikalischer Spracherwerb im Vorschulalter - Eine Annäherung an die Komposition des Lexikons von deutschsprachigen Kindern im Alter von drei bis fünf Jahr: Fakultät I - Geistes- und Bildungswissenschaften an der Technischen Universität Berlin; 2017.
89. Schramm S. Wortarten.Info 2021 [Available from: <https://wortarten.info/> zuletzt abgerufen am 27.11.2021.
90. Duden online Wörterbuch: Bibliographisches Institut GmbH; 2021 [Available from: <https://www.duden.de/> zuletzt abgerufen am 27.11.2021.
91. Schmid NS, Ehrensperger MM, Berres M, Beck IR, Monsch AU. The Extension of the German CERAD Neuropsychological Assessment Battery with Tests Assessing Subcortical, Executive and Frontal Functions Improves Accuracy in Dementia Diagnosis. *Dement Geriatr Cogn Disord Extra*. 2014;4:322-334.
92. Thalmann B, Monsch AU, Schneitter M, Bernasconi F, Aebi C, Camachova-Davet Z, Staehelin HB. The CERAD Neuropsychological Assessment Battery (CERAD-NAB) - A minimal data set as a common tool for german-speaking Europe. *Neurobiology of Aging*. 2000;21.
93. CERAD-Plus Online Benutzeranleitung 2018: Memory Clinic Basel; 2018 [Available from: https://www.memoryclinic.ch/fileadmin/user_upload/Memory_Clinic/CERAD-Plus/CERAD-Plus_Online_Benutzeranleitung_2018.pdf zuletzt abgerufen am 15.08.2021.
94. Chandler MJ, Lacritz LH, Hynan LS, Barnard HD, Allen G, Deschner M, Weiner MF, Cullum CM. A total score for the CERAD neuropsychological battery. *Neurology*. 2005;65:102-106.
95. IBM C. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 27.0. Armonk, NY: IBM Corp; 2020.
96. Lenhard W, Lenhard A. Berechnung von Effektstärken Dettelbach: Psychometrica; 2016 [Available from: <https://www.psychometrica.de/effektstaerke.html> zuletzt abgerufen am 13.09.2021. .
97. Eid M, Gollwitzer M, Schmitt M. Statistik und Forschungsmethoden. Weinheim, Basel: Beltz Verlag; 2011.
98. Field A. Discovering statistics using IBM SPSS Statistics. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: Sage; 2013.
99. Bewick V, Cheek L, Ball J. Statistics review 13: receiver operating characteristic curves. *Crit Care*. 2004;8(6):508-512.
100. Kuhlmei E. *Lerne mit uns komplexe Statistik!* Berlin: Springer-Verlag GmbH; 2020.
101. Bender R, Lange S, Ziegler A. Multiples Testen. *Dtsch Med Wochenschr*. 2002;127:T4-T7.
102. Miller GA, Chapman JP. Misunderstanding Analysis of Covariance. *Journal of Abnormal Psychology*. 2001;110(1):40-48.
103. Bühner M, Ziegler M. *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. München: Pearson Education; 2009.

