

Aus dem Zentrum für Neurologie und Psychiatrie der Universität zu Köln
Abteilung für Medizinische Psychologie
Leiterin: Universitätsprofessorin Dr. rer. nat. E. Kalbe

**Identifikation geschlechtsspezifischer
Unterschiede und Zusammenhänge zu
visuo-kognitiven Faktoren und einzelnen
Testverfahren bei gesunden älteren Erwachsenen**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Pia Sophie Schüler
aus Remscheid

promoviert am 09. August 2023

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln
2023

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink
1. Gutachterin: Universitätsprofessorin Dr. rer. nat. E. Kalbe
2. Gutachter: Universitätsprofessor Dr. med. Dr. phil. K. Vogeley

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:

Universitätsprofessorin Dr. rer. nat. E. Kalbe
(Doktormutter, Institut für Medizinische Psychologie | Neuropsychologie & Gender Studies, Uniklinik Köln)

Hannah Liebermann-Jordanidis
(Betreuerin, Institut für Medizinische Psychologie | Neuropsychologie & Gender Studies, Uniklinik Köln)

Dr. Hildegard Christ
(Statistische Beratung, Institut für Medizinische Statistik und Bioinformatik, Universität zu Köln)

Weitere Personen waren an der Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe eines*r Promotionsberater*in in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Die vorliegende Dissertation ist Teil eines Forschungsprojektes über Visuo-Kognition bei gesunden älteren Erwachsenen und Parkinson Patient*innen und wird geleitet durch das Institut für Medizinische Psychologie | Neuropsychologie & Gender Studies der Uniklinik Köln in wissenschaftlicher Kooperation mit der Abteilung für Allgemeine Psychologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

Ich habe an der Rekrutierung der gesunden Studienteilnehmer*innen im Raum Köln mitgewirkt, die Telefoninterviews für die Auswahl der Kölner Studienteilnehmer*innen durchgeführt, sowie nach entsprechender Anleitung durch meine Betreuerin Hannah Liebermann-Jordanidis die neuropsychologische Testung von 27 gesunden Proband*innen und die damit verbundene Auswertung selbstständig durchgeführt. Der dieser Arbeit zugrundeliegende Datensatz besteht aus den von mir erhobenen Daten, sowie den für dieses Forschungsprojekt erhobenen Daten anderer wissenschaftlicher Mitarbeiter*innen des Instituts für Medizinische Psychologie | Neuropsychologie & Gender Studies der Uniklinik Köln und der Allgemeinen Psychologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

Im Zuge der statistischen Auswertung fand eine einmalige Besprechung des analytischen Vorgehens mit Frau Dr. Hildegard Christ am Institut für Medizinische Statistik und Bioinformatik der Universität zu Köln statt. Diese Besprechung erfolgte im Rahmen des Serviceangebots „Statistische Beratung medizinischer Promotionsvorhaben“. Die statistische Datenauswertung habe ich selbstständig mittels der Software IBM SPSS Statistics durchgeführt. Die Erstellung der vorliegenden Monografie wurde ebenfalls eigenständig von mir vorgenommen.

Des Weiteren standen mir meine Doktormutter Prof. Dr. Elke Kalbe und meine Betreuerin Hannah Liebermann-Jordanidis stets für Rückfragen und Feedback zur Seite.

Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu Köln AM 132/2020) der Universität zu Köln gelesen habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

Köln, den 12. September 2022

Unterschrift: 

Danksagung

Im Folgenden möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mich bei meiner Promotion unterstützt haben.

An erster Stelle gilt mein persönlicher und aufrichtiger Dank meiner Doktormutter Prof. Dr. Elke Kalbe, sowie meiner Betreuerin Hannah Liebermann-Jordanidis. Beide standen mir stets als hilfsbereite und konstruktiv unterstützende Ansprechpartnerinnen zur Seite. Unter Ihrer bestärkenden Leitung hat mir die Forschung große Freude bereitet. Ich weiß, dass das keine Selbstverständlichkeit ist und bin umso dankbarer für diese Erfahrung und schätze diese wertvolle, konstruktive Unterstützung außerordentlich.

Mein Dank gilt ebenfalls allen Mitarbeitenden des Instituts für Medizinische Psychologie | Neuropsychologie & Gender Studies der Uniklinik Köln und der Allgemeinen Psychologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf um Prof. Dr. Martin Heil, die an diesem Forschungsprojekt mitgewirkt haben.

Des Weiteren bedanke ich mich ganz herzlich bei allen Proband*innen, die an dieser Studie teilgenommen haben.

Zu guter Letzt ist eine Promotion ein Projekt, das mehrere Jahre Arbeit erfordert. Ich bedanke mich bei meinen Freund*innen und meiner Familie, die mich immer bestärkt haben und an meiner Seite waren. Ich bin unglaublich dankbar für dieses wertschätzende und unterstützende Umfeld, Danke Euch.

Für Julius,
Luca, Doreen und Madeleine,
meine Schwester Isabel
und meine Eltern.

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	9
1. ZUSAMMENFASSUNG	10
2. EINLEITUNG	11
2.1 Visuo-Kognition	11
2.1.1. Definition Visuo-Kognition	11
2.1.2. Modelle der Visuo-Kognition	11
2.1.3. Neurobiologische Grundlagen	14
2.1.4. Neuropsychologische Erfassung der Visuo-Kognition	14
2.2 Visuo-Kognition und Veränderungen über die Lebensspanne	15
2.2.1. Einflussfaktoren auf die Visuo-Kognition im Altersverlauf	16
2.2.2. Visuo-Kognition in Zusammenhang zu anderen kognitiven Domänen	17
2.3 Visuo-Kognition und Geschlecht	17
2.3.1. Visuo-perzeptive Fähigkeiten und Geschlecht	18
2.3.2. Visuo-spatiale Fähigkeiten und Geschlecht	20
2.3.3. Visuo-konstruktive Fähigkeiten und Geschlecht	22
2.4 Fragestellungen und Ziel der Arbeit	24
3. MATERIAL UND METHODEN	27
3.1 Stichprobe	27
3.2 Studienablauf und Durchführung	28
3.3 Testverfahren	29
3.3.1. Testverfahren für visuo-kognitive Fähigkeiten	30
(1) Visuo-perzeptive Fähigkeiten	31
(2) Visuo-spatiale Fähigkeiten	32
(3) Visuo-konstruktive Fähigkeiten	33
3.3.2. Testverfahren für kognitive Fähigkeiten	34
3.3.3. Testung auf Depression	36
3.4 Statistische Datenauswertung	36
3.4.1. Deskriptive Untersuchung der Daten	36
3.4.2. Hauptkomponentenanalyse zur Identifikation visuo-kognitiver Subdomänen	37

3.4.3. Multivariate Kovarianzanalyse zur Berechnung des Geschlechtsunterschieds der Visuo-Kognition 37

4.	ERGEBNISSE	40
4.1	Deskriptive Ergebnisse	40
4.1.1.	Verteilung der Daten	40
4.1.2.	Beschreibung der Stichprobe	41
4.2	Zusammenhang des Alters und der Bildung zur Visuo-Kognition	42
4.3	Hauptkomponentenanalyse zur Identifizierung von visuo-kognitiver Subdomänen	45
4.4	Geschlecht und Visuo-Kognition	48
4.4.1.	Multivariate Kovarianzanalyse zur Berechnung des Geschlechtsunterschieds der Visuo-Kognition 49	
(1)	Geschlechtsunterschiede der Einzeltests der identifizierten Faktoren	50
(2)	Geschlechtsunterschiede der Faktorvariablen	54
(3)	Geschlechtsunterschiede aller eingesetzten Testverfahren	55
4.4.2.	Zusammenfassung Geschlechtsunterschiede der Visuo-Kognition	57
5.	DISKUSSION	58
5.1	Deskriptive Analyse	59
5.1.1.	Verteilung der Daten	59
5.1.2.	Zusammenhang des Alters zur Visuo-Kognition	60
5.1.3.	Zusammenhang der Bildung zur Visuo-Kognition	62
5.2	Identifiziertes Subdomänen Modell der Visuo-Kognition	63
5.3	Geschlecht und visuo-kognitive Subkomponenten	67
5.3.1.	Faktorebene mit Einzeltests	68
(1)	Komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten und Geschlecht	68
(2)	Visuo-perzeptive Fähigkeiten und Geschlecht	70
(3)	CLOX 1+2 und Geschlecht	72
5.3.2.	Faktorvariablen und Geschlecht	72
5.4	Geschlecht und einzelne visuo-kognitive Testverfahren	74
5.4.1.	Leistungsprüfsystem 50+ Mentale Rotation	75
5.4.2.	Visual Object and Space Perception Battery Subtest 1, 5 – 8	76
5.5	Stärken und Limitationen	76
5.6	Fazit und Ausblick	77

6.	LITERATURVERZEICHNIS	80
7.	ANHANG	90
7.1	Informationsflyer zur Rekrutierung der Studienteilnehmer*innen	91
7.2	Bogen des Telefoninterviews	92
7.3	Bogen der Neuropsychologischen Testung	96
7.4	Abbildungsverzeichnis	134
7.5	Tabellenverzeichnis	134

Abkürzungsverzeichnis

ANCOVA	Analysis of Covariance
BJLO	Benton's Judgment of Line Orientation Test
BVA	Battery for Visuospatial Abilities
CERAD+	Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease Plus
CLOX	Clock Drawing Test
DFA	Discriminant Function Analysis / Diskriminanzanalyse
EFT	Embedded Figure Test
FA	Faktorenanalyse
FWIT	Farb Wort Interferenz Test
GDS	Geriatric Depression Scale
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin Kriterium
LPS 50+	Leistungsprüfsystem für 50- bis 90-Jährige
MANCOVA	Multivariate Analysis of Covariance
MCI	Mild Cognitive Impairment
MMSE	Mini Mental State Examination
MPFT	Mental Paper Folding Test
MR	Mentale Rotation
MRT	Mentaler Rotations Test
PCA	Principal Component Analysis / Hauptkomponentenanalyse
PMA	Primary Mental Abilities
RFT	Rod and Frame Test
ROCF	Rey Osterrieth Complex Figure
TMT	Trail Making Test
VC	Visuo-Kognition
VFDT	Benton's Visual Form Discrimination Test
VOSP	Visual Object and Space Perception Battery
VOT	Hooper Visual Organization Test
VVT	Vienna Visuo-Construction Test
WLT	Water Level Test
WMS-R	Wechsler Memory Scale - Revised

1. Zusammenfassung

Einleitung: Visuo-Kognition (VC) umfasst eine Vielzahl kognitiver Fähigkeiten, die sich bei neurodegenerativen Erkrankungen schon früh verändern können. Bis heute existiert kein einheitliches Modell der VC, was studienübergreifend Anwendung findet. Die Verwendung uneinheitlicher Begriffe und die unterschiedliche Zuteilung neuropsychologischer Testverfahren zu Subdomänen erschwert es, zu differenzieren, welche Veränderungen im Alter normal sind und welche auf ein pathologisches Geschehen hindeuten. Unklar ist zusätzlich, wie das Geschlecht die Visuo-Kognition beeinflusst. Diese Studie hat das Ziel, visuo-kognitive Subdomänen zu identifizieren und darzustellen, wie sich das Geschlecht auf die Subdomänen und einzelnen Testverfahren bei gesunden älteren Erwachsenen auswirkt.

Methodik: Für die Beantwortung der Fragestellung wurden 100 (50 weiblich, 50 männlich) gesunde ältere Erwachsene (Alter 51 – 84 Jahre) neuropsychologisch untersucht. Dabei fanden verschiedene visuo-kognitive Testverfahren (VOSP, LPS 50+, BJLO, ROCF, CERAD+, CLOX) und global-kognitive Testverfahren Anwendung. Zur Identifizierung der Subdomänen wurden die Daten mittels Hauptkomponentenanalyse klassifiziert und mittels multivariater Kovarianzanalyse unter Kontrolle des Alters auf den Geschlechtszusammenhang analysiert. Die Berechnungen wurden durch Kovarianzanalysen und Diskriminanzanalysen komplettiert.

Ergebnisse: Die Analysen ergeben ein Modell aus drei visuo-kognitiven Faktoren: *komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten*, *visuo-perzeptive Fähigkeiten* und *CLOX1+2*. Dem ersten Faktor werden die Testverfahren BJLO, CERAD+ und ROCF zugeordnet, dem zweiten die Subtests 2-4 der VOSP, auf den dritten entfallen beide CLOX Tests.

Ein Geschlechtsunterschied zeigt sich übergeordnet für alle Faktoren, sowie für die *komplexen visuo-kognitiven Fähigkeiten*. Dieser Effekt beruht hauptsächlich im moderaten Geschlechtsunterschied des BJLO, bei dem Männer signifikant bessere Ergebnisse erzielen. Alle anderen eingesetzten Testverfahren zeigen keinen signifikanten Leistungsunterschied zwischen Männern und Frauen.

Conclusion: Die Studie kann zeigen, dass die VC eine heterogene kognitive Fähigkeit ist und sich in mehrere Subdomänen gliedern lässt. Das errechnete VC-Modell deckt sich mit Studien von Trojano et. al und de Renzi. Bei der Stichprobe gesunder älterer Erwachsener schneiden Männer im BJLO signifikant besser ab als Frauen, ansonsten lässt sich kein geschlechtsspezifischer Leistungsunterschied nachweisen.

2. Einleitung

2.1 Visuo-Kognition

Das folgende Kapitel soll einen theoretischen Überblick verschaffen über die visuo-kognitiven Fähigkeiten, die verschiedenen Modellen zur Einteilung der Visuo-Kognition, die neurobiologischen Grundlagen derselben, sowie die Erfassung mittels neuropsychologischer Testverfahren beleuchten.

2.1.1. Definition Visuo-Kognition

Visuo-Kognition (VC, engl. visuo-cognition) ist eine non-verbale kognitive Fähigkeit, die verschiedene Komponenten umfasst.¹⁻³ Es existiert keine einheitlich verwendete Definition. Trojano et. al definiert VC als Konglomerat von „höheren non-verbale kognitiven Fähigkeiten, die zur Verarbeitung visueller perzeptueller Stimuli und mentaler Bilder genutzt werden und Individuen eine Interaktion mit der Umwelt ermöglichen“.⁴ Diese umfassen die Fähigkeit, Objekte im Raum visuell wahrzunehmen und zu lokalisieren, sowie zwei- und dreidimensionale Beziehungen zwischen den Objekten und der Umgebung zu erfassen.³ Darüber hinaus kann VC auch als eine Fähigkeit aufgefasst werden, die es ermöglicht, visuell-räumliche Bilder im Kopf zu generieren, zu behalten, zurückzuholen und zu transformieren.⁵ Visuo-kognitive Fähigkeiten spielen eine wichtige Rolle im Alltag, um ein unabhängiges Leben führen zu können.^{3,6,7} Beispielsweise wird die VC benötigt, um die Entfernung zwischen sich selbst und Gegenständen wie Möbeln einzuschätzen, sich zu orientieren und den Weg zu finden, einen Koffer zu packen und einen Gegenstand aus der Luft zu fangen oder eine Abbildung zu erkennen und einen Stadtplan zu lesen.^{6,7}

2.1.2. Modelle der Visuo-Kognition

Durch viel Forschung wird die VC als eine kognitive Fähigkeit angesehen, die unterschiedliche kognitive Prozesse erfordert und sich in verschiedene Subdomänen gliedert.^{1,8,9} Allerdings besteht kein Konsens in der Literatur darüber, wie die VC am besten einzuteilen ist.¹ Grund hierfür sind die vielfältigen Modelle, eingesetzten Testverfahren und Begrifflichkeiten, die uneinheitlich verwendet werden.² Häufig werden die gleichen Begriffe für unterschiedliche Fähigkeiten benutzt, sodass Widersprüche zu Bewertung und Vergleich der verschiedenen Subdomänen der VC bestehen.^{10,11} Es gibt verschiedene Möglichkeiten eine Einteilung der VC in Subdomänen vorzunehmen.² Sei es auf dem Boden klinischer Symptome bei fokalen zerebralen Schädigungen, nach statistisch ermittelten Faktoren aus verschiedenen neuropsychologischen Testverfahren oder nach theoretisch abgeleiteten und literaturbasierten Strategien und Prozessen.^{1,2} Einige dieser Modelle werden im Folgenden vorgestellt.

Huttenlocher und Presson arbeiteten durch eine Faktorenanalyse (FA) 1973 ein Modell aus zwei Komponenten heraus: *spatial orientation* und *spatial visualization*.¹² *Spatial orientation*

beschreibt die Fähigkeit, sich das Aussehen eines Objektes aus einem anderen Blickwinkel als des eigenen vorzustellen. Diese Subdomäne kann anhand einer Navigationsaufgabe evaluiert werden.¹³ *Spatial visualization* hingegen beschreibt in diesem Modell die Fähigkeit, sich die Bewegung von Objekten (z.B. Rotation) vorzustellen, ausgehend von der eigenen Position. Zu testen beispielsweise über den Shepard und Metzler Mentalen Rotations Test (MRT)¹⁴, bei dem rotierte Würfelfiguren verglichen werden.¹³ Unbeachtet in diesem Modell bleiben allerdings die visuo-kognitive Wahrnehmung und das Abschätzen der räumlichen Beziehung zwischen zwei Objekten.

De Renzi entwickelte 1982 von einem klinischen Ansatz aus ein Zwei-Komponenten-Modell bestehend aus *spatial perception* und *spatial thinking*.¹³ *Spatial perception* umfasst die reine Wahrnehmung eines visuellen Stimulus, beispielsweise die Identifizierung eines Objektes aus einer zweidimensionalen Silhouette. Diese Fähigkeit ist über simple Testverfahren messbar, die nur minimal oder gar keine anderen kognitive Domänen zusätzlich beanspruchen.^{10,13} Die Subdomäne *spatial thinking* hingegen beinhaltet das Verarbeiten und die Integration räumlicher Informationen, wie beispielweise die mentale Vorstellung eines Bildes aus einer anderen Perspektive oder das Ableiten von Gesetzmäßigkeiten aus einer Anordnung visueller Stimuli. Sie ist somit deutlich komplexer als die erste Subdomäne.¹³

Eins der populärsten Modelle zur Kategorisierung der VC stammt von Linn und Petersen. In ihrer Meta-Analyse postulieren die Autorinnen ein Drei-Komponenten-Modell, was sich an den Prozessen orientiert, die nötig sind, um eine Aufgabe zu meistern und nicht an psychometrisch erhobenen Testkorrelationen: *spatial perception*, *mental rotation* und *spatial visualization*.¹ Es ähnelt dem Zwei-Komponenten-Modell von De Renzi, separiert die Domäne *spatial thinking* allerdings in *mental rotation* als die Fähigkeit, Objekte imaginär vor dem inneren Auge zu rotieren und *spatial visualization* als die Fähigkeit, komplexe visuell-räumliche Informationen zu verarbeiten und dafür gegebenenfalls auf die anderen beiden Subdomänen zurückzugreifen.¹ Aufgaben, die der *spatial visualization* zugerechnet werden, erfordern zum Lösen der komplexen Anforderung analytische Strategien.¹⁵⁻¹⁷ Testverfahren für diese drei Komponenten sind beispielsweise der Water Level Test (WLT)¹⁸ für die *spatial perception*, der Shepard und Metzler MRT für die *mental rotation* und der Mental Paper Folding Test (MPFT)¹⁶ für die *spatial visualization*.¹

Dieses Modell wurde von Trojano et al. mittels einer FA überprüft.¹⁰ Dabei kann der Autor das Modell nach Linn und Petersen allerdings nicht beibehalten. Die FA ergibt eine Aufteilung in einfache visuell-wahrnehmende Fähigkeiten und komplexe visuell-räumliche Fähigkeiten. Letztere benennt Trojano et al. mit dem Begriff *representational abilities*. Die Ergebnisse untermauern somit das von De Renzi postulierte Zwei-Komponenten-Modell bestehend aus einfachen *visuo-perzeptiven Fähigkeiten* und *komplexen visuo-spatialen Fähigkeiten*.¹⁰

Außen vor gelassen wurden bei der durchgeführten FA allerdings *visuo-konstruktive* Aufgaben. Visuo-Konstruktion beschreibt die Anordnung von Einzelteilen in räumlicher Beziehung zueinander zu einem sinnvollen Ganzen, beispielsweise beim Arrangieren von Objekten oder Zeichnen.¹⁹ Die Autor*innen konnten zwar eine Korrelation *visuo-konstruktiver* Aufgaben mit dem Faktor *representational abilities* zeigen, allerdings werden diese nicht in die FA miteinbezogen.¹⁰ Gleichzeitig stellt sich eine Abgrenzung der *visuo-konstruktiven* Aufgaben von den *visuo-perzeptiven* Aufgaben dar, die sich auch in anderen Studien zeigt.^{10,20}