104. Neils J, Roeltgen DP, Greer A. Spelling and Attention in Early Alzheimer's Disease: Evidence for Impairment of the Graphemic Buffer. *Brain and Language*. 1995;49(3):241-262.
105. Lambert J, Eustache F, Viader F, Dary M, Rioux P, Lechevalier B. Agraphia in Alzheimer's Disease: An Independent Lexical Impairment. *Brain and Language*. 1996;53(45):222-233.
106. Balestrino M, Fontana P, Terzuoli S, Volpe S, Inglese ML, Cocito L. Altered Handwriting Suggests Cognitive Impairment and May Be Relevant to Posthumous Evaluation. *J Forensic Sci*. 2012;57(5):1252-1258.
107. Cloutman L, Gingis L, Newhart M, Davis C, Heidler-Gary J, Crinion J, Hillis AE. A Neural Network Critical for Spelling. *Ann Neurol*. 2009;66(2):249-253.
108. Kiese-Himmel C. Das Arbeitsgedächtnis – eine Bestandsaufnahme. *Sprache · Stimme · Gehör*. 2020;44:107-115.
109. Duden online Sprachwissen: Bibliographisches Institut GmbH; 2021 [Available from: <https://www.duden.de/sprachwissen/sprachratgeber/Die-haufigsten-Wortersprachigen-Texten> zuletzt abgerufen am 27.11.2021.
110. Pennebaker JW, Stone LD. Words of wisdom: language use over the life span. *J Pers Soc Psychol*. 2003;85(2):291-301.
111. Baddeley AD, Thomson N, Buchanan M. Word Length and the Structure of Short-Term Memory. *Journal of Verbal Learning and verbal behaviour*. 1975;14:575-589.
112. Delazer M, Zamarian L, Djamshidian A. Handwriting in Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2021;82(2):727-735.
113. Eyigoz E, Mathur S, Santamaria M, Cecchi G, Naylor M. Linguistic markers predict onset of Alzheimer's disease. *EClinicalMedicine*. 2020;28:1-9.
114. Fyndanis V, Manouilidou C, Koufou E, Karampekios S, Tsapakis EM. Agrammatic patterns in Alzheimer's disease: Evidence from tense, agreement, and aspect. *Aphasiology*. 2013;27(2):178-200.
115. Bickel C, Pantel J, Eysenbach K, Schroder J. Syntactic comprehension deficits in Alzheimer's disease. *Brain Lang*. 2000;71(3):432-448.
116. Sajjadi SA, Patterson K, Tomek M, Nestor PJ. Abnormalities of connected speech in semantic dementia vs Alzheimer's disease. *Aphasiology*. 2012;26(6):847-866.
117. Verma M, Howard RJ. Semantic memory and language dysfunction in early Alzheimer's disease: a review. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2012;27(12):1209-1217.
118. Cortese MJ, Balota DA, Sergent-Marshall SD, Buckner RL, Gold BT. Consistency and regularity in past-tense verb generation in healthy ageing, Alzheimer's disease, and semantic dementia. *Cognitive Neuropsychology*. 2006;23(6):856-876.
119. Edwards TM, Holtzman NS. A meta-analysis of correlations between depression and first person singular pronoun use. *Journal of Research in Personality*. 2017;68:63-68.
120. Rude S, Gortner E-M, Pennebaker JW. Language use of depressed and depressionvulnerable college students. *Cognition & Emotion*. 2004;18(8):1121-1133.
121. Marckx S, Verhoeven B, Daelemans W. The Claus Case: Exploring the Use of Propositional Idea Density for Alzheimer Detection. *Computational Linguistics in the Netherlands Journal*. 2018;8:66-82.

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Andrea Lohse, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Validierung linguistischer Bewertungsvariablen der Aufgabe „Satz schreiben“ im Mini-Mental Status Test - geschriebene Sprache als Indikator kognitiver Störungen“ „Validation of linguistic rating variables for the Mini-Mental State Examination sentence writing task - written language as indicator of cognitive impairments“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Ich versichere ferner, dass ich die in Zusammenarbeit mit anderen Personen generierten Daten, Datenauswertungen und Schlussfolgerungen korrekt gekennzeichnet und meinen eigenen Beitrag sowie die Beiträge anderer Personen korrekt kenntlich gemacht habe (siehe Anteilserklärung). Texte und Textteile, die gemeinsam mit anderen erstellt oder verwendet wurden, habe ich korrekt kenntlich gemacht.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Publikationsliste

2022

Billette OV, Ziegler G, Aruci M, Schütze H, Kizilirmak JM, Richter A, Altenstein S, Bartels C, Brosseron F, Cardenas-Blanco A, Dahmen P, Dechent P, Dobisch L, Fliessbach K, Freiesleben SD, Glanz W, Goerss D, Haynes JD, Heneka MT, Kilimann I, Kimmich O, Kleineidam L, Laske C, Lohse A, Rostamzadeh A, Metzger C, Munk MH, Peters O, Preis L, Priller J, Scheffler K, Schneider A, Spottke A, Spruth EJ, Ramirez A, Röske S, Roy N, Teipel S, Wagner M, Wiltfang J, Wolfsgruber S, Yakupov R, Zeidman P, Jessen F, Schott BH, Düzel E, Maas A. Novelty-related fMRI responses of precuneus and medial temporal regions in individuals at risk for Alzheimer's disease. *Neurology*. Accepted (16.03.2022).