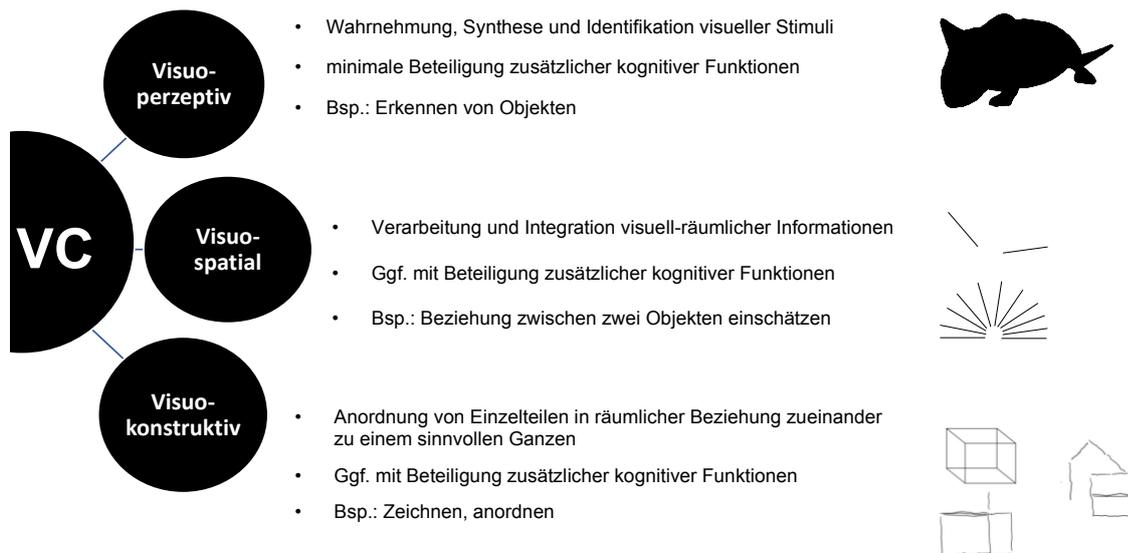


Abbildung 1: Drei-Komponenten-Modell nach Benton und Tranel

Ein Modell, was sowohl die von De Renzi und Trojano et al. identifizierten Domänen als auch die *visuo-konstruktiven Fähigkeiten* einschließt, ist das Drei-Komponenten-Modell nach Benton und Tranel.¹⁹ Es gliedert sich in die folgenden visuo-kognitiven Subdomänen auf: *visuo-perzeptive Fähigkeiten*, *visuo-spatiale Fähigkeiten* und *visuo-konstruktive Fähigkeiten* (siehe Abbildung 1).¹⁹ *Visuo-perzeptive Fähigkeiten* beinhalten die Wahrnehmung, Synthese und Identifikation visueller Stimuli. Diese werden durch einfache Aufgaben getestet, wie z.B. die Objekterkennung aus einer zweidimensionalen Silhouette. Andere kognitive Prozesse sind gar nicht oder nur minimal involviert. *Visuo-spatiale Fähigkeiten* erfordern die Verarbeitung und Integration visuell-räumlicher Informationen, um beispielsweise die Beziehung zwischen zwei Objekten zu analysieren. Ein typisches Testverfahren für diese Subdomäne laut Benton ist der Benton's Judgment of Line Orientation Test (BJLO).²¹ *Visuo-spatiale Fähigkeiten* können zusätzliche kognitive Funktionen beanspruchen. Die *Visuo-Konstruktion* umfasst die Anordnung von Einzelteilen in räumlicher Beziehung zueinander zu einem sinnvollen Ganzen. Für die Evaluation dieser Fähigkeit wird zwischen graphomotorischen Tests unterschieden, bei denen z.B. Abbildungen (ab)gezeichnet werden sollen (Copy-Aufgaben) und Testverfahren, bei denen Gegenstände, wie beispielsweise Klötze, auf bestimmte Art und

Weise angeordnet werden sollen.¹⁹ Meist werden zur Einschätzung der *Visuo-Konstruktion* zeichnerische Aufgaben verwendet, entweder als Copy Anforderung (=abzeichnen) oder als Command (=ohne Vorlage zeichnen) Anforderung.²² Auch die *visuo-konstruktiven Fähigkeiten* können je nach Schwierigkeitsgrad der Anforderung zusätzliche kognitive Funktionen benötigen.¹⁹

Aufgrund der Übereinstimmung eines klinischen Ansatzes bei De Renzi mit einem statistisch hergeleiteten Ansatz durch Trojano et al. und der inhaltlich schlüssigen Modellergänzung um die *visuo-konstruktiven Fähigkeiten* wird in der vorliegenden Arbeit das Drei-Komponenten-Modell nach Benton und Tranel (*visuo-perzeptiv*, *visuo-spatial*, *visuo-konstruktiv*, siehe Abbildung 1) als Rahmeneinteilung für die weiteren Ausführungen genutzt.

2.1.3. Neurobiologische Grundlagen

Es existiert viel Forschung zu neurobiologischen Korrelaten der VC und der visuo-kognitiven Subdomänen. Aus klinischer Sicht postulierten viele Wissenschaftler*innen im 20. Jahrhundert Zuweisungen visuo-kognitiver Subdomänen zu bestimmten Hirnregionen, nachdem bei Patient*innen mit fokaler Hirnschädigung explizite visuo-kognitive Defizite festgestellt werden konnten^{23,24} (Übersichtsarbeiten dazu siehe De Renzi¹³ und Benton²⁵). Infolgedessen besteht Konsens in der Literatur darüber, dass die rechte Hemisphäre eine große Rolle für visuo-kognitive Prozesse spielt.⁵ Über die genauen fokalen Zuordnungen herrscht allerdings noch Uneinigkeit. Ein Grund dafür ist, dass höhere kognitive Funktionen auf komplex-funktionalen neuronalen Systemkreisen beruhen und sich somit keine klaren Gebietszuweisungen aufstellen lassen, wie sich durch Hinzunahme funktionaler Bildgebung zeigt.²⁶⁻²⁸ Im weitesten Sinne lassen sich Aktivitätsmuster für die *visuo-perzeptiven* Fähigkeiten im Temporal- und Parietallappen, wie beispielsweise in parahippocampalen Arealen zeigen²⁹⁻³¹, *visuo-spatiale* Aufgaben lösen ebenfalls vor allem im Parietal- und Temporallappen Aktivitätsmuster aus^{5,32,33} und *visuo-konstruktive* Fähigkeiten stellen sich im Parietallappen mit Beteiligung des prämotorischen Kortex dar.^{34,35}

2.1.4. Neuropsychologische Erfassung der Visuo-Kognition

Eine Einschätzung über die visuo-kognitiven Fähigkeiten kann durch neuropsychologische Testverfahren gewonnen werden.²⁵ Diese erlauben Schlussfolgerungen über die aktuelle Funktionalität und können Hinweise auf zerebralen Dysfunktionen geben.²⁵ Eine klare Einteilung der Testverfahren zu den zugehörigen oben beschriebenen visuo-kognitiven Subdomänen existiert nicht.² Es gibt eine Vielzahl von Testverfahren, die im klinischen Alltag eingesetzt werden und sowohl in der Schwierigkeit, als auch in der Interaktion zu anderen kognitiven Domänen stark variieren. Viele der eingesetzten Testverfahren sind multifaktoriell bedingt und erschweren so einen Rückschluss auf eine einzelne kognitive Subdomäne³⁶, nur wenige testen rein eine zugrunde liegende Domäne.²⁸ Nichtsdestotrotz wird in der Klinik häufig

nur ein Einzeltest zu Einschätzung der VC verwendet.¹⁰ Auch Subtests einer Testbatterie sollten zur Erhebung der VC nur mit Vorsicht eingesetzt werden, da ein Einzeltest häufig nicht mit dem Gesamtergebnis der Testbatterie korreliert.¹⁰ So sind beispielsweise die Subtests der Testbatterie Visual and Object Space Perception Battery (VOSP)³⁷ „Zahlen lokalisieren“ und „Würfelzahl analysieren“ sensitiv genug, frühe Beeinträchtigungen, die auf einen Verlauf zu einer milden kognitiven Beeinträchtigung (MCI, engl. mild cognitive impairment) hindeuten zu erfassen, andere Subtest wie „Punkte zählen“ und „Positionen unterscheiden“ jedoch nicht.³⁸ Dies ist vor allem von großer Bedeutung, da visuo-kognitive Fähigkeiten bei vielen neurodegenerativen Erkrankungen schon früh im Vergleich zu anderen kognitiven Domänen Veränderungen zeigen und diese früh erfasst werden können.^{6,39-42} Ein fundiertes Wissen darüber, welche Veränderungen im Alter normal sind und welche bereits auf ein pathologisches Geschehen hindeuten, ist darum essentiell.⁴³ Allerdings werde die meisten Studien zur VC mit jungen Proband*innen durchgeführt, ältere gesunde Erwachsene verschiedener Populationen erscheinen in der Forschung weiterhin unterrepräsentiert.² Mit den Erkenntnissen um die Heterogenität der VC und der Mehrdimensionalität der Testverfahren, empfiehlt es sich für eine valide Einschätzung der VC zwingend, nicht nur ein einzelnes Testverfahren, sondern eine Testbatterie oder mehrere elaborierte Testverfahren zusammen einzusetzen.^{10,28,36}

2.2 Visuo-Kognition und Veränderungen über die Lebensspanne

Ein gesundes Altern, definiert nach Schlee et al., „ist der Prozess des Älterwerdens in Abwesenheit eines klinischen messbaren pathologischen Prozesses“.⁴⁴ Das Ansteigen der Lebenserwartung der Bevölkerung rückt ein gesundes Altern sowohl in der Forschung, in der Medizin, als auch in der Gesellschaft immer weiter in den Fokus. Mit zunehmendem Alter zeigt sich vor allem ein Rückgang der fluiden Intelligenz (Bsp. Lösen von Problemen, Schlussfolgerungen ableiten), während die kristalline Intelligenz (Bsp. Faktenwissen und Erfahrungswissen) unbeeinflusst bleiben kann.⁴⁵⁻⁴⁷ Das zeigt sich auch in der VC. Unabhängig vom eingesetzten Testverfahren, dem Testsetting (Einzel- oder Gruppentestung), der Auswertungsart (nach Zeit oder Genauigkeit) oder der visuo-kognitiven Subdomäne lassen sich altersabhängige Veränderungen bei der VC darstellen.⁴⁸ Im Vergleich zu anderen kognitiven Domänen spielt das Alter gerade bei der VC mit früh einsetzenden Veränderungen eine große Rolle.⁴⁸ Ab dem jungen Erwachsenenalter sind abnehmende, häufig lineare Veränderungen der VC feststellbar.^{44,49} Bei Männern sind diese Veränderungen teilweise stärker ausgeprägt als bei Frauen.⁵⁰⁻⁵²

Das Ausmaß und der zeitliche Verlauf der altersspezifischen Veränderungen hängen von der jeweiligen Subdomäne, der Einbindung anderer kognitiven Domänen und weiterer Einflussfaktoren ab.^{43,51,53} *Visuo-perzeptive Fähigkeiten* sinken weniger als die anderen beiden Subkomponenten (*visuo-spatial* und *visuo-konstruktive Fähigkeiten*), die eine deutlich

komplexere kognitive Verarbeitung erfordern.^{6,54} Für viele der eingesetzten visuo-kognitiven Testverfahren existieren deswegen altersnormierte Werte.

2.2.1. Einflussfaktoren auf die Visuo-Kognition im Altersverlauf

Altersabhängige Veränderungen der VC zeigen allerdings auch erhebliche inter- und intraindividuelle Unterschiede.⁵⁵ Diese werden durch verschiedene Einflussfaktoren begünstigt, die im Folgenden dargestellt sind.

Die Aufgabenart und -stellung spielen eine nicht zu vernachlässigende Rolle. So sind abstrakte visuo-kognitive Aufgaben mit einer höheren Abnahme der VC im Alter verbunden, alltagsnahe mit einer niedrigeren.⁵⁶ Ähnliche Ergebnisse zeigen sich, wenn die Proband*innen die Aufgaben in einer gewohnten Umgebung, wie beispielsweise im eigenen Zuhause durchführen können, so kann der Alterseffekt teilweise nahezu ausgeglichen werden.⁵⁷ Ein Bewertungsmaßstab nach der Zeit und nicht nach Genauigkeit fördert größere Alterseffekte zu Tage.⁴⁸

Bildung ist ein weiterer wichtiger Einflussfaktor auf die VC. Für verschiedene visuo-kognitive Testverfahren, jedoch nicht alle, kann ein protektiver Einfluss der Bildung auf altersbedingte Veränderungen angenommen werden^{48,54,58}, wie beispielsweise bei mentalen Rotationsaufgaben⁵⁸ und dem BJLO^{59,60}, die im Drei-Komponenten-Modell zu den visuo-spatialen Fähigkeiten gezählt werden, sowie bei der Rey Osterrieth Complex Figure (ROCF)⁶¹ und der Testbatterie Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD+)⁶², die beide als Zeichen-Aufgaben zur Subdomäne *Visuo-Konstruktion* zählen.^{49,63,64} Aufgrund dessen sind teilweise bildungsnormierte Bewertungsmaßstäbe vorhanden und Techentin et al. empfehlen, Bildung als Einflussgröße bei jeder visuo-kognitiver Testung mitzuerheben.⁴⁸

Auch gesundheitsrelevante Verhaltensweisen beeinflussen die VC. So übt eine hohe soziale Aktivität im Alter einen positiven Effekt auf die VC aus, der sich auch im Hirnvolumen darstellen lässt.⁶⁵ Des Weiteren wirkt sich körperliche Aktivität unabhängig von der spezifischen Sportart im Positiven auf die VC bei älteren Erwachsenen aus.^{58,66} Davon scheinen vor allem Frauen zu profitieren.⁶⁶ Gesundheitsschädigende Verhaltensweisen wie Rauchen oder Alkoholkonsum zeigen einen negativen Einfluss auf die VC, aber im geringeren Maße als andere Einflussfaktoren, wie beispielweise das Geschlecht.⁵⁰ Keinen Einfluss auf die VC haben der sozioökonomische Status⁶⁷ oder die sexuelle Orientierung.⁵⁰

Das Geschlecht wird häufig als der größte Einflussfaktor auf die VC diskutiert mit höheren Leistungen der Männer im Vergleich zu Frauen.^{1,2} Im Altersverlauf zeigen Männer signifikant stärkere Abnahmen in bestimmten visuo-kognitiven Tests, was mittels einer großen Studie mit 200.000 Proband*innen am Beispiel des BJLO und mentalen Rotationsaufgaben gezeigt werden konnte.⁵⁰ Der Geschlechtsunterschied wird in diesen beiden Aufgaben trotz des unterschiedlichen Altersverlaufs nicht aufgehoben.⁵⁰ Das bedeutet, Männer zeigen einen steileren Rückgang der visuo-kognitiven Fähigkeiten in diesen beiden Testverfahren,

allerdings schneiden sie trotzdem kontinuierlich besser ab als Frauen.⁵⁰ Auch Sexualhormone wie Östrogen und Testosteron scheinen die Neuroplastizität im Alter zu beeinflussen, wie genau ist allerdings noch unklar.⁶⁸⁻⁷¹

Weitere Erläuterungen zum Einfluss des Geschlechts auf die VC sind unter Punkt 2.3 Visuo-kognition und Geschlecht detailliert dargestellt.

2.2.2. Visuo-Kognition in Zusammenhang zu anderen kognitiven Domänen

Auch wenn VC eine eigenständige kognitive Fähigkeit darstellt, werden bei visuo-kognitiven Anforderungen verschiedene zusätzliche Kognitionsdomänen mit beansprucht. Gerade das Arbeitsgedächtnis, die Exekutivfunktionen und die Verarbeitungsgeschwindigkeit sind bei höheren anspruchsvolleren visuo-kognitiven Prozessen wie *visuo-spatialen Fähigkeiten* häufig beteiligt⁷, wohin gegen simplere Anforderungen, wie einfache *visuo-perzeptive Fähigkeiten* weniger mit zusätzlichen kognitiven Domänen korrelieren.¹⁹ Für diese involvierten kognitiven Bereiche lassen sich altersabhängige Rückgänge verzeichnen (Verarbeitungsgeschwindigkeit^{45,72,73}, Arbeitsgedächtnis^{45,73}, Exekutivfunktionen⁷³⁻⁷⁶). Welche anderen kognitiven Domänen zusätzlich benötigt werden, hängt von dem eingesetzten Testverfahren ab. So unterscheiden sich die graphomotorischen *visuo-konstruktiven* Aufgabentypen Copy und Draw-to-Command bereits voneinander in der Korrelation zu anderen kognitiven Domänen, da beispielsweise die anspruchsvollere Draw-to-Command Aufgabenstellung zusätzlich zu den bereits genannten Domänen auch Sprachverständnis und Gedächtnis erfordert.⁷⁷

Inwieweit die Veränderungen der VC im Alter durch diese zusätzlichen kognitiven Domänen ausgelöst werden, ist noch unklar. Allerdings zeigt die VC eine im Verhältnis zu anderen kognitiven Domänen deutliche altersabhängige Abnahme.⁴⁸

2.3 Visuo-Kognition und Geschlecht

Schon früh waren Geschlechtsunterscheide für die wissenschaftliche Neuropsychologie von Interesse.⁷⁸ Auch bei der VC wird viel über den Einfluss des Geschlechts geforscht. Zwei große Meta-Analysen versuchen Konsens über diesen Einfluss herzustellen.^{1,2} Beide Analysen ergeben Geschlechtsunterschiede in visuo-kognitiven Teilbereichen, allerdings nicht in allen. Sofern Unterschiede in der VC zwischen den Geschlechtern festzustellen sind, erzielen Männer meist bessere Ergebnisse.^{1,2} Unklar bleibt allerdings, in welchen Subdomänen ein Geschlechtsunterschied besteht und wie stark dieser ausgeprägt ist.

Hier kommt das Problem der uneinheitlichen Verwendung der Begrifflichkeiten, Testverfahren und Modelle erneut zum Ausdruck. Linn und Petersen nehmen in ihrer Meta-Analyse eine Dreiteilung vor (siehe 2.1.2 Modelle der Visuo-Kognition) und erheben mit diesem Modell einen moderaten Geschlechtsunterschied zugunsten der Männer in der Subkomponente *spatial*

perception, einen großen für *mental rotation*, und keinen für die Subdomäne *spatial visualization*.¹ Das bedeutet in Aufgaben, in denen beispielsweise ein Gegenstand vor dem inneren Auge rotiert werden muss (*mental rotation*), schneiden Männer besser ab, wohingegen sich bei Aufgaben, bei denen eine logische Schlussfolgerung zum Lösen der visuo-kognitiven Anforderung benötigt wird (*spatial visualization*), kein Unterschied zwischen Männer und Frauen zeigt.¹ Das verwendete Modell kann – wie bereits dargestellt - allerdings nicht durch eine FA bestätigt werden¹⁰ und weist eine hohe Heterogenität der einzelnen Testverfahren in den einzelnen Subdomänen auf.² Auch Voyer et al. konnte diese Ergebnisse zehn Jahre später bestätigen, verwendet allerdings das gleiche Modell der VC, mit der gleichen Zuteilung der Testverfahren. Auf einzelner Testebene variieren die Effektstärken der Geschlechtsunterschiede stark.² Des Weiteren werden die eingeschlossenen Studien der Meta-Analysen, wie die meisten auf diesem Forschungsfeld, vor allem mit jungen Proband*innen im Jugendalter oder jungen Erwachsenenalter durchgeführt.² In dieser Altersgruppe ist der Geschlechtsunterschied, sofern ein Unterschied feststellbar ist, am größten, da Männer im Altersverlauf teilweise einen steileren Rückgang der visuo-kognitiven Fähigkeiten zeigen.⁵⁰⁻⁵²

In der Vergangenheit sind verschiedene Ursachen für den Zusammenhang zwischen Geschlecht und VC diskutiert worden. Bis jetzt ist allerdings noch keine eindeutige Erklärung identifiziert worden.² Die Erklärungsversuche reichen von einer Beeinflussung der VC durch Sexualhormone⁷⁹⁻⁸¹ zu genetischen Erklärungsansätzen^{82,83}, häufigem Training und Bildung⁸⁴⁻⁸⁶, zerebralen neuroanatomischen Unterschieden^{5,33}, sowie unterschiedlich angewandten kognitiven Lösungsstrategien³² und gesellschaftlichen stereotypen Verhaltensweisen hin.^{87,88} Das Fehlen eines allgemeingültigen Modells, sowie die Unterrepräsentierung älterer Proband*innen in den Studien erschweren es, ein umfassendes Bild des Zusammenhangs von Geschlecht zu VC und den möglichen Ursachen zu erlangen.

2.3.1. Visuo-perzeptive Fähigkeiten und Geschlecht

Allgemein betrachtet zeigen *visuo-perzeptive* Testverfahren entweder keinen oder nur einen geringen Unterschied zwischen den Geschlechtern.^{1,2,86} In ihrer Meta-Analyse erheben Linn und Petersen, als auch Voyer et. al. einen Geschlechtsunterschied der *spatial perception* unter Einschluss des Rod and Frame Tests (RFT)⁸⁹ und des WLT.^{1,2} Allerdings werden andere Testverfahren, wie der Embedded Figure Test (EFT)⁹⁰, die eigentlich der *Visuo-Perzeption* zugerechnet werden können, den *visuo-spatialen Fähigkeiten* (bzw. im Original der *spatial visualization*) zugeordnet. Dieser Test zeigt keinen Geschlechtsunterschied, ebenso wenig wie der Benton Visual Form Discrimination Test (VFDT)⁹¹ oder der Hooper Visual Organization Test (VOT)^{36,90,92} und fehlt deswegen womöglich in der Bewertung der Meta-Analyse von Voyer et al. und Linn und Petersen. Außerdem zeigen sich Unterschiede beim EFT, je nach Testsetting.² In Gruppenuntersuchungen sind Männer möglicherweise häufiger abgelenkt und

erzielen niedrigere Ergebnisse, während sich hingegen Frauen in Einzelerhebungen möglicherweise einem größeren Druck ausgesetzt sehen und in diesem Testsetting geringere Ergebnisse erreichen.² Auch die ersten vier Untertests der VOSP werden der *Visuo-Perzeption* zugeteilt und stellen sich in der Literatur bis heute uneinheitlich dar, was den Zusammenhang zum Geschlecht angeht. Eine detaillierte Darstellung des Geschlechtseinflusses der einzelnen Testverfahren, die im Zuge dieser Studie verwendet werden, ist im Folgenden jeweils unter der zugehörigen visuo-kognitiven Subkategorie zu finden.

Visual Object and Space Perception Battery, Subtest 1 – 4

Die VOSP gliedert sich in acht unabhängige Einzeltests auf. Die ersten vier Tests umfassen die folgenden Testverfahren: „Unvollständige Buchstaben“, „Silhouetten“, „Objekterkennung“ und „Zunehmende Silhouetten“. Alle vier werden der Objekterkennung zugeordnet und gehören somit zu den *visuo-perzeptiven Fähigkeiten*, bei denen es um die reine Wahrnehmung von visuellen Stimuli geht.³⁷ Die anderen vier Einzeltests werden der *visuo-spatialen* Kognition zugerechnet und im nächsten Kapitel besprochen. Seit der Einführung des Testverfahrens 1991 besteht Uneinigkeit über die Einflussgröße Geschlecht auf die VOSP. Herrera-Guzmán et al. stellte für die Untertests 2 - 4 („Silhouetten“, „Objekterkennung“, „Zunehmende Silhouetten“) einen Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern fest, für den ersten Test „Unvollständige Buchstaben“ allerdings nicht.⁹³ Dieser Test zeigt aber in allen Untersuchungen einen deutlichen Deckeneffekt mit wenig Differenzen zwischen verschiedenen Gruppen.^{60,93,94} Meist findet sich bei Vorhandensein von Geschlechtsunterschieden ein besseres Abschneiden der männlichen Proband*innen. Das ist hier auch zu sehen, bis auf den Subtest 2 „Silhouetten“, bei dem als Ausnahme Frauen die besseren Ergebnisse erzielen.⁹³ Die Studie von Herrera-Guzmán et al. ist bezüglich des Geschlechtseinflusses vor allem beachtenswert, weil die männliche Gruppe keinen Alters- oder Bildungsunterschied zur weiblichen Gruppe aufweist und nur ältere Proband*innen eingeschlossen sind zwischen 50 und 80 Jahren.⁹³ Andere Studien widersprechen der Darstellung von Herrera-Guzmán et al. und können keine Geschlechtsunterschiede für Test alle Subtests der VOSP finden.^{60,94,95} Ein Matching zwischen den beiden Geschlechter-Gruppen ist hier allerdings nicht zu verzeichnen, sodass beispielsweise bei Bonello et al. die Frauen durchschnittlich älter sind und eine niedrigere Bildung aufweisen.⁹⁴ Bildung spielt bei der VOSP nur eine marginale Rolle im Subtest 2 und 3, ein Rückgang der Fähigkeiten im Alter ist allerdings studienübergreifend für die Subtests 2 und 4 ab einem Alter von 50 Jahren zu beschreiben.^{37,93,94} Subtest 3 „Objekterkennung“ wird in einigen Studien als vom Alter beeinflusst dargestellt^{37,93,94} in anderen als unbeeinflusst.^{60,95}

2.3.2. Visuo-spatiale Fähigkeiten und Geschlecht

Visuo-spatiale Fähigkeiten umfassen eine heterogene Gruppe an Testverfahren und spezifischen Fähigkeiten. Das spiegelt sich auch im Zusammenhang zum Geschlecht wider. In der vorliegenden Arbeit wird die Subdomäne *visuo-spatiale Fähigkeiten* verwendet. Diese umfasst Testverfahren, die in anderen Studien den Bereichen der *spatial visualization* und der *mental rotation* (bei Linn und Petersen), sowie den *complex spatial abilities* (bei Trojano) zugeteilt werden.^{1,10}

Testverfahren, die der Kategorie *mental rotation* zugeordnet werden können, zeigen den größten Geschlechtsunterschied der VC mit höheren Ergebnissen bei männlichen Probanden.^{87,96} Das stellen mehrere Meta-Analysen einheitlich dar mit moderaten Effektstärken zwischen $d = .56^2$ und $d = .73^1$. Zu diesen Testverfahren zählen mentale Rotationsaufgaben wie der Shepard und Metzler MRT, sowie dessen Papier-Bleistift-Version⁹⁷, der Subtest „Räumliche Fähigkeit“ der Primary Mental Abilities (PMA)⁹⁸, der Flaggen- und Kartenrotationstest⁹⁹ oder auch der Subtest 7 „Mentale Rotation“ des Leistungsprüfsystems 50+ (LPS 50+)¹⁰⁰, der in diesem Forschungsvorhaben eingesetzt wird. In allen diesen Testverfahren zeichnet sich ein eindeutiger Vorteil durch das männliche Geschlecht ab, der durch eine Zeitbegrenzung der Aufgaben noch verschärft wird.^{1,2,50,96,101,102} Die restlichen Testverfahren, die zu den *visuo-spatialen Fähigkeiten* abseits der *mentalen Rotation* gerechnet werden, sind allerdings, was den Faktor Geschlecht angeht, sehr inhomogen.^{2,51} Die von Linn und Petersen eingeführte *spatial visualization* wird meta-analytisch als Subdomäne ohne Geschlechtsunterschiede beschrieben.^{1,2} Auf Testebene jedoch spielt das Geschlecht bei einem Teil der Testverfahren eine Rolle, bei den anderen nicht.² So zeigen sich im Block Design Test der Wechsler Memory Scale – Revised (WMS-R)¹⁰³, im PFT, im Subtest „Spatial Relation“ des Differential Aptitude Tests (DAT)¹⁰⁴ und beim EFT keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern, beim Minnesota Paper Form Board¹⁰⁵ und Identical Block Test¹⁰⁶ hingegen sind Geschlechtsunterschiede mit hoher Signifikanz zu verzeichnen.² Wichtig zu beachten ist hier erneut die Einordnung der Testverfahren zu den Subdomänen. Der Block Design Test ist ein Test, bei dem Klötze mit unterschiedlichen Mustern auf jeder Klotzseite so zusammengesetzt werden sollen, dass ein großes Muster nach Vorlage entsteht. Es handelt sich demnach um einen Anordnungstest, der laut Definition eher den *visuo-konstruktiven Fähigkeiten* zugeordnet werden müsste. Auch beim EFT ist die Einordnung in die Subdomäne *spatial visualization* zu diskutieren. Bei diesem Test sollen die Proband*innen in einer zusammengesetzten Figur kleinere Einzelfiguren identifizieren. Benton und Tranel ordnen dieses Testverfahren inhaltlich den *visuo-perzeptiven Fähigkeiten* zu, Linn und Petersen inhaltlich der Subdomäne *spatial visualization*, die am ehesten den *visuo-spatialen Fähigkeiten* zuzuschreiben ist.^{1,19}

Die für diese Studie verwendeten einzelnen Testverfahren für die *Subdomäne visuo-spatiale Fähigkeiten* in Beziehung zum Geschlecht sind im Folgenden dargestellt.

Visual Space and Object Perception Battery, Subtest 5 – 8

Die VOSP gliedert sich in acht Einzeltests. Die ersten vier werden der *Visuo-Perzeption* zugeordnet, die letzten vier Einzeltests überprüfen die *visuo-spatialen Fähigkeiten*. Unter Letztere fallen die Einzeltests „Punkte zählen“, „Positionen unterscheiden“, „Zahlen lokalisieren“ und „Würfelzahl analysieren“. Für die Subtests 5 und 7 („Punkte zählen“, „Zahlen lokalisieren“) ist in der Literatur einheitlich kein Unterschied zwischen den Geschlechtern feststellbar.^{60,93-95} Subtest 6 und 8 („Positionen unterscheiden“, „Würfelzahl analysieren“) hingegen zeigen in der bereits hervorgehobenen und methodisch wertvollen Studie von Herrera-Guzmán et al. ein besseres Abschneiden der männlichen Probanden im Vergleich zu Frauen.⁹³ Dem widersprechen andere Studien und sehen keinen Geschlechtsunterschied.^{60,94,95}

Zusammenfassend kann für alle Untertests der VOSP festgehalten werden, dass ein altersabhängiger Rückgang bei den Testverfahren besteht, die keinen hohen Deckeneffekt aufweisen.^{60,93,94} In eben diesen Untertests kann Herrera-Guzmán et al. auch einen Unterschied bei den Geschlechtern darstellen.⁹³ Andere Studien hingegen erheben für die ganze Testbatterie VOSP ähnliche Ergebnisse für Männer und Frauen.^{60,94,95}

Benton's Judgement of Line Orientation

Der BJLO ist ein Testverfahren, bei dem die räumliche Beziehung zwischen mehreren im Halbkreis angeordneten Linien eingeschätzt werden soll. Somit ist er inhaltlich laut Benton ein klassischer Test für die *visuo-spatialen Fähigkeiten*.¹³ Mehrere Studien, darunter eine mit 200.000 Proband*innen, ergeben einen Geschlechtsvorteil für Männer im BJLO.^{19,50,60,95,107-109} Dieser Geschlechtsunterschied besteht unabhängig davon, ob eine Kurz- oder Langversion des Tests eingesetzt wird.^{110,111} Im Verlauf des Alters sind für alle Geschlechter leichte Rückgänge der Testergebnisse zu verzeichnen.^{60,110,112} Trotz stärkerem Rückgang der Fähigkeiten in jüngeren Jahren bei Männern, bleibt der Geschlechtsunterschied für den BJLO in jeder Altersgruppe bestehen.^{50,60,95,113}

Leistungsprüfsystem 50+ Mentale Rotation

Der Subtest 7 „Mentale Rotation“ des LPS 50+ ist ein Testverfahren, bei dem in einer Reihe sowohl gespiegelte als auch gedrehte Buchstaben/Zahlen aufgereiht sind. Die gedrehte Variante (Zahl/Buchstabe) soll als Ausreißer identifiziert werden. Damit zählt dieser Subtest zu den mentalen Rotationsaufgaben, für die ein deutlicher Geschlechtsunterschied über verschiedene Studien und mit vielen Teilnehmenden hinweg identifiziert wurde.^{1,2,50,101,102} Der

hier eingesetzte Subtest 7 des LPS 50+ ist bis jetzt in der Forschung zu Geschlechtsunterschieden allerdings noch nicht eingesetzt worden, sodass eine Aussage über den Einfluss des Geschlechts auf diesen Test noch nicht möglich ist.

2.3.3. Visuo-konstruktive Fähigkeiten und Geschlecht

Visuo-konstruktive Fähigkeiten zeigen sich für die graphomotorischen Testverfahren in der Literatur überwiegend als unbeeinflusst vom jeweiligen Geschlecht. Das trifft unter anderem auf den Vienna Visuo-Konstruktive Test (VVT)¹¹⁴, den Uhrentest (CLOX)¹¹⁵⁻¹¹⁷, den ROCF¹¹⁸⁻¹²⁰ und die Zeichen-Aufgaben der CERAD+^{49,121} zu. Wenn Geschlechtsunterschiede auftreten, dann meistens in Aufgabenstellungen mit verzögertem Abruf, wie dem CERAD+ Untertest „Figuren abrufen“^{122,123} oder teilweise im ROCF Untertest „Verzögerter Abruf“¹²⁴, sowie in Stichproben mit niedrigerer Bildung.^{63,122,123} Abnehmende Leistungen mit zunehmendem Alter sind studienübergreifend für die meisten *visuo-konstruktiven* Testverfahren darstellbar. Ebenso wie eine positive Korrelation zwischen erzielten Ergebnissen und höherer Bildung.^{117,118,122}

Zählt man den Block Design Test des WMS-R ebenfalls zu den *visuo-konstruktiven* Ausgaben im Bereich der Anordnen-Anforderung, sind auch hier keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern feststellbar.^{1,2}

Rey Osterrieth Complex Figure

Die Anforderung des ROCF besteht im Abzeichnen einer komplexen zweidimensionalen Figur („Abzeichnen“), sowie dem verspäteten Zeichnen dieser Figur aus dem Gedächtnis nach etwa 30 min ohne vorherige Ankündigung („Verzögerter Abruf“). Somit wird der ROCF den Testverfahren zur Erfassung der *Visuo-Konstruktion* zugerechnet.

Eine Korrelation zwischen Geschlecht und ROCF wird in der Literatur überwiegend verneint^{60,118-120,125-127}, bis auf einzelne gegenteilige Studien, die Geschlechtsunterschiede für beide Versionen des ROCF beschreiben¹²⁸ oder nur für die Version „Verzögerter Abruf“.¹²⁴ Bei der Studie, die für beide Tests einen Geschlechtsunterschied darstellt, sollte beachtet werden, dass das Durchschnittsalter mit 39 Jahren verhältnismäßig niedrig ausfällt und eine vergleichsweise kleine Stichprobe umfasst.¹²⁸ Auch die Studie von Caffarra et al. sollte mit Vorsicht verglichen werden, da die Aufgabe „Verzögerter Abruf“ schon nach zehn Minuten erfolgte, nicht wie normalerweise nach einer halben Stunde.¹²⁴ In einer anderen Untersuchung zeigt sich ein signifikanter Geschlechtsunterschied nur in der Gruppe mit niedriger Bildung, bei höherem Bildungsniveau ist der Zusammenhang zwischen Geschlecht und Leistung im ROCF nicht signifikant.⁶³

Ein deutlicher Einfluss des Alters auf den ROCF wird einheitlich in der Literatur beschrieben^{60,118-120,124-127} mit beginnender Abnahme der Fähigkeiten um die 50 Jahre¹²⁸ und

stärkerem Rückgang ab einem Alter von 70 Jahren.^{129,130} Auch eine höhere Bildung korreliert mit höheren Testergebnissen in allen Versionen des ROCF.^{60,118,119,124,128}

Uhrentest: CLOX

Der CLOX Test gliedert sich in zwei Aufgabenstellungen, bei denen eine Uhr gezeichnet werden soll, die 1:45 Uhr anzeigt. In CLOX 1 soll die Uhr ohne Vorlage auf ein Papier gemalt werden, in CLOX 2 zeichnet die*der Testleiter*in die Uhr vor, die danach von den Studienteilnehmer*innen abgezeichnet werden soll. Neben der Beanspruchung *visuo-konstruktiver Fähigkeiten* werden gerade beim CLOX 1 auch Exekutivfunktionen benötigt.¹³¹ Beide graphomotorischen Anforderungen stellen sich bis jetzt in der Literatur überwiegend als unbeeinflusst vom Geschlecht dar, unabhängig von der untersuchten Population.^{49,115-117,132-134} Bildung dagegen wird einheitlich als Einflussgröße für CLOX 1 und 2 beschrieben, mit höheren Punktzahlen bei gebildeteren Proband*innen. Bildung ist in diesen Studien häufig der soziodemografische Einflussfaktor mit der größten Effektstärke.^{49,115-117,132-134} Neben der Bildung spielt auch das Alter eine signifikante Rolle. Steigendes Alter korreliert studienübergreifend mit sinkenden Ergebnissen.^{49,115-117,132-134}

Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease+

Der CERAD+ beinhaltet zwei Testverfahren, die der *Visuo-Konstruktion* durch graphomotorische Anforderungen zugeordnet werden: „Figuren abzeichnen“ (Copy-Aufgabe) und „Figuren abrufen“ (Recall-Aufgabe). Es werden vier Figuren dargestellt (Kreis, Raute, überlappende Rechtecke, Würfel), die zuerst abgezeichnet werden sollen. Später sollen sie ohne vorherige Ankündigung aus dem Gedächtnis abgerufen und gezeichnet werden. Für „Figuren abzeichnen“ deuten die meisten Studien daraufhin, dass das Geschlecht keine signifikante Einflussgröße darstellt, sofern ein gewisses Bildungsniveau gegeben ist.^{49,62,121} Bei Gruppen mit niedrigerer Anzahl an Bildungsjahren ist ein Geschlechtsunterschied zu sehen, bei dem Frauen geringere Ergebnisse erzielen.¹²² Allerdings erklärt hier das Geschlecht nur 0,6% der Varianz.¹²² Es zeigt sich eine signifikante Interaktion zwischen Geschlecht und Bildung: bei einer geringeren Anzahl an Bildungsjahren werden bei Frauen niedrigerer Ergebnisse gemessen als bei Männern.¹²² Ähnlich verhält es sich mit der Beziehung zwischen Alter und Geschlecht. Im Altersverlauf nimmt die Testperformance bei Frauen stärker ab als bei Männern.¹²²

Für den Untertest „Figuren abrufen“ zeichnen sich unterschiedliche Ergebnisse ab, was den Einfluss des Geschlechts angeht. So zeigt sich in einer vergleichenden Studie mit drei unterschiedlichen Populationen nur in einer der drei Gruppen ein signifikanter Geschlechtsunterschied, bei dem Männer besser abschneiden.¹²³ Die anderen beiden Gruppen weisen keine Ergebnisunterschiede zwischen den Geschlechtern auf.¹²³ Eine

mögliche Erklärung ist der Bildungsunterschied zwischen den drei Gruppen. In der Population mit einem Unterschied zwischen Männern und Frauen weist der Großteil der Proband*innen weniger Bildungsjahre auf als bei den anderen beiden Gruppen.¹²³ Allerdings liegen auch Studien vor, bei denen ein Geschlechtsunterschied unabhängig von der Anzahl der Bildungsjahre vorliegt bzw. Studien, bei denen kein Geschlechtsunterschied zu vermerken ist, sodass weiterhin Uneinigkeit über den Einfluss des Geschlechts auf den Untertest „Figuren abrufen“ herrscht.¹²²

Eine Abnahme der erzielten Ergebnisse mit zunehmendem Alter hingegen wird studienübergreifend beschrieben.¹²¹⁻¹²³

2.4 Fragestellungen und Ziel der Arbeit

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Analyse des Einflusses von Geschlecht auf die VC bei älteren gesunden Erwachsenen. Ein Unterschied der visuo-kognitiven Leistungsfähigkeit zwischen Männern und Frauen ist in der Literatur teilweise bereits beschrieben worden, allerdings ist eine Vergleichbarkeit aufgrund eines fehlenden allgemeingültigen Modells der VC und unterschiedlich zugeordneter Testverfahren nicht gegeben. Damit wird die weitere Forschung zur Identifizierung tiefergehender Ursachen für die Geschlechtsaspekte deutlich erschwert. Des Weiteren werden Untersuchungen häufig mit jungen Proband*innen durchgeführt, sodass es an Wissen zu Geschlechtsunterschieden der VC im Alter bis heute mangelt. Klarheit darüber, wie die einzelnen visuo-kognitiven Subdomänen durch das Geschlecht im gesunden Alterungsprozess beeinflusst werden, fehlt weiterhin.

Bevor diese Unterschiede untersucht werden können, müssen die mit der VC korrelierenden soziodemografischen Faktoren identifiziert werden, um für diese gegebenenfalls zu kontrollieren. Eine deutliche Korrelation zwischen Alter und VC zeigt sich studienübergreifend. Im Laufe des Lebens nimmt die visuo-kognitive Leistungsfähigkeit ab. Ob sich diese Annahme auch in der vorliegenden Studie beibehalten lässt, wird mit der folgenden gerichteten Hypothese evaluiert:

1) Es gibt einen negativen Zusammenhang zwischen dem Alter und der visuo-kognitiven Leistungsfähigkeit.

Um einen tieferen Einblick in die Zusammenhänge zwischen Alter, VC und Geschlecht zu erhalten, werden außerdem folgende Fragestellungen im Zuge dieser Arbeit beantwortet:

- a. Unterscheidet sich das Alter der Stichprobe signifikant zwischen Männern und Frauen?**
- b. Unterscheidet sich der Zusammenhang des Alters zur VC zwischen Männern und Frauen?**

Ein weiterer möglicher Einflussfaktor ist die Bildung. Hier gibt es noch keinen Konsens in der Literatur, welche Testverfahren und visuo-kognitiven Subdomänen mit der Bildung zusammenhängen und welche nicht. Auch die Effektstärke dieses Zusammenhangs stellt sich uneinheitlich dar. Nichtsdestotrotz ist die Bildung eine wichtige Variable, die vor Beantwortung der zentralen Fragestellung untersucht werden muss. Aus diesen Überlegungen leitet sich die folgende ungerichtete Hypothese ab:

2) Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Bildung und der visuo-kognitiven Leistungsfähigkeit.

Ähnlich wie beim Faktor Alter ist auch hier ein tieferes Verständnis der Studiendaten hilfreich, sodass sich die folgenden beiden Fragen ableiten:

- a. **Unterscheidet sich das Bildungsniveau der Stichprobe signifikant zwischen Männern und Frauen?**
- b. **Unterscheidet sich der Zusammenhang der Bildung zur VC zwischen Männern und Frauen?**

Da nach wie vor weder eine einheitliche Verwendung des Begriffs VC existiert, noch ein klares Modell von Subkomponenten vorliegt und weiterhin unklar ist, welche Testverfahren zu welchen Subdomänen zuzuordnen sind, wird zuerst die Einteilung der VC in Subdomänen vorgenommen. Mehrere Studien legen die Vielfältigkeit der VC dar, allerdings liegt kein einheitliches Modell vor, was übernommen werden kann. Aufgrund dessen wird zuerst die folgende Hypothese explorativ überprüft:

3) Die VC ist eine heterogene kognitive Fähigkeit, die sich in Subkomponenten einteilen lässt.