Hafiz NJ, Lohse A, Haas R, Reiche S, Sedlaczek L, Brandl EJ, Riemer TG. Trail Making Test error analysis in subjective cognitive decline, mild cognitive impairment and Alzheimer's dementia with and without depression. *Archives of Clinical Neuropsychology*. Submitted (17.03.2022).

Nemali A, Vockert N, Berron D, Maas A, Yakupov R, Peters O, Gref D, Cosma N, Preis L, Priller J, Spruth E, Altenstein S, Lohse A, Fliessbach, K, Kimmich O, Vogt I, Wiltfang J, Hansen N, Bartels C, Schott BH, Maier F, Meiberth D, Glanz W, Incesoy E, Butryn M, Buerger K, Janowitz D, Perneckzy R, Rauchmann B, Burow, L, Teipel S, Kilimann I, Göerß D, Dyrba M, Laske C, Munk M, Sanzenbacher C, Müller S, Spottke A, Roy N, Heneka M, Brosseron F, Roeske S, Dobisch L, Ramirez A, Ewers M, Dechent P, Scheffler K, Kleineidam L, Wolfsgruber S, Wagner M, Jessen F, Düzel E, Ziegler G. Individualized Gaussian Process-based Prediction of Memory Performance and Biomarker Status in Ageing and Alzheimer's disease. *Medical Image Analysis*. Submitted (15.03.2022).

2021

Ballarini T, Röske S, Altenstein S, Bartels C, Bucholz F, Buerger K, Freiesleben SD, Dechent P, Dichgans M, Dobisch L, Ewers M, Fliessbach K, Freiesleben SD, Frommann I, Gabelin T, Glanz W, Görß D, Haynes JD, Incesoy E, Janowitz D, Kilimann I, Kleineidam, L, Kobeleva X, Laske C, Lohse A, Maier F, Munk MH, Perneckzy R, Peters O, Priller J, Rauchmann B-S, Roy

N, Scheffler K, Schneider A, Schott BH, Spottke A, Spruth EJ, Teipel S, Wiltfang J, Wolfsgruber S, Düzel E, Jessen F, Wagner M on behalf of the DELCODE Study Group. Linking early-life bilingualism and cognitive advantage in old age. *Neurobiology of Aging*. Submitted (10.12.2021).

Participating in the focus groups of: Werheid K, Schaub B, Aguirre E, Spector A. Cognitive Stimulation Therapy. *GeroPsych*. 2021;34(3), 117-124.

2020

Coinvestigator in: Wolfsgruber S, Kleineidam L, Guski J, Polcher A, Frommann I, Roeske S, Spruth EJ, Franke C, Priller J, Kilimann I, Teipel S, Buerger K, Janowitz D, Laske C, Buchmann, M, Peters O, Menne F, Fuentes Casan M, Wiltfang J, Bartels C, Düzel E, Metzger C, Glanz W, Thelen M, Spottke A, Ramirez A, Kofler B, Fließbach K, Schneider A, Heneka MT, Brosseron F, Meiberth D, Jessen F, Wagner M on behalf of the Delcode Study Group. Minor neuropsychological deficits in patients with subjective cognitive decline. *Neurology*. 2020;95:e1134-e1143.

Danksagung

Ich möchte mich zunächst ganz herzlich bei meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. med. Felix Bempohl, bei meiner Doktormutter, Frau PD Dr. med. Eva Brandl, und meinem Betreuer, Herrn Dr. med. Dipl.-Psych. Thomas Riemer bedanken. Danke für die wertschätzende, motivierende und auch kritische Unterstützung in allen Abschnitten meiner Dissertation.