Mit den Erkenntnissen aus dieser Hypothese wird möglich, sich Geschlechtsunterschiede der VC sehr diskriminativ anzuschauen. Zum einen auf Ebene der einzelnen Testverfahren und zum anderen bezogen auf die identifizierten Subkomponenten.

Bis heute besteht Uneinigkeit darüber, wie das Geschlecht die VC im Alter beeinflusst. Mit dem in dieser Arbeit analysierten Vorwissen zur Einteilung der VC, dem Zusammenhang von Alter und Bildung zur VC kann die schlussendliche Hypothese gebildet werden. Dabei wird einmal der Zusammenhang von Geschlecht zur VC auf der Ebene der identifizierten Subdomänen und einmal auf Ebene der einzelnen eingesetzten visuo-kognitiven

Testverfahren untersucht. Hiermit sollen dem vielfältigen Gebrauch und Einsatz der VC in der Forschung Rechnung getragen werden. Ziel ist ein höherer Erkenntnisgewinn durch eine bessere Vergleichbarkeit zu anderen Studien, unabhängig davon ob andere Testverfahren oder visuo-kognitive Subkomponenten Anwendung finden. Somit werden die folgenden zentralen Hypothesen im Zuge dieser Arbeit untersucht:

- 4) Das Geschlecht hat einen Einfluss auf die visuo-kognitive Leistungsfähigkeit gesunder älterer Erwachsener.**
 - a. Das Geschlecht hat einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit gesunder älterer Erwachsener in den visuo-kognitiven Subkomponenten.**
 - b. Das Geschlecht hat einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit gesunder älterer Erwachsener in den einzelnen visuo-kognitiven Testverfahren.**

3. Material und Methoden

Das vorliegende Forschungsprojekt ist Teil einer klinischen Studie unter der Leitung der Medizinischen Psychologie | Neuropsychologie & Gender Studies der Uniklinik Köln, sowie der Allgemeinen Psychologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Sie vergleicht Patient*innen mit Morbus Parkinson mit einer gesunden Kontrollgruppe in verschiedenen kognitiven Domänen. Für die Beantwortung der Fragestellung der vorliegenden Arbeit zu Geschlechtsunterschieden der VC bei gesunden älteren Erwachsenen wird lediglich die gesunde Kontrollgruppe betrachtet. Die Querschnitterhebung dieser Gruppe umfasst 100 gesunde Proband*innen, die neuropsychologisch getestet werden. Im Vorfeld entschied die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln positiv über das Studienvorhaben. Die Studie ist im Deutschen Register Klinischer Studien registriert (Nummer: DRKS000017802). Der zeitliche Umfang der Studie beläuft sich auf ca. zwei Jahre mit der Durchführung der Testungen der gesunden Kontrollgruppe im Zeitraum von November 2019 bis März 2020.

Die Proband*innen wurden über Informationsflyer und lokale Seniorengruppen rekrutiert und im Vorhinein mit Hilfe eines Telefoninterviews in die Studie ein- oder ausgeschlossen. Für die einmalige neuropsychologische Testung wurden verschiedene elaborierte Testverfahren verwendet, die sowohl die globale Kognition als auch speziell die Visuo-Kognition erfassen. Zusätzlich wurden die soziodemografischen Daten der Proband*innen und eine Einschätzung über Depression erhoben. Zur Auswertung der Ergebnisse wird mittels der Software IBM SPSS Statistics eine explorative Hauptkomponentenanalyse (PCA) der visuo-kognitiven Testverfahren gerechnet, um die visuo-kognitiven Subdomänen zu identifizieren. Daran schließt sich eine multivariate Kovarianzanalyse (MANCOVA) für die Untersuchung des Geschlechtseffekts auf die einzelnen visuo-kognitiven Subdomänen an unter Kontrolle der Kovariate Alter. Die Details zur methodischen Durchführung mit Beschreibung der Stichprobe, der eingesetzten Testverfahren, sowie der Analysen sind im Folgenden beschrieben.

3.1 Stichprobe

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Alter: > 50 Jahre	Demenz nach Level I-Diagnostik (MMSE < 25)
Keine neurologischen und psychiatrischen Vorerkrankungen	Schwerwiegende/lebensbedrohliche Erkrankungen, die einer Studienteilnahme entgegenstehen; akute Suizidalität
Uneingeschränkte oder ausreichend korrigierte Seh- und Hörfähigkeit	
Deutsch als Muttersprache oder sehr gute Deutschkenntnisse	
Proband*in ist in der Lage, Instruktionen zu folgen und Fragebögen selbstständig auszufüllen	

Tabelle 1: Ein- und Ausschlusskriterien der Studienteilnehmenden

Im Vorfeld der Studie wurde für die Testung eine Stichprobengröße von 100 gesunden Proband*innen ermittelt, um eine PCA zur Überprüfung der visuo-kognitiven Subdomänen durchführen zu können.¹³⁵ Insgesamt nahmen 50 Männer und 50 Frauen an der neuropsychologischen Testung teil. Die Ein- und Ausschlusskriterien für die Studie sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Der Zeitraum für die Rekrutierung der Proband*innen betrug 5 Monate, beginnend im September 2019 bis Januar 2020. Für die Rekrutierung der Proband*innen wurden Informationsflyer in lokalen Arztpraxen und Apotheken im Raum Köln und Düsseldorf ausgehängt, sowie verschiedenen Kölner Seniorenclubs, Kirchengemeinden, Karnevalsvereinen, Sportgruppen und der Seniorenuniversität zur Weiterverbreitung zur Verfügung gestellt (siehe Anhang 7.1). Interessierte konnten sich daraufhin bei der Studienleiterin der Medizinischen Psychologie | Neuropsychologie & Gender Studies der Uniklinik Köln für ein telefonisches Erstgespräch melden.

Mit Hilfe eines ca. 20-minütigen Telefoninterviews wurden nach einer ausführlichen Aufklärung über die Studie und Einwilligung der Proband*innen, die Ein- und Ausschlusskriterien anhand eines semistrukturierten Interviewleitfadens überprüft (siehe Anhang 7.2). Dabei wurden explizit neurologische und psychiatrische Vorerkrankungen, sowie das Vorhandensein einer demenziellen Entwicklung im Detail abgefragt. Zusätzlich konnten in diesem Zuge soziodemografischen Daten (Alter, Familienstand, Geschlecht, Berufstätigkeit, Wohnsituation) erhoben werden.

Bei Erfüllung der Einschlusskriterien und Nicht-Vorhandensein der Ausschlusskriterien wurde im Anschluss an das Vorgespräch ein Termin für die neuropsychologische Testung vereinbart.

3.2 Studienablauf und Durchführung

Die Neuropsychologische Testung fand in den Räumlichkeiten der Medizinischen Psychologie | Neuropsychologie & Gender Studies der Uniklinik Köln, sowie an der kooperierenden Abteilung für Allgemeine Psychologie an der Heinrich-Heine-Universität in Düsseldorf statt. In Einzelfällen konnte auf Wunsch der Proband*innen die Testung auch zuhause durchgeführt werden. Insgesamt wurden ab November 2019 bis März 2020 im Zuge der Studie 100 Proband*innen durch sechs geschulten Testleiter*innen getestet. Zu Beginn erhielten die Proband*innen eine erneute mündliche und schriftliche Aufklärung, woraufhin das Einverständnis zur Teilnahme schriftlich dokumentiert wurde. Die Proband*innen waren für die An- und Abreise zum Testungstermin über die Uniklinik Köln Wege-Unfall-versichert und erhielten eine Fahrtkostenpauschale in Höhe von 20€ über die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Zusätzlich wurde den Proband*innen auf Wunsch ein neuropsychologischer Befund über die erzielten Ergebnisse ausgestellt. Alle Daten, die erhoben wurden, sind mit Hilfe eines Buchstaben-Zahlen-Codes (z.B. VCHC01) anonymisiert und in den Räumen der Medizinischen Psychologie | Neuropsychologie & Gender Studies abgeschlossen verwahrt,

sowie nur auf lokalen Servern der Uniklinik Köln gespeichert. Zugang wurde nur den direkt beteiligten Mitarbeiter*innen der Studie gewährt. Durch die Anonymisierung sind keine Rückschlüsse auf die getesteten Personen möglich.

Je Testung wurden zwei Stunden inklusive einer Pause angesetzt. Alle Testbatterien fanden als Papier-Bleistift-Test statt und decken die Bereiche Visuo-Kognition (mit den Subkategorien *visuo-spatiale*, *visuo-perzeptive* und *visuo-konstruktive Fähigkeiten*), Kognition (mit den Domänen globale Kognition, Exekutivfunktion, Gedächtnis, Aufmerksamkeit, Sprache) und Depression ab. Die Testbatterien der visuo-kognitiven Fähigkeiten wurden im Vorfeld durch eine Literaturrecherche bestimmt und den einzelnen visuo-kognitiven Subkategorien zugeordnet. Für die verschiedenen anderen kognitiven Bereiche wurden Testbatterien ausgewählt, die sowohl im klinischen Alltag als auch in Studien häufig Verwendung finden. Zusätzlich wurden weitere soziodemografische Daten (Ausbildung, Berufsabschluss, Arbeitsjahre, berufliche Situation, Rente, Pflegegrad, dominante Hand) erhoben.

Nach abgeschlossener Testung wurden alle Testergebnisse nach dem Vier-Augen-Prinzip kontrolliert und - falls für das Testverfahren möglich - nach Alter und Bildung normiert. Nach Wunsch konnte den Proband*innen mit Hilfe der normierten Daten eine neuropsychologische Befundeinschätzung zur Verfügung gestellt werden.

Die Verwaltung und Analyse der Testdaten erfolgt mit dem Statistik Programm IBM SPSS Statistics. Es werden nur anonymisierte Daten für die Berechnungen verwendet.

3.3 Testverfahren

Die eingesetzten Testbatterien wurden durch eine vorangegangene Literaturrecherche ausgewählt und den visuo-kognitiven und kognitiven Subdomänen zugeordnet. Die Zuteilung der Testverfahren ist als Übersicht der Tabelle 2 zu entnehmen. Die Testverfahren wurden in folgender Reihenfolge angewendet:

- Mini Mental State Examination (MMSE)
- Uhrentest (CLOX1)
- Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD+) - alle Subtests
- Farb-Wort-Interferenztest (FWIT)

Pause

- Wechsler Memory Scale – Revised (WMS-R) – Zahlenspanne vorwärts & rückwärts
- Benton's Judgement of Line Orientation (BJLO) – Kurzversion
- Uhrentest (CLOX2)
- Leistungsprüfsystem (LPS 50+) – Mentale Rotation
- Rey Osterrieth Complex Figure (ROCF) – Abzeichnen
- Visual Object and Space Perception Battery (VOSP)
- Rey Osterrieth Complex Figure (ROCF) – Verzögerter Abruf
- Geriatric Depression Scale (GDS)

Kognitives Maß	Subdomäne	Testbatterie	
Visuo-Kognition	Visuo-perzeptiv	VOSP: Unvollständige Buchstaben	
		VOSP: Silhouetten	
		VOSP: Objekterkennung	
		VOSP: Zunehmende Silhouetten	
	Visuo-spatial	VOSP: Punkte zählen	
		VOSP: Positionen unterscheiden	
		VOSP: Zahlen lokalisieren	
		VOSP: Würfelzahl analysieren	
		BJLO: Kurzversion	
		LPS 50+: Mentale Rotation	
	Visuo-konstruktiv	Copy	CERAD+: Figuren abzeichnen
			ROCF: Abzeichnen
		Command	CLOX2
			CERAD+: Figuren abrufen
Globale Kognition		ROCF: Verzögerter Abruf	
		CLOX1	
Exekutivfunktion	Mentale Flexibilität	Mini Mental State Examination	
	Wortflüssigkeit	CERAD+: Trail Making Test B	
		CERAD+: Semantische Wortflüssigkeit	
	Arbeitsgedächtnis	CERAD+: Phonematische Wortflüssigkeit	
Gedächtnis		WMS-R: Zahlenspanne vorwärts & rückwärts	
		CERAD+: Wortliste lernen	
		CERAD+: Wortliste verzögerter Abfrage	
Sprache		CERAD+: Wortliste wiedererkennen	
		CERAD+: Boston Naming Test	
Aufmerksamkeit		CERAD+: Trail Making Test A	
		FWIT: Farbwort lesen, Farbe benennen, Interferenzbedingung	
Psychiatrisches Maß		Test	
Depression		Geriatric Depression Scale	

Tabelle 2: Übersicht der eingesetzten Testverfahren mit Zuordnung zu einer kognitiven Domäne

Im vorliegenden Studienvorhaben wurde der MMSE als Einstiegstest gewählt, um bei einer Unterschreitung von 25 Punkten als Hinweis auf kognitive Beeinträchtigungen die Testung an diesem Punkt abubrechen. Dies war allerdings bei keinem der Teilnehmenden der Fall.

3.3.1. Testverfahren für visuo-kognitive Fähigkeiten

Die einzelnen Testverfahren werden im Folgenden eingehend erläutert. Zuerst werden die visuo-kognitiven Testverfahren beschrieben, die geordnet nach *visuo-perzeptiven*, *visuo-*

spatialen und *visuo-konstruktiven* Testverfahren dargestellt sind. Im darauffolgenden Abschnitt werden die Testverfahren der anderen kognitiven Fähigkeiten näher erläutert. Zuletzt folgt die Erklärung zum Testverfahren auf Depression.

(1) Visuo-perzeptive Fähigkeiten

Visual Object and Space Perception Battery, Subtest 1 – 4

Die VOSP³⁷ ist eine 1991 entwickelte international angewandte Testbatterie, die *visuo-perzeptive* und *visuo-spatiale Fähigkeiten* unter minimaler Beeinflussung anderer kognitiver Fähigkeiten testet. Sie besteht aus acht unabhängigen Subtests und einem vorangehenden Screeningtest. Dieser überprüft zu Beginn grundlegende sensorische Fähigkeiten, wie Kontrastsensitivität und Sehschärfe. Es liegen alterskorrigierte Normwerte vor, sodass die VOSP über alle Altersgruppen angewandt werden kann. Die Subtests 1 - 4 können den *visuo-perzeptiven Fähigkeiten* zugeordnet werden und werden im Folgenden näher erläutert. Die Subtests 5 - 8 überprüfen die *visuo-spatialen Fähigkeiten* und sind im darauffolgenden Abschnitt detailliert dargestellt.

Subtest 1 - Unvollständige Buchstaben: In Subtest 1 wird die Erkennung von Buchstaben überprüft. Auf 20 Testkarten ist je ein unvollständiger Buchstabe in Form eines Zufallspunktmuster abgedruckt, sodass dieser zu 70% verdeckt ist. Die getestete Person erhält je Karte einen Punkt bei der richtigen Erkennung des Buchstabens. Zu Beginn sind zwei Übungskarten vorgesehen mit einer subtileren Abdeckung von nur 30%.

Subtest 2 – Silhouetten: Dieser Test dient der Identifizierung eines Defizits bei der Erkennung von Objekten. Er besteht aus insgesamt 30 Testkarten mit 15 Silhouetten von Tieren und 15 Silhouetten von Gegenständen, die benannt werden sollen. Die Objekte sind leicht um die vertikale Achse rotiert dargestellt und der Schwierigkeitsgrad der Umrisserkennung nimmt im Lauf des Tests zu. Nach fünf Folgefehlern wird der Test vorzeitig abgebrochen. Auch ein Beschreiben des Objekts ist bei sprachlichen Beeinträchtigungen zulässig.

Subtest 3 – Objekterkennung: Der Subtest besteht auf 20 Testkarten mit je vier Silhouetten von Objekten. Drei davon sind fiktive Silhouetten, einer entspricht einem realen Objekt, welches es zu identifizieren gilt. Das real existierende Objekt muss dabei nicht zwingend richtig benannt werden.

Subtest 4 – Zunehmende Silhouetten: Auch dieser Subtest arbeitet mit einer Objekterkennung über rotierte Silhouetten. In diesem Falle sind zwei Gegenstände (zuerst eine Pistole, dann eine Trompete) von verschiedenen Winkeln zwischen 0° (Frontalansicht) und 90° (Seitansicht) als Umriss abgebildet. Das Erkennen des Objekts wird mit jeder weiteren Perspektive in Richtung der Seitansicht einfacher. Die getestete Person soll so früh wie möglich das Objekt identifizieren, die Anzahl der benötigten Perspektiven wird als Score gewertet.

(2) Visuo-spatiale Fähigkeiten

Visual Object and Space Perception Battery, Subtest 5 – 8

Die folgenden Subtests der VOSP erfassen die *visuo-spatialen Fähigkeiten* auf vier verschiedene Arten, die nachfolgend erläutert werden.

Subtest 5 – Punkte zählen: Bei diesem Subtest ist auf zehn Aufgabenkarten jeweils ein Quadrat zu sehen mit einer bestimmten Anzahl schwarzer gleich großer Punkte darin. Die Anzahl der Punkte soll von den Proband*innen richtig bestimmt werden, ohne Zuhilfenahme weiterer Hilfsgegenstände, wie einem Stift oder der eigenen Finger.

Subtest 6 – Positionen unterscheiden: Dieser Subtest umfasst 20 Testkarten mit jeweils zwei identischen Quadraten, die exakt nebeneinander ausgerichtet abgedruckt sind. In beiden Quadraten ist ein Punkt um den Mittelpunkt des Quadrats herum dargestellt, in einem der beiden liegt dieser direkt in der Mitte, im anderen leicht neben dem Mittelpunkt. Die zu testende Person soll die Seite benennen, auf der sich der Punkt exakt im Mittelpunkt befindet.

Subtest 7 – Zahlen lokalisieren: Auf zehn Testkarten sind in diesem Test je zwei identische Quadrate dargestellt, das eine liegt exakt ausgerichtet über dem anderen. Im oberen Quadrat sind Zahlen von 1 bis 9 an verschiedenen Positionen dargestellt. Im darunter liegenden Quadrat ist ein einzelner Punkt zu sehen. Die Anforderung der Aufgabe besteht darin, die Zahl im oberen Quadrat zu nennen, die der exakten Position des Punktes im unteren Quadrat entspricht. Sowohl die Position des Punktes als auch die der Zahlen variiert auf jeder Testkarte. Zu Beginn gibt es zwei Übungskarten, die nicht in die Wertung eingehen.

Subtest 8 – Würfelzahl analysieren: Der letzte Subtest der VOSP besteht aus zehn Aufgabenkarten und zwei vorangehenden Übungskarten. Auf jeder Karte ist eine dreidimensionale Figur bestehend aus mehreren identischen Würfeln dargestellt. Ziel ist es, die korrekte Anzahl an Würfeln zu nennen, dabei sind die hinter oder unter anderen verdeckten Würfeln mitzuzählen. Die Anzahl der Würfel nimmt im Laufe der Testkarten zu, sodass die Schwierigkeit der Aufgabe ansteigt.

Benton's Judgment of Line Orientation

Der BJLO²¹ ist ein Test zur Erfassung der *visuo-spatialen Fähigkeiten* und besteht aus insgesamt 30 Testkarten. Für diese Testung wird die Kurzversion gewählt, bestehend aus 20 Testkarten. Die Anforderung des Testverfahrens besteht in der Abschätzung der Position und des Abstandes zwischen zwei Linien. Auf jeder Testkarte ist ein Set von elf identischen halbkreisförmig angeordneten durchnummerierten Linien in gleich großen Abständen zueinander dargestellt. Oberhalb dieses Linien-Halbkreises sind zwei der elf Linien entsprechend unterschiedlicher Positionen des Halbkreises gezeichnet. Die Proband*innen müssen benennen, auf welcher Position der elf Linien die beiden oberen Linien liegen. Nur bei der richtigen Angabe beider Positionen ist die Aufgabe korrekt gelöst.

Leistungsprüfsystem 50+ Mentale Rotation

Das LPS 50+¹⁰⁰ ist eine Testbatterie für mehrere kognitive Komponenten bestehend aus 14 Subtests für Erwachsene zwischen 50 und 90 Jahren. Für dieses Studienvorhaben wurde nur der Subtest 7 „Mentale Rotation“ verwendet, der aus 40 Zeilen mit je fünf Buchstaben beziehungsweise Zahlen besteht. In jeder Zeile ist viermal der gleiche Buchstabe/die gleiche Zahl in rotierter Form dargestellt, einmal ist der Buchstabe/die Zahl spiegelverkehrt dargestellt. Dieses gespiegelte Objekt soll von den Proband*innen markiert werden und ergibt bei richtiger Markierung pro Zeile einen Punkt. Die Bearbeitungszeit beträgt zwei Minuten, die Reihenfolge spielt dabei keine Rolle. In der vorliegenden Studie fanden alters- und bildungskorrigierte Normwerte Anwendung.

(3) Visuo-konstruktive Fähigkeiten

Rey Osterrieth Complex Figure

Der ROCF⁶¹ überprüft die *visuo-konstruktiven Fähigkeiten* mittels einer graphomotorischen Aufgabe, bestehend aus einer komplexen geometrischen zweidimensionalen Figur. Der Test gliedert sich in zwei Teile. Im ersten Teil werden die Proband*innen instruiert, die komplexe Figur abzuzeichnen (Copy). Im zweiten Teil (Verzögerter Abruf) wird gefordert, die Figur ohne Vorlage aus dem Gedächtnis abzurufen und zu zeichnen (Command). Eine Zeitbeschränkung gibt es nicht. Für die Auswertung wird die Figur in 18 Einheiten geteilt, die einzeln bewertet werden. Jede Einheit wird auf das Vorhandensein, die Genauigkeit und die richtige Lokalisation im Verhältnis zu den anderen Elementen geprüft und kann zwischen null und zwei Punkten ergeben. Alterskorrigierte Normwerte liegen vor.

Uhrentest CLOX

CLOX1 und CLOX2¹³¹ sind zwei Varianten des Uhrentests, die zu den *visuo-konstruktiven* Testverfahren zählen. Im ersten Test (CLOX1) wird die Testperson aufgefordert eine Uhr zu zeichnen, die die Uhrzeit 1:45 anzeigt (Command). Im zweiten Test (CLOX2) soll die Testperson den*die Testleiter*in beim Uhrenzeichnen beobachten, um anschließend die Uhr mit der gleichen Uhrzeit abzuzeichnen (Copy). Pro Variante des Uhrentests werden null bis 15 Punkte vergeben für die Genauigkeit und Richtigkeit der Zeichnung, z.B. ob und wo die Zeiger gezeichnet sind und ob der Minutenzeiger länger ist als der Stundenzeiger. Diese Testverfahren wird häufig zusätzlich zur Erfassung der Exekutivfunktionen eingesetzt.¹³¹

Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease

Die 2002 veröffentlichte Testbatterie CERAD+ besteht aus elf Subtests und ist eine Erweiterung der in den 1980er entwickelten CERAD⁶², der in der Alzheimer Diagnostik eingesetzt wird. Über die Einzeltests werden verschiedene kognitive Komponenten überprüft,

die Subtests „Figuren abzeichnen“ und „Figuren abrufen“ evaluieren die *visuo-konstruktiven Fähigkeiten* und werden im Folgenden beschrieben. Die anderen Subtests mit zugehörigen kognitiven Bereichen werden unter Punkt 3.3.2. näher erläutert. Für alle Einzeltest liegen nach Alter und Bildung korrigierte Normwerte vor.

Subtest Figuren abzeichnen: Die Proband*innen erhalten vier Vorlagen mit je einer geometrischen Form (Kreis, Raute, überlappende Rechtecke, Würfel) und sollen diese abzeichnen (Copy). Die Bewertung erfolgt nach Genauigkeit der Zeichnung.

Subtest Figuren abrufen: Hier sind die Proband*innen angehalten, die vier Formen aus dem Gedächtnis heraus zu erinnern und zu zeichnen (Command). Die Bewertung ist die gleiche wie im Subtest „Figuren abzeichnen“.

3.3.2. Testverfahren für kognitive Fähigkeiten

Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease

Wie bereits erläutert, deckt die CERAD+ als Testverfahren neben den *visuo-konstruktiven Fähigkeiten* verschiedene andere kognitive Komponenten ab. Dazu gehört die globale Kognition, die Exekutivfunktion, das Gedächtnis, die Sprache und die Aufmerksamkeit. Die Zuordnung und Beschreibung der einzelnen Subtests sind im folgenden Absatz dargestellt.

Mini Mental State Examination (MMSE): Der MMSE ist ein kurzes, in der Klinik häufig eingesetztes Screening Instrument, was die globale Kognition über 30 Teilaufgaben einschätzt.¹³⁶ Abgefragt werden die zeitliche und räumliche Orientierung, das Gedächtnis, die Aufmerksamkeit, die Objektbenennung, das Befolgen einer mündlichen und schriftlichen Aufforderung, das Nachsprechen, sowie das Schreiben und Abzeichnen. Für jede der 30 Teilaufgaben gibt es einen Punkt, ein Punktwert von < 25 Punkten kann ein Hinweis auf eine demenzielle Entwicklung sein.

Boston Naming Test (BNT): Der BNT überprüft die sprachlichen Fähigkeiten durch die Aufforderung 15 Zeichnungen von unterschiedlichen Gegenständen korrekt zu benennen.

Wortliste lernen: Der folgende Subtest ist der erste von drei Tests, die das Gedächtnis über die Abfrage von zehn sich wiederholenden Wörtern erfassen. In drei aufeinander folgenden Durchgängen werden die sich zu merkenden Wörter ausgeschrieben visuell nacheinander präsentiert. Die Proband*innen sollen diese Wörter bei der Präsentation vorlesen und anschließend aus dem Gedächtnis reproduzieren. Die Reihenfolge, in der die Wörter dargeboten werden, variiert in jedem der drei Durchgänge.

Wortliste verzögerte Abfrage: Dieser Test baut auf dem Subtest „Wortliste lernen“ auf, da er die zehn zuvor erlernten Wörter nach einer gewissen Zeitspanne ein weiteres Mal abfragt, ohne sie jedoch vorher präsentiert zu haben. Hierbei wird die verbale Erinnerungsleistung mit Zeitverzögerung eingeschätzt.

Wortliste wiedererkennen: Dieser Subtest misst die unterstützte verbale Erinnerungsleistung mit Zeitverzögerung über die Darbietung von 20 ausgeschriebenen Wörtern hintereinander.

Zehn davon entsprechen den zuvor erlernten Wörtern, zehn sind Wörter, die nicht in der gelernten Wortliste enthalten waren. Die Proband*innen sollen identifizieren, zu welcher Gruppe das präsentierte Wort gehört.

Trail Making Test A (TMT-A): Der Trail Making Test A erfasst die Aufmerksamkeit über die Fähigkeit zum visuellen Scannen und die psychomotorische Geschwindigkeit. Die Proband*innen werden instruiert schnellst möglich auf einem Blatt Papier zufällig angeordnete gedruckte Zahlen in aufsteigender Reihenfolge mit einem Bleistift zu verbinden.

Trail Making Test B (TMT-B): Der Trail Making Test B folgt dem gleichen Modell wie der TMT-A, allerdings wird der Test um Buchstaben erweitert, die abwechselnd mit den aufsteigenden Zahlen in alphabetischer Reihenfolge miteinander verbunden werden sollen. Der TMT-B untersucht damit die Subkategorie Mentale Flexibilität, die den Exekutivfunktionen zugehörig ist.

Semantische Wortflüssigkeit Tiere: Die semantische Wortflüssigkeit ist ebenfalls eine Subkategorie der Exekutivfunktionen, die dieser Test über die Fähigkeit der verbalen Produktion überprüft. Ziel ist es, möglichst viele Wörter zu einer bestimmten Kategorie (hier Tiere) innerhalb einer Minute zu nennen.

Phonematische Wortflüssigkeit S-Wörter: Über diesen Subtest wird ebenfalls die Wortflüssigkeit als eine exekutive Funktion getestet. Die Anforderung besteht darin, möglichst viele Wörter innerhalb einer Minute zu nennen, die mit einem bestimmten Buchstaben (hier „S“) beginnen. Dabei darf der gleiche Wortstamm nicht mehrmals verwendet werden.

Wechsler Memory Scale Tests – Revised

Die Subtests „Zahlenspanne vorwärts“ und „Zahlenspanne rückwärts“ gehören zur deutschen überarbeiteten Version des WMS-R.¹⁰³ Beide überprüfen das verbale Arbeitsgedächtnis mit Zahlenreihen, die vorgelesen werden und dann aus dem Kurzzeitgedächtnis abgerufen und mündlich wiedergegeben werden sollen – beim ersten Test vorwärts in gleicher Reihenfolge („Zahlenspanne vorwärts“), beim zweiten in umgekehrter Reihenfolge („Zahlenspanne rückwärts“). Pro Test sind zweimal sechs Durchläufe vorgesehen. Pro Reihe kommt eine Zahl mehr hinzu, sodass die Schwierigkeit zunimmt. Bei jeder neuen Reihe werden neue Zahlenfolgen verwendet. Für jede richtig wiederholte Zahlenreihe wird ein Punkt vergeben, bei zwei aufeinander folgenden Fehlern wird der Test abgebrochen. Es liegen alterskorrigierte Normwerte vor.

Farb Wort Interferenz Test

Der FWIT¹³⁷ ist ein Test zur Messung der Aufmerksamkeit. Dies wird erfasst, indem die Fähigkeit zur Unterdrückung einer automatisierten Handlung evaluiert wird. Der Test gliedert sich in drei Teilbereiche, die jeweils nach der benötigten Zeit bewertet werden. Im ersten Teil

„Farbwort lesen“ sollen die Proband*innen eine Liste mit 72 schwarzgedruckten Farbwörter („gelb“, „grün“, „blau“, „rot“) der Reihe nach vorlesen. Der zweite Subtest „Farbe benennen“ besteht aus einer Liste von 72 Farbstrichen in den Farben gelb, grün, blau und rot, die ebenfalls schnellstmöglich der Reihe nach benannt werden sollen. Der dritte Subtest „Interferenzbedingung“ beinhaltet eine Liste von Farbwörtern, wie im ersten Test, die allerdings in diesem Subtest farbig gedruckt sind, nicht schwarz. Die Schwierigkeit der Aufgabe besteht darin, dass die Druckfarbe nicht dem Farbwort entspricht. Die Proband*innen sollen nun die Farbe benennen, in der das Wort gedruckt ist, nicht das Farbwort vorlesen. Für den FWIT liegen alterskorrigierte Normwerte vor.

3.3.3. Testung auf Depression

Geriatric Depression Scale – Kurzversion

Die 1986 gekürzte GDS¹³⁸ ist eine Selbstevaluierung für Depression bei älteren Erwachsenen und enthält 15 Fragen, die mit „Ja“ oder „Nein“ beantwortet werden können. Die Inhalte decken unter anderem die Bereiche Zufriedenheit, Aktivität, Stimmung und Selbstwert ab. Anhand eines Punktwerts kann eine Einschätzung über einen normalen Affekt, eine leichte, mittlere oder schwere Depression vorgenommen werden.

3.4 Statistische Datenauswertung

Um die zentrale Fragestellung dieses Forschungsvorhabens beantworten zu können, werden mehrere Analyseschritte vorgenommen. Die erste Analyse besteht in der explorativen Hauptkomponentenanalyse (PCA), um die visuo-kognitiven Subdomänen zu entschlüsseln. An diese schließt sich eine Untersuchung des Geschlechtsunterschieds der gebildeten Faktoren mittels multivariater Kovarianzanalyse (MANCOVA) und anschließender Kovarianzanalyse (ANCOVA) und Diskriminanzanalyse (DFA) an.

Alle statistischen Berechnungen werden mit der Software IBM SPSS Statistics Version 27 durchgeführt, sowie nach einem Signifikanzniveau von $p = .05$ bewertet. Zur Berechnung werden nur die erhobenen Rohwerte herangezogen. Die Details zu den statistischen Analysen sind im Folgenden detailliert dargestellt.

3.4.1. Deskriptive Untersuchung der Daten

Zu Beginn werden die Daten sowohl analytisch als auch grafisch exploriert. Alle verwendeten Variablen werden mittels analytischer Methoden (Kolmogorov-Smirnov-Test, Shapiro-Wilk-Test) und grafischer Methoden (Histogramm mit Normalverteilungskurve, Q-Q-Diagramm, trendbereinigtes Q-Q-Diagramm, Schiefe und Kurtosis) auf Normalverteilung geprüft. Zusätzlich wird der Zusammenhang der visuo-kognitiven Daten zu soziodemografischen Parametern (Alter, Bildung) für beide Gruppen (männlich, weiblich) dargestellt. Mittels t-Test wird untersucht, ob sich das Alter oder die Bildung zwischen beiden Gruppen signifikant unterscheidet. Um den Zusammenhang des Alters und der Bildung zur VC einschätzen zu

können, findet der Pearson-Korrelationskoeffizient r mit anschließender Bewertung nach Cohen Anwendung. Die Interpretation des Korrelationskoeffizienten nach Cohen für die vorliegende Arbeit stellt sich wie folgt dar: $r = |.1|$ schwacher Zusammenhang, $r = |.3|$ moderater Zusammenhang, $r = |.5|$ starker Zusammenhang.^{139,140} Daran schließt sich der Vergleich der Korrelationskoeffizienten für beide Gruppen mittels Fisher's z-Test an.¹⁴¹

3.4.2. Hauptkomponentenanalyse zur Identifikation visuo-kognitiver Subdomänen

Die Einteilung der VC in die Subdomänen wird mittels einer explorativen PCA überprüft. Als Extraktionsmethode wird die PCA mit Oblimin-Rotation gewählt. Zur Eignungsprüfung der Daten für eine PCA wird das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium als Maß der Stichprobeneignung, als auch der Bartlett-Test auf Sphärizität herangezogen.^{142,143} Die Anti-Image-Korrelation, sowie die inverse Korrelationsmatrix finden Einsatz zur Beurteilung nach Cohen, um die Eignung der einzelnen Variablen für die PCA zu evaluieren.^{139,140} Mittels der ausgegebenen Kommunalitäten wird die Varianz der einzelnen Variablen, die durch einen Faktor erklärt werden, überprüft.

Für die Festlegung der Faktoren finden sowohl ein Screeplot, das Kaiser-Kriterium (mit einer Eigenwert-Grenze von 1.0), die rotierte Struktur- und Mustermatrix, als auch inhaltliche Hintergründe Beachtung. Alle Faktoren werden abschließend auf ihre Reliabilität nach Cronbach's α überprüft. Um der unterschiedlichen Anzahl an Testverfahren, die zu einem Faktor gehören, Rechnung zu tragen, empfehlen Field und Cortina eine Angleichung von Cronbach's α .^{144,145} Die Bewertung von Cronbach's α wird deswegen nach Bauer vorgenommen.¹⁴⁶ Das Vorgehen wird nach Empfehlung von Field durchgeführt.¹⁴⁵

3.4.3. Multivariate Kovarianzanalyse zur Berechnung des Geschlechtsunterschieds der Visuo-Kognition

Um die Geschlechtsunterschiede der VC möglichst präzise darstellen zu können, wird eine MANCOVA gewählt. Aus den Voranalysen zum Zusammenhang von Alter und Bildung zur VC wurde allein das Alter als signifikanter korrelierender Faktor identifiziert. Aufgrund dessen wird für das Alter als Kovariate in den Analysen des Geschlechtsunterschieds kontrolliert.

Für die Durchführung der MANCOVA werden im ersten Schritt die Voraussetzungen überprüft: Ähnlichkeit der Kovariate (Alter) in beiden Gruppen mittels t-Test, Homogenität der Regressionssteigungen mit Interaktionsterm (Alter*Geschlecht), Varianzhomogenität für alle VC-Tests und VC-Faktoren. Die zusätzlichen Bedingungen der Normalverteilung, multivariaten Normalverteilung und Matrizen-Varianzhomogenität können durch die

Verwendung des Tests Pilai's Spur in der MANCOVA vernachlässigt werden, da Pilai's Spur für einen Bruch dieser Voraussetzungen robust ist, wenn beide Gruppen gleich groß sind.¹⁴⁵

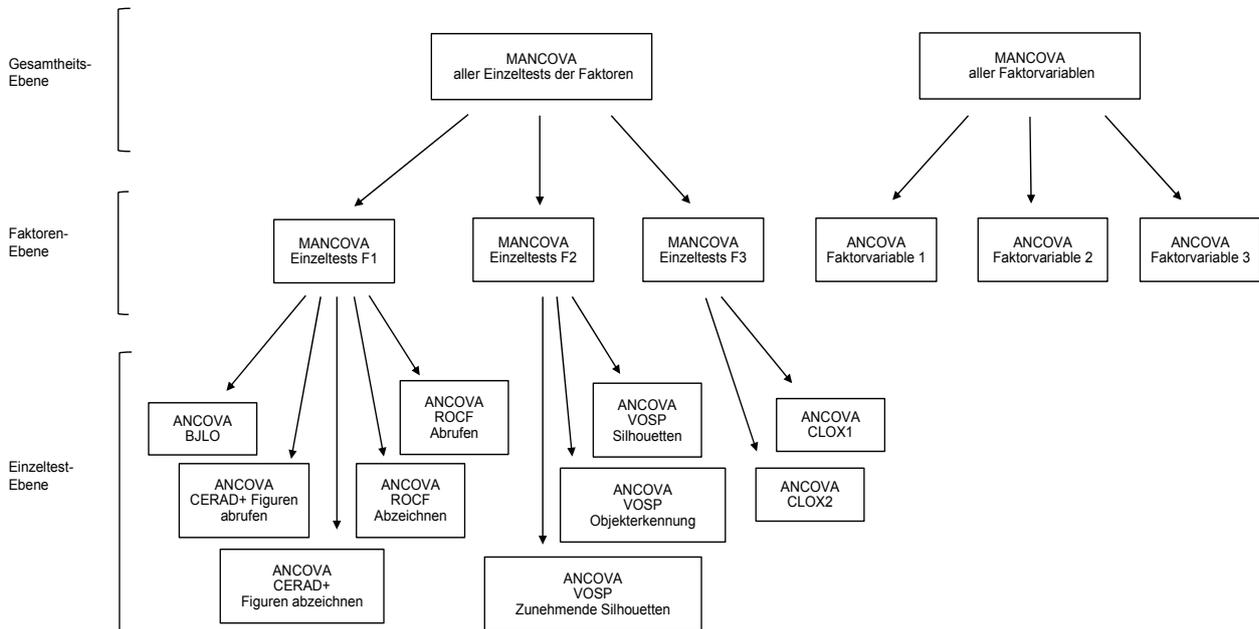


Abbildung 2: Berechnungspfad des Geschlechtsunterschieds der identifizierten Faktoren über die eingeschlossenen Einzeltests (linke Seite) und die Faktorvariablen (rechte Seite)

Um einen möglichst umfassenden Eindruck der Geschlechtszusammenhänge zu gewinnen, werden mehrere MANCOVAs auf verschiedenen Ebenen und mit verschiedenen abhängigen Variablen (Einzeltests eines Faktors, Faktorvariablen, Einzeltests) durchgeführt. Für eine Übersicht siehe Abbildung 2 und 3. Dabei werden die gebildeten Subdomänen (=Faktoren-Ebene) auf zwei verschiedene Arten analysiert. Zum einen werden alle Einzeltests eines Faktors zusammengenommen, um auf diese Weise mit dem Faktor zu rechnen (siehe linke Seite der Abbildung 2). Zum anderen werden aus der PCA neue Variablen gebildet, die den jeweiligen Faktor repräsentieren (siehe rechte Seite Abbildung 2). Diese neuen Variablen werden in der folgenden Arbeit unter dem Namen „Faktorvariable“ geführt. In diese Variablen fließen alle Testverfahren ein, die auf den jeweiligen Faktor laden, nicht nur die endgültigen zugeordneten einzelnen Testverfahren eines Faktors.

Der Einsatz einer MANCOVA ist für diese Arbeit ratsam, da es ein Testverfahren ist, was eine große Teststärke aufweist, einen Geschlechtseffekt zu finden.¹⁴⁵ Eine MANCOVA besitzt des Weiteren auch die Fähigkeit zu erfassen, ob sich die Gruppen entlang einer Kombination von Variablen unterscheidet, nicht nur in Bezug auf eine einzelne Variable.¹⁴⁵ Außerdem ist sie ein sehr geeignetes Verfahren, wenn es einen inhaltlichen Zusammenhang zwischen den Variablen gibt und ein Fehler 1. Art vermieden werden soll.¹⁴⁵

Sofern ein signifikanter Geschlechtsunterschied feststellbar ist, wird die Effektstärke berechnet. Zur Bewertung der Effektstärke wird Cohen's f aus dem partiellen Eta-Quadrat

gebildet. In dieser Interpretation der Effektstärke nach Cohen entspricht $f = .10$ einem schwachen Effekt, $f = .25$ einem moderaten und $f = .40$ einem starken Effekt.¹³⁹

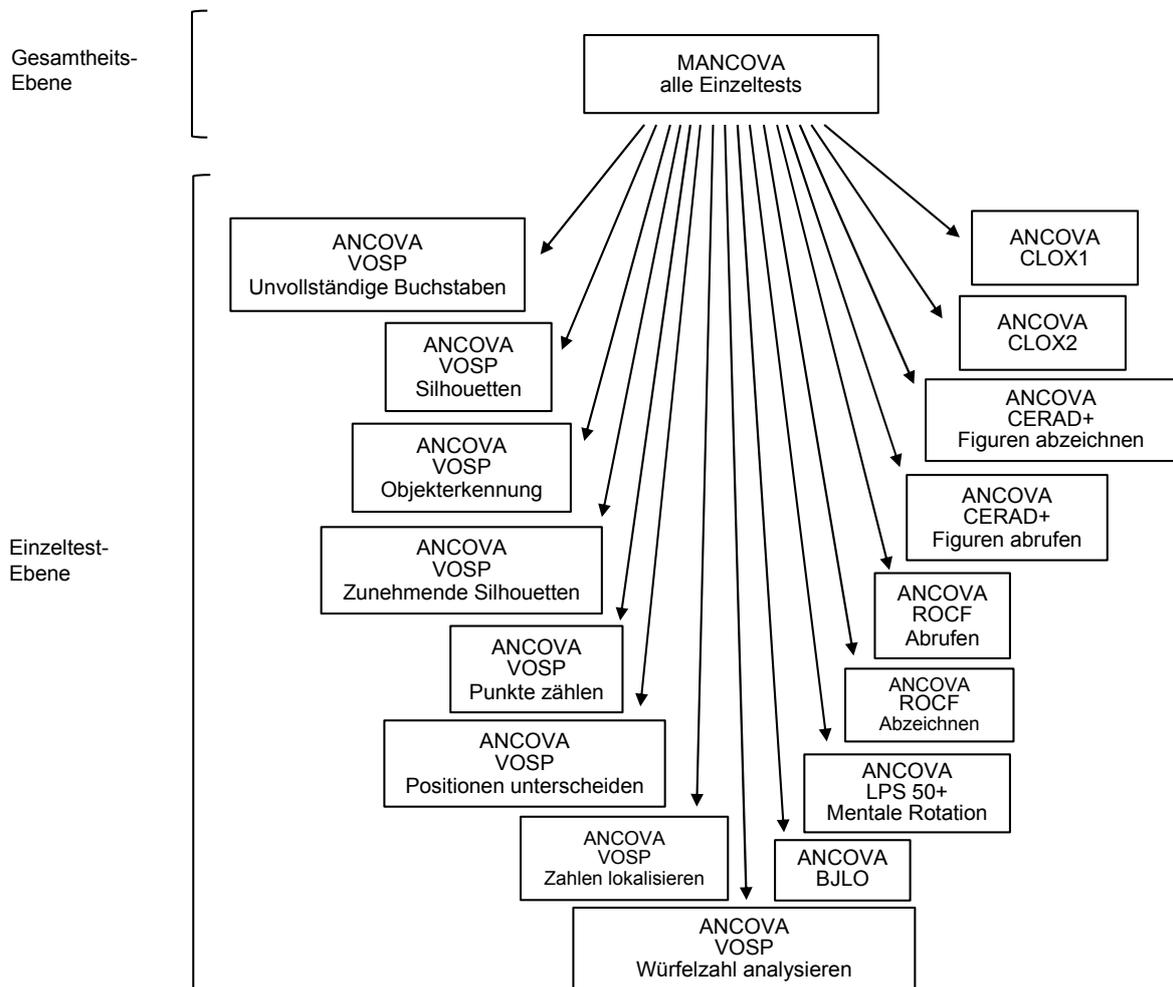


Abbildung 3: Berechnungspfad des Geschlechtsunterschieds für alle eingesetzten Testverfahren

Die MANCOVAs werden anschließend durch einzelne ANCOVAs und DFAs zur detaillierten Darstellung der Ergebnisse komplettiert. Damit ist eine tiefgehende Interpretation der Datenanalysen möglich.¹⁴⁵ Zur Interpretation der DFA wird das Signifikanzniveau überprüft und die Strukturmatrix bewertet.