Mein Dank gilt ebenso allen Kolleginnen und Kollegen des Gerontopsychiatrischen Zentrums des St. Hedwig-Krankenhauses, die in ganz unterschiedlicher Art und Weise an dieser Studie beteiligt waren.

Zu großem Dank bin ich meinem privaten Umfeld verpflichtet. Meinem Lebensgefährten und meinen Freundinnen und Freunden danke ich insbesondere für das kritische Lesen meiner Dissertation und die daraus resultierenden wertvollen Hinweise für die inhaltliche und sprachliche Gestaltung der Arbeit. Ich möchte meinem Lebensgefährten, meiner Familie und meinem Freundeskreis an dieser Stelle auch von Herzen danken, dass sie mich immer unterstützt, gefördert und motiviert haben, meine Ziele zu verfolgen und zu erreichen!

Mein besonderer Dank gilt zu guter Letzt selbstverständlich allen Probandinnen und Probanden sowie Patientinnen und Patienten des Gerontopsychiatrischen Zentrums, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Ich danke Ihnen allen, dass Sie im Rahmen der neuropsychologischen Diagnostik diese interessanten Sätze geschrieben haben. An dieser Stelle möchte ich einen der Sätze aus dem MMST aus dieser Untersuchung zitieren, der mich während der Jahre der Promotion stets motiviert hat, nicht aufzugeben und weiter fleißig zu sein. Dabei stellt der Satz im ursprünglichen Sinne eine Merkhilfe dar, um sich die Namen der Noten auf den Notenlinien im Violinschlüssel einzuprägen:

„Es geht hurtig durch Fleiß“



CharitéCentrum für Human- und Gesundheitswissenschaften

Charité □ Campus Charité Mitte □ 10117 Berlin

Institut für Biometrie und klinische Epidemiologie (iBiKE)

Direktor: Prof. Dr. Geraldine Rauch

Postanschrift:

Name, Vorname: Lohse, Andrea

Emailadresse: [REDACTED]

Personalnummer: [REDACTED]

PromotionsbetreuerIn: Prof. Dr. Felix BERPohl

Promotionsinstitution/ Klinik: Alexanier Hedwig Kliniken St.

Hedwig-Krankenhaus

Charitéplatz 1 | 10117 Berlin

Besucheranschrift:

Reinhardtstr. 58 | 10117 Berlin

Tel. +49 (0)30 450 562171
geraldine.rauch@charite.de



<https://biometrie.charite.de/>

Bescheinigung

Hiermit bescheinige ich, dass Frau Lohse innerhalb der Service Unit Biometrie des Instituts für Biometrie und klinische Epidemiologie (iBiKE) bei mir eine statistische Beratung zu einem Promotionsvorhaben wahrgenommen hat. Folgende Beratungstermine wurden wahrgenommen:

- Termin 1: 30.03.2021
- Termin 2: 21.05.2021

Folgende wesentliche Ratschläge hinsichtlich einer sinnvollen Auswertung und Interpretation der Daten wurden während der Beratung erteilt:

- *Variablenselektion über testen einzelner Variablen meist nur sinnvoll, wenn sonst keine Informationen vorhanden*
- *Score über Regressionsmodell berechnen*
- *Interpretation des Odds Ratio*
- *Keine ROC erstellbar, da mehr als zwei Ausprägungen des Outcomes möglich*

Diese Bescheinigung garantiert nicht die richtige Umsetzung der in der Beratung gemachten Vorschläge, die korrekte Durchführung der empfohlenen statistischen Verfahren und die richtige Darstellung und Interpretation der Ergebnisse. Die Verantwortung hierfür obliegt allein dem Promovierenden. Das Institut für Biometrie und klinische Epidemiologie übernimmt hierfür keine Haftung.

Datum: 20.10.2021

Name des Beraters/ der Beraterin: Maja Krajewska



Unterschrift BeraterIn, Institutsstempel