4. Ergebnisse

4.1 Deskriptive Ergebnisse

4.1.1. Verteilung der Daten

Alle neuropsychologischen und soziodemografischen metrisch-skalierten Werte werden sowohl analytisch (Shapiro-Wilk-Test, Kolmogorov-Smirnov-Test), als auch grafisch (Histogramm, Q-Q-Diagramm, bereinigtes Q-Q-Diagramm, Schiefe und Kurtosis) auf Normalverteilung überprüft. Die Verteilung der Variablen stellt sich insgesamt als heterogen dar.

Für die soziodemografischen Parameter Alter und Bildung zeigt sich analytisch im Shapiro-Wilk-Test für die Gruppe der Männer eine Normalverteilung (Alter $W(50) = .97$, $p = .307$, Bildung $W(50) = 0.97$, $p = .179$), für die Gruppe der Frauen hingegen nicht (Alter $W(50) = .93$, $p = .004$, Bildung $W(50) = 0.92$, $p = .002$). Field rät allerdings zur Feststellung der Normalverteilung bei großen Gruppen ($N > 30$) dazu, auch grafisch die Normalverteilung zu bewerten, da kleine Abweichungen die analytischen Tests beeinflussen können.¹⁴⁵ Dies erfolgt für die beiden soziodemografischen Daten mittels Histogrammen, Q-Q-Diagrammen, trendbereinigten Q-Q-Diagrammen, sowie Schiefe und Kurtosis. Unter Hinzuziehung dieser grafischen Methoden kann für das Alter und die Bildung von einer Normalverteilung für beide Geschlechtsgruppen ausgegangen werden.

Bei den visuo-kognitiven Testverfahren zeigt sich bei getrennter Betrachtung für die beiden Geschlechtsgruppen bei Männern für den LPS 50+ Mentale Rotation, $D(50) = .10$, $p = .200$, und den ROCF Verzögerter Abruf, $D(50) = .07$, $p = .200$, eine signifikante Normalverteilung im Kolmogorov-Smirnov-Test, sowie beim Test VOSP Zunehmende Silhouetten $W(50) = .96$, $p = .063$ im Shapiro-Wilk-Test. Für die Gruppe der Frauen kann analytisch eine signifikante Normalverteilung durch den Kolmogorov-Smirnov-Test für die Tests VOSP Silhouetten, $D(50) = .12$, $p = .067$, LPS 50+ Mentale Rotation, $D(50) = .12$, $p = .078$, und ROCF Verzögerter Abruf, $D(50) = .10$, $p = .200$, dargestellt werden.

Unter Hinzunahme der grafischen Bewertungsmöglichkeiten kann zusätzlich für die Tests VOSP Objekterkennung, VOSP Zunehmende Silhouetten und CLOX1 für beide Geschlechter eine Normalverteilung interpretiert werden, sowie im BJLO für Frauen. Die verbleibenden Tests (VOSP Unvollständige Buchstaben, VOSP Punkte zählen, VOSP Positionen unterscheiden, VOSP Zahlen lokalisieren, VOSP Würfelzahl analysieren, CERAD+ Figuren abzeichnen, CERAD+ Figuren abrufen, ROCF Abzeichnen, CLOX2) weisen hohe Deckeneffekte auf, mit daraus folgender linksschiefer Verteilung. Für Stichproben mit mehr als 30 Teilnehmenden ($N > 30$) gilt allerdings der zentrale Grenzwertsatz, der besagt, dass bei einer großen Stichprobengröße von einer Normalverteilung ausgegangen werden kann.¹⁴⁵ Mit einer Stichprobengröße von 100 Proband*innen ($N = 100$) kann der zentrale Grenzwertsatz

übernommen werden. Im Folgenden werden deswegen parametrische Testverfahren eingesetzt.

Für den BJLO sind die Ergebnisse sowohl in der Kurzversion vorhanden als auch umgerechnet für die Langversion. Da die Langfassung eine höhere Varianz zeigt, wird diese Version im Folgenden verwendet. Für den Test VOSP Zunehmende Silhouetten wird eine Umkehrung der Punktskala vorgenommen, da nach der ursprünglichen Auswertung eine geringe Punktzahl ein besseres Ergebnis bedeutet, alle anderen Testverfahren allerdings eine hohe Punktzahl als bessere Leistung bewerten. Diese inverse Version wird ebenfalls für alle Folgeanalysen verwendet.

Die Tests VOSP Unvollständige Buchstaben, VOSP Punkte zählen, VOSP Positionen unterscheiden, VOSP Zahlen lokalisieren, VOSP Würfelzahl analysieren und CERAD+ Figuren abzeichnen liegen jeweils mit ihrem Mittelwert weniger als einen Punkt unter der maximal zu erreichenden Punktzahl und weisen somit einen starken Deckeneffekt auf.

4.1.2. Beschreibung der Stichprobe

Für die vorliegende Studie wurden insgesamt 100 Proband*innen getestet, davon 50 Frauen und 50 Männer. Die Auswertung für die gesamte Stichprobe nach Alter, Bildung und Punktzahl im MMSE ist in Tabelle 3 dargestellt. Die Altersverteilung für die Gruppe liegt zwischen 51 bis 84 Jahren, mit einem Mittelwert von 64.29 Jahren und einer Standardabweichung von 7.86 Jahren. Der Mittelwert der Bildung beläuft sich auf 15.21 Jahre ($SD = 2.72$ Jahre) mit einem Minimum von 10.50 Jahren und einem Maximum von 22.00 Jahren. Die globale Kognition der Proband*innen wird anhand des MMSE evaluiert. Dieser dient als Ausschlussverfahren, da bei Unterschreiten von 25 Punkten kein Fortfahren der visuo-kognitiven Testung stattfindet. Im MMSE erzielen die Studienteilnehmer*innen im Durchschnitt eine Punktzahl von 29.19 bei 30 möglichen Punkten ($SD = 0.94$ Punkte). Die minimale Punktzahl für die Gruppe beträgt 26 Punkte und fällt damit für alle Teilnehmer*innen höher aus als die benötigten 25 Punkte.

Deskriptive Statistik

	Mittelwert	SD	Varianz	Minimum	Maximum
Alter	64.29	7.86	61.78	51.00	84.00
Bildungsjahre	15.21	2.72	7.41	10.50	22.00
MMSE	29.19	.94	.88	26.00	30.00

Tabelle 3: Soziodemografische Daten und MMSE für die gesamte Stichprobe

Betrachtet man die beiden Gruppen (Männer, Frauen) getrennt (siehe Tabelle 4), zeigt sich ein höheres durchschnittliches Alter ($M = 65.28$ Jahre, $SD = 6.99$ Jahre) bei der Gruppe der Männer im Vergleich zu den Frauen ($M = 63.30$ Jahre, $SD = 8.60$ Jahre). Die Bildung ist ebenfalls bei den Männern mit durchschnittlich 15.77 Bildungsjahren ($SD = 2.51$ Jahre) vergleichsweise höher als bei den Frauen ($M = 14.64$ Jahre, $SD = 2.84$ Jahre). Zur

Einschätzung dieses Unterschieds für das Alter und die Bildung wurde jeweils ein unabhängiger t-Test als Vergleich der Gruppen gerechnet. Die Altersdifferenz ist demnach nicht signifikant verschieden, $t(98) = 1.26$, $p = .209$. Bei der Bildung ist allerdings ein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen festzustellen, $t(98) = 2.11$, $p = .037$, mit einem geringen Effekt ($r = .21$) nach Cohen.

Deskriptive Statistik

	Geschlecht	Statistik				
		Mittelwert	Varianz	SD	Minimum	Maximum
Alter	Männlich	65.28	48.86	6.99	52.00	84.00
	Weiblich	63.30	73.97	8.60	51.00	78.00
Bildungsjahre	Männlich	15.77	6.29	2.51	11.00	22.00
	Weiblich	14.64	8.04	2.84	10.50	20.00

Tabelle 4: Soziodemografische Daten getrennt nach Geschlecht dargestellt

4.2 Zusammenhang des Alters und der Bildung zur Visuo-Kognition

Um den Zusammenhang der soziodemografischen Parameter (Alter, Bildung) zur Leistung in den einzelnen visuo-kognitiven Testverfahren einschätzen zu können, wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet. Das Alter korreliert in negativer Weise mit allen eingesetzten Testverfahren (siehe Abbildung 4-6). Signifikant ist diese Korrelation für die folgenden Tests: VOSP Silhouetten $r(98) = -.37$, $p < .001$; VOSP Zunehmende Silhouetten

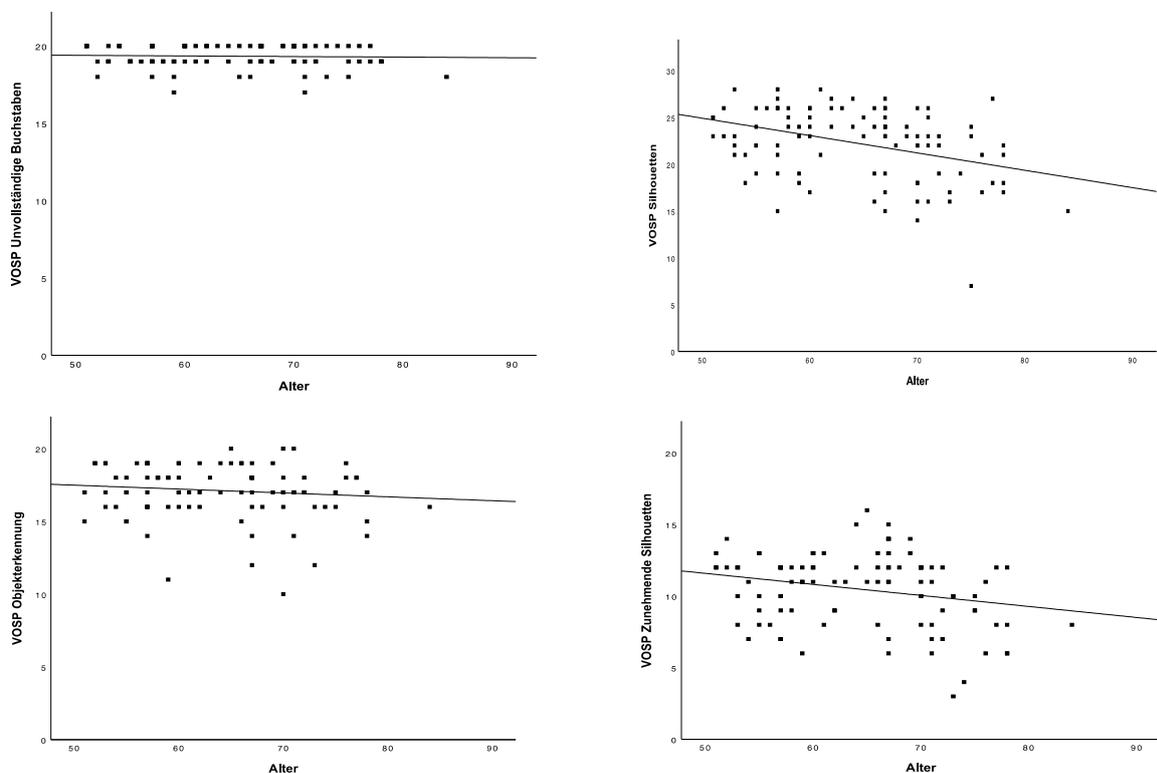


Abbildung 4: Korrelationen zwischen den einzelnen eingesetzten visuo-kognitiven Testverfahren (y-Achse) und dem Alter (x-Achse) für die Subtests 1-4 der VOSP

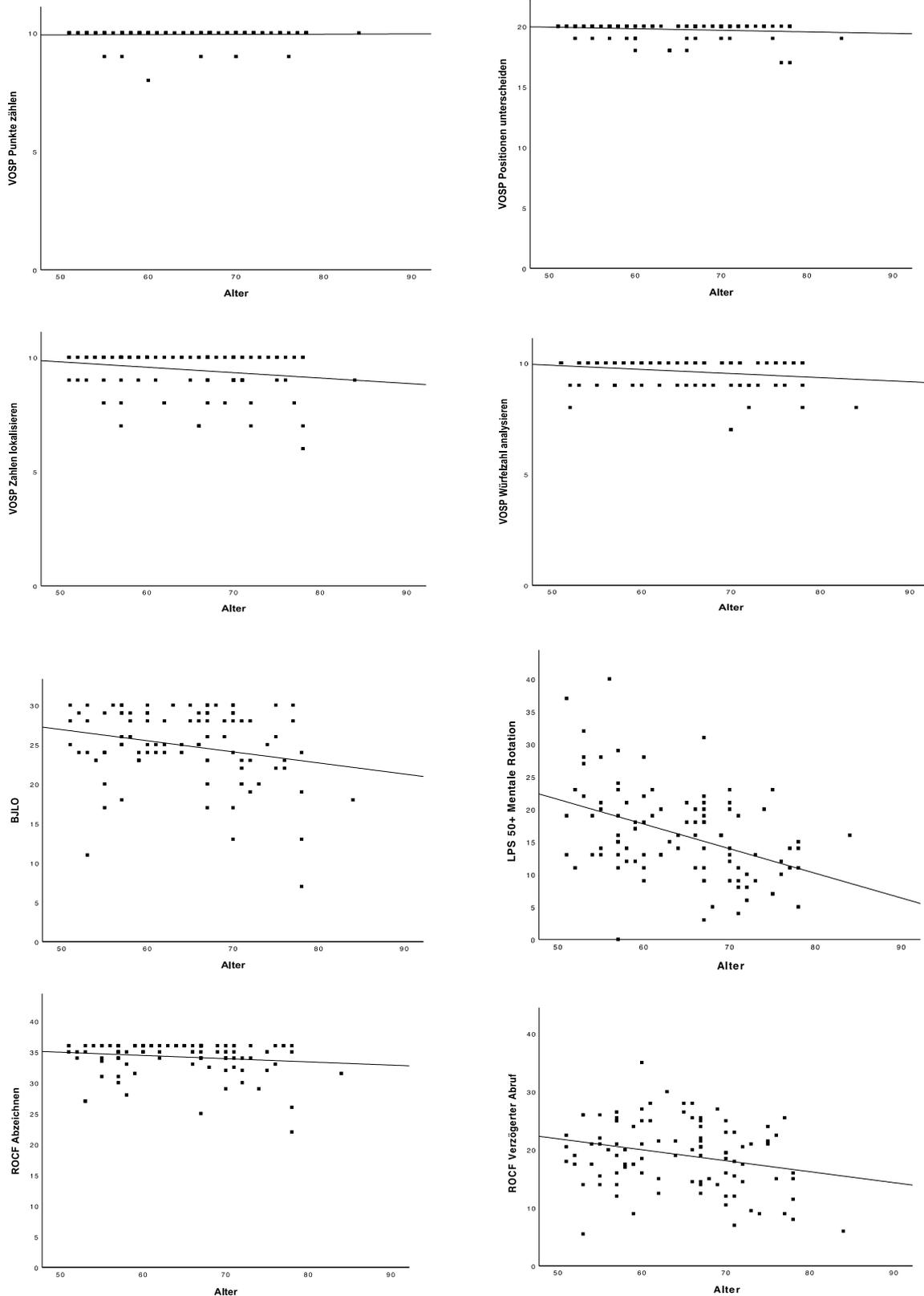


Abbildung 5: Korrelationen zwischen den einzelnen eingesetzten visuo-kognitiven Testverfahren (y-Achse) und dem Alter (x-Achse) für die Subtests 5-8 der VOSP, den BJLO, den Subtest 7 Mentale Rotation des LPS 50+ und die beiden Subtests des ROCF

$r(98) = -.24, p = .018$; VOSP Zahlen lokalisieren $r(98) = -.20, p = .043$; VOSP Würfelzahl analysieren $r(98) = -.22, p = .028$; LPS 50+ Mentale Rotation $r(98) = -.42, p < .001$; BJLO $r(98) = -.24, p = .016$; ROCF Verzögerter Abruf $r(98) = -.26, p = .010$; CERAD+ Figuren abrufen

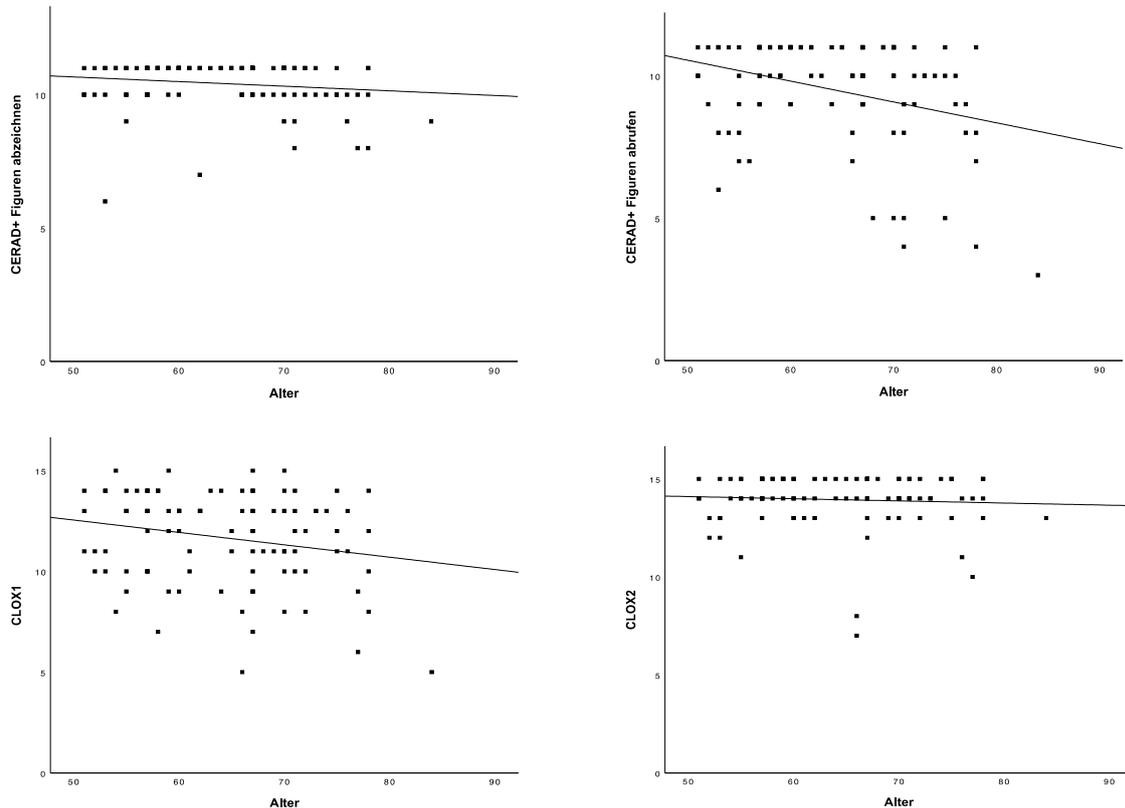


Abbildung 6: Korrelationen zwischen den einzelnen eingesetzten visuo-kognitiven Testverfahren (y-Achse) und dem Alter (x-Achse) für die beiden Subtests des CERAD+ sowie CLOX1 und CLOX2

$r(98) = -.31, p = .002$ und $CLOX1 r(98) = -.21, p = .034$. Betrachtet man die Zusammenhänge zwischen Alter und Leistung in den einzelnen VC-Tests getrennt für Männer und Frauen, ist ein signifikant negativer Zusammenhang bei Männern feststellbar für VOSP Silhouetten, $r(48) = -.29, p = .041$; LPS 50+ Mentale Rotation $r(48) = -.31, p = .032$ und CERAD+ Figuren abrufen $r(48) = -.40, p = .004$ und bei Frauen für VOSP Silhouetten, $r(48) = -.46, p = .001$; VOSP Zunehmende Silhouetten $r(48) = -.39, p = .005$; VOSP Würfelzahl analysieren $r(48) = -.34, p = .017$; BJLO $r(48) = -.37, p = .007$; LPS 50+ Mentale Rotation $r(48) = -.53, p < .001$ und ROCF Verzögerter Abruf $r(48) = -.32, p = .024$. Ein höheres Alter zeigt in diesen Testverfahren einen signifikanten negativen Zusammenhang zu der visuo-kognitive Leistung. Mittels Fisher's z-Test werden die Korrelationen auf signifikante Unterschiede verglichen. Dabei ist kein signifikanter Unterschied zwischen dem Zusammenhang des Alters zur VC bei Männern im Vergleich zu Frauen feststellbar.

Für die Bildung werden dieselben Analysen durchgeführt. Dabei kann allein ein geringer negativer Zusammenhang zwischen der Bildung und dem Test VOSP Positionen unterscheiden erhoben werden, $r(98) = -.25, p = .013$. Alle anderen Testverfahren korrelieren nicht signifikant mit der Bildung. Für die beiden Gruppen getrennt betrachtet, ergibt sich bei den Männern ein geringer signifikanter Zusammenhang der Bildung mit diesem Einzeltest, $r(48) = -.28, p = .047$, für Frauen ist der Zusammenhang nicht signifikant, $r(48) = -.23, p = .109$. Bei Frauen hingegen korreliert der Test CERAD+ Figuren abzeichnen $r(48) = .28, p = .049$

geringfügig mit der Bildung, bei Männern ist die Korrelation allerdings nicht signifikant $r(48) = -.08, p = .591$. Fisher's z-Test stellt bei beiden Testverfahren keinen signifikanten Unterschied des Zusammenhangs von Bildung zur VC zwischen Männern und Frauen fest. Zu beachten ist hier abermals die eingeschränkte Beurteilbarkeit des VOSP Positionen unterscheiden, sowie des CERAD+ Figuren abzeichnen aufgrund des starken Deckeneffekts dieser Einzeltests.

Aus der Untersuchung der Zusammenhänge von Alter und Bildung auf die VC ergibt sich nur für das Alter ein geringer bis moderater signifikanter negativer Zusammenhang zur VC-Leistung. Dieser Korrelation unterscheidet sich nicht signifikant zwischen Männern und Frauen. Für die Berechnung des Geschlechtszusammenhangs zu der VC wird deswegen im Folgenden allein für das Alter als Kovariate kontrolliert.

4.3 Hauptkomponentenanalyse zur Identifizierung von visuo-kognitiver Subdomänen

Die Struktur der VC-Subkomponenten wird mittels einer explorativen PCA untersucht. Durch den möglichen Zusammenhang der einzelnen visuo-kognitiven Testverfahren untereinander wird eine PCA mit obliminer Rotation durchgeführt. Variablen (= Testverfahren) mit nur geringen Korrelationen nach Cohen zu anderen Variablen ($r < .3$) werden, wie von Field empfohlen, exkludiert, mit sich daran anschließend erneuter Analyse ohne diese Variablen.^{139,140,145} Die Tests VOSP Unvollständige Buchstaben, VOSP Punkte zählen, VOSP Zahlen lokalisieren und VOSP Würfelzahl analysieren weisen jeweils zu allen anderen Testverfahren nur geringe Zusammenhänge ($r < .3$) auf.

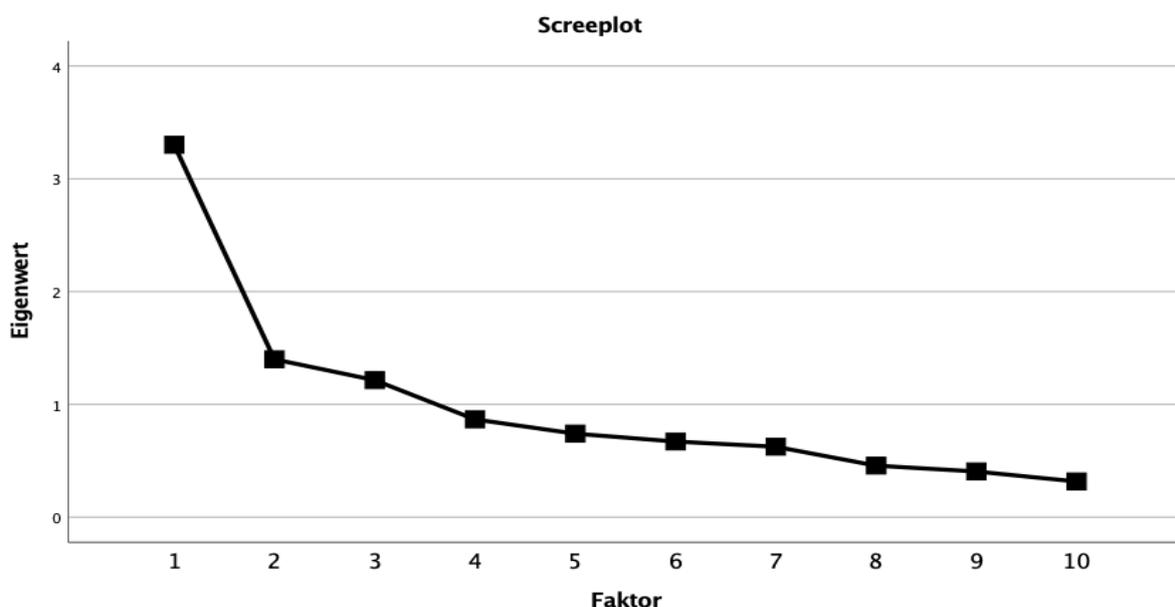


Abbildung 7: Screeplot der Hauptkomponentenanalyse

Der Test VOSP Positionen unterscheiden, $r(98) = .35$, $p < .001$, und der Test LPS 50+ Mentale Rotation, $r(89) = .31$, $p = .007$, weisen nur eine einzelne moderate Korrelation ($r = .3$) auf. Die genannten Testverfahren korrelieren somit zu wenig mit den anderen Tests, um in die weitere PCA eingerechnet zu werden und werden exkludiert.¹⁴⁵

Die anschließende PCA zeigt für alle Variablen mehrere moderate Korrelationen ($r > .3$) untereinander und versichert mit einem Determinanten-Wert von 0.089 den Ausschluss einer Multikollinearität. Das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium als Maß der Stichprobeneignung ist als gut einzustufen ($KMO = .72$) und auch der Bartlett-Test auf Sphärizität unterstreicht durch seine Signifikanz die Eignung der Variablen für eine PCA, $X^2(45) = 229.67$, $p < .001$. Nach dem Eigenwert-Kriterium von 1 nach Kaiser liegen drei Komponenten vor, die zusammen eine Varianz von 59% erklären. Der Screeplot zeigt durch seine Beugung ebenfalls drei Komponenten an (siehe Abbildung 7). Die Tabellen 5 und 6 stellen die rotierten Ladungen in der Mustermatrix, sowie in der Strukturmatrix dar. Auf den ersten Faktor laden der ROCF Abzeichnen, CERAD+ Figuren abzeichnen, CERAD+ Figuren abrufen, BJLO und der ROCF Verzögerter Abruf. Aus der Strukturmatrix lassen sich Querladungen zwischen dem ersten und dem zweiten Faktor für den BJLO und ROCF Verzögerter Abruf ablesen. Beide Tests laden aber deutlich höher auf den ersten Faktor, was sich in der Zuordnung der beiden Variablen in der Mustermatrix bestätigend wiederfindet.

	Strukturmatrix PCA		
	Komponente		
	1	2	3
ROCF – Abzeichnen	.77	-.21	-.01
CERAD+ – Figuren abrufen	.70	-.27	.35
CERAD+ – Figuren abzeichnen	.70	-.07	.23
BJLO – Langversion	.70	-.53	.06
ROCF – Verzögerter Abruf	.62	-.44	-.02
VOSP – Silhouetten	.28	-.81	.22
VOSP – Objekterkennung	.25	-.80	.00
VOSP – Zunehmende Silhouetten	.23	-.68	.00
CLOX2 – Copy	.02	-.16	.85
CLOX1 – Command	.36	.01	.73
Eigenwerte	3.30	1.40	1.22
% der Varianz	33.02	14.00	12.15
Cronbach's α	.65	.63	.46

Faktorladungen $|\gt;0.4|$ sind fettgedruckt.

Tabelle 5: Strukturmatrix der Hauptkomponentenanalyse

Auf den zweiten Faktor laden der VOSP Objekterkennung, VOSP Silhouetten und VOSP Zunehmende Silhouetten. Der dritte Faktor wird gebildet durch CLOX2 und CLOX1. Aufgrund

des theoretischen Hintergrunds wird für den Faktor 1 die Bezeichnung *komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten* gewählt, für den Faktor 2 der Name *visuo-perzeptive Fähigkeiten* und der Faktor 3 wird im Folgenden mit *CLOX1+2* betitelt.

Die Komponentenkorrelationsmatrix (Tabelle 7) deutet daraufhin, dass die Faktoren nicht streng unabhängig voneinander sind, sodass die oblimine Rotation als bevorzugte Rotationsmethode bestätigt werden kann.

Die abschließende Reliabilitätsprüfung ergibt für alle drei Faktorvariablen eine ausreichende Reliabilität durch adjustierte Bewertung von Cronbach's α nach der Anzahl der Testverfahren, die zu den Faktovariablen gezählt werden (*komplexe visuo-kognitiven Fähigkeiten* Cronbach's $\alpha = .65$, *visuo-perzeptiven Fähigkeiten* Cronbach's $\alpha = .63$, *CLOX1+2* Cronbach's $\alpha = .46$).

<i>Mustermatrix PCA</i>			
	Komponente		
	1	2	3
ROCF – Abzeichnen	.79	.02	-.14
CERAD+ – Figuren abzeichnen	.72	.15	.12
CERAD+ – Figuren abrufen	.64	-.07	.25
BJLO – Langversion	.60	-.35	-.05
ROCF – Verzögerter Abruf	.55	-.28	-.11
VOSP – Objekterkennung	.01	-.80	-.03
VOSP – Silhouetten	.01	-.80	.19
VOSP – Zunehmende Silhouetten	.03	-.67	-.04
CLOX2 – Copy	-.17	-.17	.87
CLOX1 – Command	.29	.12	.69
Eigenwerte	3.30	1.40	1.22
% der Varianz	33.02	14.00	12.15
Cronbach's α	.65	.63	.46

Faktorladungen $|\gt 0.4|$ sind fettgedruckt.

Tabelle 6: Mustermatrix der Hauptkomponentenanalyse

Zusammenfassend ergeben sich aus der PCA drei Faktoren, die zusammengefasst 59% der Varianz erklären können: Der erste Faktor *komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten* umfasst die Testverfahren BJLO, CERAD+ Figuren abzeichnen, CERAD+ Figuren abrufen, ROCF Abzeichnen und ROCF Verzögerter Abruf und erklärt mit 33% den größten Anteil der Gesamtvarianz. Der zweite Faktor *visuo-perzeptive Fähigkeiten* beinhaltet die drei Subtests der VOSP Silhouetten, Objekterkennung, Zunehmende Silhouetten und erklärt 14% der Varianz. Der dritte Faktor setzt sich aus CLOX1 und CLOX2 zusammen und kann damit 12% der Varianz erklären.

Komponente	1	2	3
1	1.00	-.30	.16
2	-.30	1.00	-.04
3	.16	-.04	1.00

Tabelle 7: Komponentenkorrelationsmatrix

4.4 Geschlecht und Visuo-Kognition

Die Ergebnisse der einzelnen VC-Tests sind getrennt nach Geschlecht in Tabelle 8 dargestellt. In den folgenden Tests erzielen Männer durchschnittlich höhere Punktwerte: VOSP Silhouetten (22.32 vs. 22.22), VOSP Objekterkennung (17.26 vs. 16.96), VOSP Zunehmende Silhouetten (11.02 vs. 9.96), BJLO (26.26 vs. 23.50), ROCF Abzeichnen (34.36 vs. 34.03), ROCF Verzögerter Abruf (19.62 vs. 18.75), CERAD+ Figuren abzeichnen (10.50 vs. 10.34). Frauen hingegen schneiden in den folgenden Tests im Durchschnittsvergleich besser ab: VOSP Würfelzahl analysieren (9.68 vs. 9.58), LPS 50+ Mentale Rotation (16.36 vs. 15.82), CERAD+ Figuren abrufen (9.56 vs. 9.44), CLOX1 (11.94 vs. 11.40) und CLOX2 (14.14 vs. 13.74). Ob diese Unterschiede der Testleistungen zwischen den Geschlechtern signifikant sind, wird im Verlauf mit einer MANCOVA überprüft.

Teststatistik

	Geschlecht	Statistik					
		Mittelwert	SD	Varianz	Minimum	Maximum	Max. err. Punktzahl
VOSP – Unvollständige Buchstaben	Männlich	19.34	.75	.56	17.00	20.00	20.00
	Weiblich	19.34	.72	.51	17.00	20.00	20.00
VOSP – Silhouetten	Männlich	22.32	4.01	16.10	7.00	27.00	30.00
	Weiblich	22.22	3.84	14.75	14.00	28.00	30.00
VOSP – Objekterkennung	Männlich	17.26	1.71	2.93	10.00	20.00	20.00
	Weiblich	16.96	1.99	3.96	11.00	20.00	20.00
VOSP – Zunehmende Silhouetten	Männlich	11.02	2.12	4.51	7.00	16.00	20.00
	Weiblich	9.96	2.86	8.20	3.00	15.00	20.00
VOSP – Punkte zählen	Männlich	9.94	.24	.06	9.00	10.00	10.00
	Weiblich	9.92	.34	.12	8.00	10.00	10.00
VOSP – Positionen unterscheiden	Männlich	19.74	.63	.40	17.00	20.00	20.00
	Weiblich	19.74	.63	.40	17.00	20.00	20.00
VOSP – Zahlen lokalisieren	Männlich	9.46	.84	.70	7.00	10.00	10.00
	Weiblich	9.46	.99	.99	6.00	10.00	10.00
VOSP – Würfelzahl analysieren	Männlich	9.58	.70	.49	7.00	10.00	10.00
	Weiblich	9.68	.62	.39	7.00	10.00	10.00

BJLO –	Männlich	16.86	3.27	10.69	7.00	20.00	20.00
Kurzversion	Weiblich	14.70	3.64	13.28	3.00	20.00	20.00
BJLO –	Männlich	26.26	4.06	16.48	13.00	30.00	30.00
Langversion	Weiblich	23.50	4.77	22.74	7.00	30.00	30.00
LPS 50+ –	Männlich	15.82	7.27	52.89	0.00	40.00	40.00
Mentale Rotation	Weiblich	16.36	6.90	47.58	3.00	37.00	40.00
ROCF –	Männlich	34.36	2.27	5.14	27.00	36.00	36.00
Abzeichnen	Weiblich	34.03	3.18	10.14	22.00	36.00	36.00
ROCF –	Männlich	19.62	6.21	38.55	5.50	35.00	36.00
Verzögerter Abruf	Weiblich	18.75	5.44	29.54	7.00	28.00	36.00
CERAD+ –	Männlich	10.50	.86	.74	7.00	11.00	11.00
Figuren abzeichnen	Weiblich	10.34	.98	.96	6.00	11.00	11.00
CERAD+ –	Männlich	9.44	2.02	4.09	3.00	11.00	11.00
Figuren abrufen	Weiblich	9.56	1.66	2.74	4.00	11.00	11.00
CLOX1 –	Männlich	11.40	2.26	5.10	5.00	15.00	15.00
Command	Weiblich	11.94	2.29	5.24	6.00	15.00	15.00
CLOX2 –	Männlich	13.74	1.68	2.81	7.00	15.00	15.00
Copy	Weiblich	14.14	.95	.90	11.00	15.00	15.00

Tabelle 8: Testergebnisse der visuo-kognitiven Testverfahren getrennt nach Geschlecht

In den Testverfahren VOSP Unvollständige Buchstaben, VOSP Punkte zählen, VOSP Positionen unterscheiden, VOSP Zahlen lokalisieren zeigt sich unter Betrachtung des Mittelwerts kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen. In diesen Testverfahren stellt sich allerdings ein hoher Deckeneffekt der Ergebnisse dar, der bei der Interpretation der Ergebnisse dringend beachtet werden sollte.

4.4.1. Multivariate Kovarianzanalyse zur Berechnung des Geschlechtsunterschieds der Visuo-Kognition

Für die Berechnung des Geschlechtsunterschieds einzelner visuo-kognitiven Tests und der gebildeten VC-Faktoren unter Kontrolle des Alters wurden mehrere MANCOVAs gerechnet. Eine Übersicht mit Abfolge der Berechnungen und Einordnung in die untersuchten Ebenen ist in der Abbildung 8 dargestellt. Der folgende Berechnungspfad enthält die meisten Informationen und wird deswegen ausführlich mit den berechneten Ergebnissen zuerst dargelegt: Beginn mit einer MANCOVA der Einzeltests, die einer Komponente zugeordnet wurden, anschließend eine MANCOVA jedes einzelnen Faktors mit den zugehörigen Tests, sowie abschließend eine ANCOVA aller Testverfahren einzeln eines jeden Faktors (siehe linke Seite Abbildung 8).

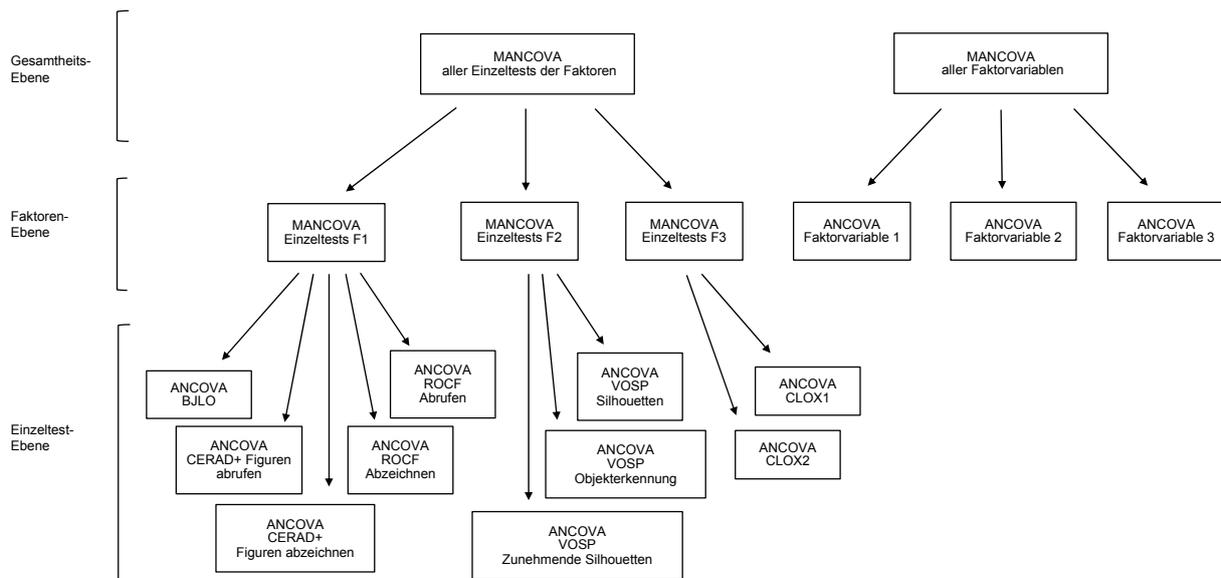


Abbildung 8: Berechnungspfad des Geschlechtsunterschieds der identifizierten Faktoren über die eingeschlossenen Einzeltests (linke Seite) und die Faktorvariablen (rechte Seite)

Danach folgt die Darstellung der Analysen der Faktorvariablen und allen durchgeführten Einzeltests.

Vor Beginn der Analysen werden die Voraussetzungen für eine MANCOVA überprüft. Die Ähnlichkeit der Kovariate (Alter) konnte bereits zu Beginn mittels t-Test (siehe 4.1.2. Beschreibung der Stichprobe) festgestellt werden und ist gegeben. Die Homogenität der Regressionssteigungen wird mit Hilfe einer MANCOVA mit Interaktionsterm (Alter*Geschlecht) überprüft und ist ebenfalls für alle einzelnen VC-Tests und alle drei Faktorvariablen gegeben. Die Varianzhomogenität kann mittels Levene-Test für alle Faktorvariablen und alle VC-Tests ebenfalls bestätigt werden, die einzige Ausnahme davon stellt der Test VOSP Zunehmende Silhouetten $F(1,98) = 4.01$, $p = .048$ dar. Die Voraussetzungen der Normalverteilung, der multivariaten Normalverteilung und der Matrizen-Varianzhomogenität können dagegen vernachlässigt werden, da der eingesetzte Test der MANCOVA (Pilai's Spur) bei gleicher Gruppengröße robust gegenüber Verletzungen dieser Bedingungen ist.¹⁴⁵

(1) Geschlechtsunterschiede der Einzeltests der identifizierten Faktoren

Multivariate Kovarianzanalyse der Einzeltests zu den gebildeten Faktoren

Eine graphische Übersicht der Ergebnisse dieses Berechnungspfads ist in Abbildung 9 auf der linken Seite dargestellt. Die erste Analyse umfasst alle Einzeltests, die aus der PCA hervorgegangen sind: VOSP Silhouetten, VOSP Objekterkennung, VOSP Zunehmende Silhouetten, BJLO, ROCF Abzeichnen, ROCF Abrufen, CERAD+ Figuren abzeichnen, CERAD+ Figuren abrufen, CLOX1 und CLOX2.

Diese MANCOVA zeigt bei Anwendung des Tests Pilai's Spur einen signifikanten Geschlechtsunterschied über alle Einzeltests aller Faktoren hinweg, $V = .23$, $F(10, 88) = 2.56$,

$p = .009$, $\eta_p^2 = .23$. Dieser Geschlechtsunterschied wird nach Cohen als stark bewertet, $f = .54$. Hier lässt sich jedoch noch keine Aussage treffen, worin dieser Unterschied des Geschlechts begründet liegt. Der nächste Schritt besteht aus drei einzelnen MANCOVAs (für jeden Faktor eine) mit den Einzeltests, die jeweils zu einem Faktor gezählt werden. Für die MANCOVA der Einzeltests des ersten Faktors (BJLO, ROCF Abzeichnen, ROCF Abrufen, CERAD+ Figuren abzeichnen, CERAD+ Figuren abrufen) ergibt sich ein signifikanter starker Geschlechtsunterschied auf die Gesamtheit der Tests des Faktors 1, $V = .15$, $F(5, 93) = 3.24$, $p = .010$, $\eta_p^2 = .15$, $f = .42$. Für den zweiten Faktor (mit den Tests VOSP Silhouetten, VOSP Objekterkennung, VOSP Zunehmende Silhouetten) lässt sich durch die MANCOVA kein signifikanter Geschlechtsunterschied darstellen, $V = 0.06$, $F(3, 95) = 2.08$, $p = .108$. Gleiches gilt für die MANCOVA der Einzeltests des Faktors 3 (CLOX1, CLOX2), $V = .02$, $F(2, 96) = 1.09$, $p = .339$. Damit sind die anschließenden ANCOVAs für die einzelnen Tests des Faktors 2 und 3 nicht mehr vor einem Fehler 1. Art geschützt. Nur eine signifikante MANCOVA (wie bei Faktor 1 sichtbar) schützt die folgenden ANCOVAs vor einer Darstellung eines Geschlechtsunterschieds, wo keiner ist.¹⁴⁵

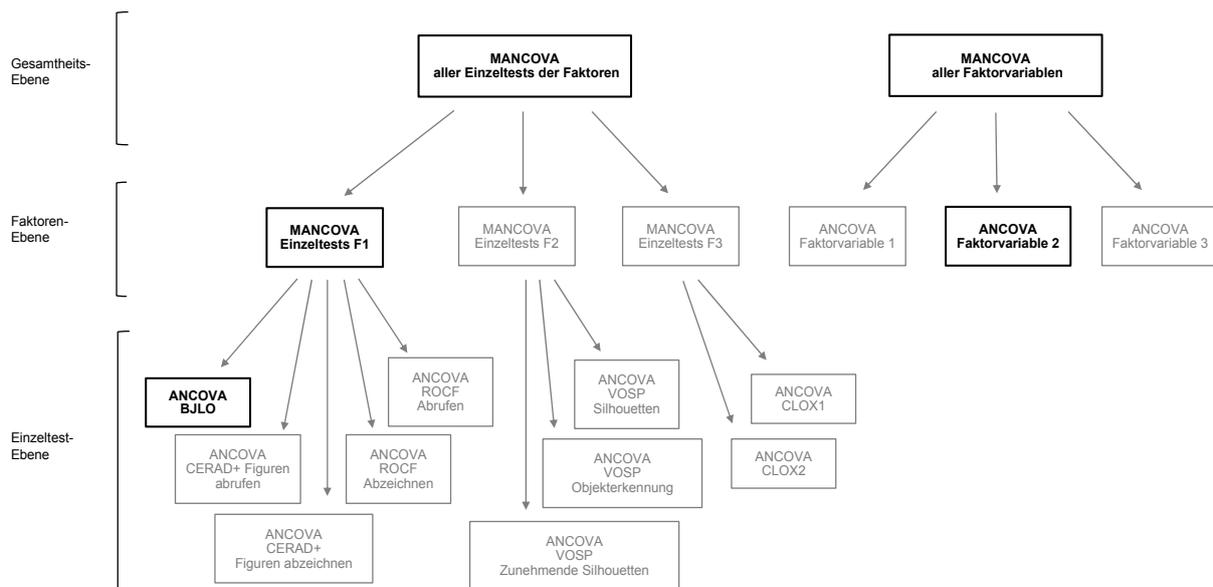


Abbildung 9: Berechnungspfad des Geschlechtsunterschieds mit Hervorhebung (fettgedruckt) der Variablen, die einen signifikanten Geschlechtsunterschied aufweisen

Die anschließenden ANCOVAs aller Einzeltests des Faktors 1 (BJLO, ROCF Abzeichnen, ROCF Abrufen, CERAD+ Figuren abzeichnen, CERAD+ Figuren abrufen) zeigen nur für den BJLO einen signifikanten moderaten bis starken Geschlechtsunterschied auf die visuo-kognitive Leistung mit einer Erklärung der Varianz dadurch von 12%, $F(1) = 12.95$, $p = .001$, $\eta_p^2 = .12$, $f = .37$. Die Kovariate Alter beeinflusst die Leistung im BJLO ebenfalls signifikant, $F(1) = 9.12$, $p = .003$, $r = -.24$, und bekräftigt damit das Vorgehen für diese Variable zu kontrollieren. Mit diesem Ergebnis stellt sich ein signifikanter Geschlechtsunterschied der Leistung im BJLO unter Kontrolle des Alters dar, mit höheren Punktwerten bei Männern

($M = 26.26$, $SD = 4.06$) im Vergleich zu Frauen ($M = 23.50$, $SD = 4.77$). Die Effektstärke des Geschlechtsunterschieds im BJLO ist mit $f = 0.37$ nach Cohen als moderat bis stark einzustufen.¹³⁹ Alle anderen Einzeltests des ersten Faktors zeigen keinen signifikanten Geschlechtsunterschied in den einzelnen ANCOVAs: ROCF Abzeichnen $F(1) = 0.64$, $p = .428$; ROCF Abrufen $F(1) = 1.23$, $p = .270$; CERAD+ Figuren abzeichnen $F(1) = 1.14$, $p = .288$; CERAD+ Figuren abrufen $F(1) = 0.01$, $p = .943$.

Auf Einzeltest-Ebene des zweiten Faktors stellt sich für den Test VOSP Zunehmende Silhouetten ein signifikanter moderater Geschlechtsunterschied dar, $F(1) = 6.28$, $p = .014$, $\eta_p^2 = .06$, $f = .26$, mit besseren Ergebnissen bei Männern ($M = 11.02$, $SD = 2.12$) im Vergleich zu Frauen ($M = 9.96$, $SD = 2.86$). Die Effektstärke liegt bei $f = .26$ und ist nach Cohen als moderat zu bewerten. Allerdings ist dieser Effekt nicht verwertbar, da die vorangehende MANCOVA aller Einzeltests des Faktors 2 keinen signifikanten Geschlechtsunterschied gezeigt hat. Der Geschlechtsunterschied im Tests VOSP Zunehmende Silhouetten muss demnach als Fehler 1. Art interpretiert werden.¹⁴⁵ Die anderen beiden Testverfahren des zweiten Faktors zeigen keinen signifikanten Geschlechtsunterschied in den jeweiligen ANCOVAs: VOSP Silhouetten, $F(1) = 0.42$, $p = .521$, VOSP Objekterkennung, $F(1) = 0.92$, $p = .339$.

Für die Einzeltests des dritten Faktors sind keine signifikanten Geschlechtsunterschiede feststellbar, weder für CLOX1, $F(1) = 0.89$, $p = .349$, noch für CLOX2, $F(1) = 1.95$, $p = .166$.

Diskriminanzanalyse der Einzeltests zu den gebildeten Faktoren

Zum besseren Verständnis der Ergebnisse wird eine DFA der Einzeltests des Faktors 1 gerechnet. Diese ergibt eine diskriminante Dimension, die 100% der Varianz erklärt, kanonisches $R^2 = .13$. Diese Dimension unterscheidet die Gruppen signifikant, $\Lambda = .87$, $X^2(5) = 13.74$, $p = .017$. Die Strukturmatrix dieser DFA ist in Tabelle 9 dargestellt.

<i>Strukturmatrix DFA: Einzeltests Faktor 1</i>	
	Funktion
	1
BJLO – Langversion	.80
CERAD+ – Figuren abzeichnen	.22
ROCF – Verzögerter Abruf	.19
ROCF – Abzeichnen	.15
CERAD+ – Figuren abrufen	-.08

Tabelle 9: Strukturmatrix der Diskriminanzanalyse für alle Einzeltests des ersten Faktors

Der BJLO lädt mit Abstand am höchsten auf diese Dimension ($r = .80$), alle andere Testverfahren zeigen nur schwache Ladungen auf die diskriminante Funktion (ROCF Abzeichnen ($r = .15$), ROCF Verzögerter Abruf ($r = .19$), CERAD+ Figuren abzeichnen ($r = .22$), CERAD+ Figuren abrufen ($r = -.08$)). Durch den deutlichen Unterschied der Ladungen

kann davon ausgegangen werden, dass die signifikante Unterscheidung der Gruppen vor allem durch den BJLO bedingt ist.¹⁴⁷

Damit deckt sich das Ergebnis der DFA für den ersten Faktor mit der MANCOVA des ersten Faktors: Es ist ein Geschlechtsunterschied über alle Tests des Faktors 1 hinweg zu verzeichnen, dieser ist vor allem durch den Geschlechtsunterschied beim Test BJLO bedingt, da sich nur hier ein signifikanter Geschlechtsunterschied auf Einzeltest-Ebene zeigt.

Die DFA für den zweiten Faktor zeigt ebenfalls eine diskriminante Funktion, die 100% der Varianz erklärt, kanonisches $R^2 = .05$. Für diese Dimension liegt keine signifikante Gruppenunterscheidung vor, $\Lambda = .95$, $X^2(3) = 4.99$, $p = .172$. Die Strukturmatrix (Tabelle 10) stellt die Ladungen der einzelnen Tests auf die diskriminante Dimension dar.

	Funktion
	1
VOSP – Zunehmende Silhouetten	.92
VOSP – Objekterkennung	.35
VOSP – Silhouetten	.06

Tabelle 10: Strukturmatrix der Diskriminanzanalyse für alle Einzeltests des zweiten Faktors

Der Test VOSP Zunehmende Silhouetten lädt deutlich höher ($r = .92$) als die andere beiden Testverfahren auf die Dimension (VOSP Silhouetten ($r = .06$); VOSP Objekterkennung ($r = .35$)). Da die Dimension keine signifikanten Gruppenunterscheidung aufweist, deckt sich ebenfalls mit dem Ergebnis der zuvor berechneten MANCOVA für den Faktor 2: Über alle Tests dieses Faktors hinweg, ist kein Geschlechtsunterschied zu verzeichnen. Der Test VOSP Zunehmende Silhouetten ist in seinem Geschlechtsunterschied nicht signifikant und fällt demnach nicht stark genug ins Gewicht, um für den Faktor 2 übergreifend einen Geschlechtsunterschied darzustellen.

	Funktion
	1
CLOX2 – Copy	.89
CLOX1 – Command	.72

Tabelle 11: Strukturmatrix der Diskriminanzanalyse für alle Einzeltests des dritten Faktors

Für den letzten Faktor zeigt sich in der DFA ebenfalls eine Bestätigung des Ergebnisses der MANCOVA. Eine diskriminante Dimension kann 100% der Varianz erklären, kanonisches $R^2 = .03$, ist allerdings nicht signifikant in der Gruppenunterscheidung, $\Lambda = .97$, $X^2(2) = 2.65$, $p = .266$. Beide Testverfahren laden ähnlich hoch auf die diskriminante Dimension (CLOX2 ($r = .89$); CLOX1 ($r = .72$)), siehe Tabelle 11. Damit wird das Ergebnis, dass es keinen signifikanten

Unterschied der Geschlechter für den dritten Faktor, sowie die beiden einzelnen Tests des Faktors 3 gibt, unterstrichen.

(2) Geschlechtsunterschiede der Faktorvariablen

Multivariate Kovarianzanalyse der Faktorvariablen

Im Folgenden wird die Analyse eines Geschlechtsunterschieds der Faktorvariablen mittels MANCOVA dargelegt. Für eine graphische Veranschaulichung der Ergebnisse dieses Berechnungspaths siehe rechte Seite der Abbildung 9. Aus der PCA gingen drei Faktorvariablen hervor: *komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten*, *visuo-perzeptive Fähigkeiten* und *CLOX1+2*. Über alle drei Faktorvariablen hinweg zeigt sich ein moderater signifikanter Geschlechtsunterschied in der MANCOVA ($V = .10$, $F(3, 95) = 3.33$, $p = .023$, $\eta_p^2 = .10$, $f = .32$) bei Anwendung von Pillai's Spur. Da sich hier keine weiteren Schlüsse ableiten lassen, wird als nächstes für jede Faktorvariable einzeln die ANCOVA ausgewertet. Hierbei zeigt sich ein geringer signifikanter Geschlechtsunterschied für die zweite Faktorvariable *visuo-perzeptive Fähigkeiten* $F(1) = 4.02$, $p = .048$, $\eta_p^2 = .04$, $f = .20$. Die Effektstärke ist nach Cohen als gering zu bewerten ($f = .20$). Die andere beiden Faktorvariablen, *komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten*, $F(1) = 2.86$, $p = .094$, und *CLOX1+2*, $F(1) = 3.38$, $p = .069$, sind nicht signifikant unterschiedlich in beiden Geschlechtergruppen.

Strukturmatrix DFA: Faktorvariablen

	Funktion
	1
F3 CLOX1+2	.70
F2 Visuo-perzeptive Fähigkeiten	.52
F1 Komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten	-.43

Tabelle 12: Strukturmatrix der Diskriminanzanalyse der Faktorvariablen

Betrachtet man die DFA für alle drei Faktorvariablen, lässt sich für alle drei Faktorvariablen übergeordnet ein zustimmendes Ergebnis feststellen. Die DFA erzeugt eine diskriminante Dimension, die 100% der Varianz erklärt, kanonische $R^2 = .08$. Diese Dimension unterscheidet die Gruppen signifikant, $\Lambda = .92$, $X^2(3) = 7.96$, $p = .047$. Die Strukturmatrix der DFA der Faktorvariablen ist in Tabelle 12 dargestellt. Hier ist vor allem die gegensätzliche Ladung der ersten Faktorvariable (*komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten* ($r = -.43$)) im Vergleich zu der zweiten ($r = .53$) und dritten Faktorvariable ($r = .70$) zu beachten. Davon lässt sich ableiten, dass die identifizierte diskriminante Dimension entgegengesetzt von der ersten Faktorvariable (F1) beeinflusst wird im Vergleich zu Faktorvariable 2 (F2) und 3 (F3).

(3) Geschlechtsunterschiede aller eingesetzten Testverfahren

Multivariate Kovarianzanalyse aller eingesetzten Testverfahren

Die letzte Möglichkeit die Geschlechtsunterschiede zu analysieren, ist die Betrachtung aller eingesetzten Testverfahren mittels MANCOVA und anschließend mittels einzelner ANCOVAs für jedes Testverfahren. Die Ergebnisse sind graphisch für diesen Berechnungspfad in Abbildung 10 dargestellt. Über alle verwendeten Einzeltests hinweg lässt sich bei Auswertung nach Pillai's Spur kein signifikanter Geschlechtsunterschied feststellen, $V = .25$, $F(16, 82) = 1.70$, $p = .063$.

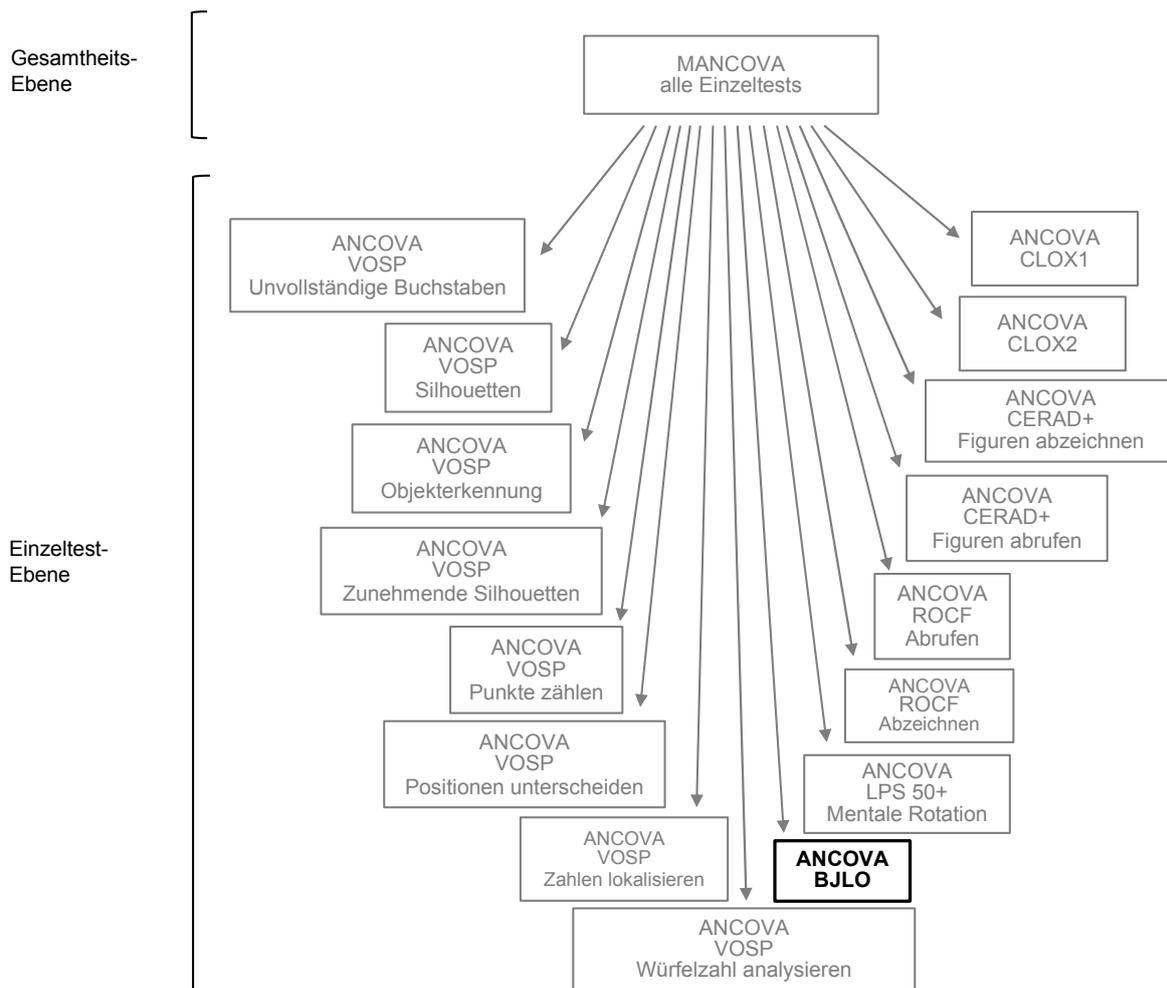


Abbildung 10: Berechnungspfad des Geschlechtsunterschieds aller eingesetzten Testverfahren mit Hervorhebung (fettgedruckt) des Einzeltests, der einen signifikanten Geschlechtsunterschied zeigt

Bei den darauffolgenden ANCOVAs der Einzeltests zeigt sich nur für den BJLO, $F(1) = 12.95$, $p = .001$, $\eta_p^2 = .12$, $f = .37$, ein moderater bis starker Geschlechtsunterschied, sowie für den Test VOSP Zunehmende Silhouetten, $F(1) = 6.28$, $p = .014$, $\eta_p^2 = .06$, $f = .26$, ein signifikanter moderater Ergebnisunterschied zwischen Männern und Frauen. Dabei erzielen – wie bereits dargestellt – Männer bessere Ergebnisse als Frauen im BJLO (Männer: $M = 26.26$, $SD = 4.06$; Frauen: $M = 23.50$, $SD = 4.77$), als auch im Tests VOSP Zunehmende Silhouetten (Männer: $M = 11.02$, $SD = 2.12$; Frauen: $M = 9.96$, $SD = 2.86$). Da die vorangehende MANCOVA keinen

signifikanten Geschlechtsunterschied über alle Einzeltests hinweg darstellen kann, ist davon auszugehen, dass die ANCOVAs der Einzeltests selbst bei signifikantem Ergebnis einem Fehler 1. Art unterliegen. Das zeigt sich für den VOSP Zunehmende Silhouetten bereits in der MANCOVA der Einzeltests des zweiten Faktors. Dieser Geschlechtsunterschied darf demzufolge nicht als aussagekräftig gesehen werden. Da der BJLO allerdings in der MANCOVA der Einzeltests des Faktors 1 ebenfalls signifikant ist und hier von der signifikanten vorangehenden MANCOVA protegiert wird, darf dieser Geschlechtsunterschied als signifikant gewertet werden.¹⁴⁵

Alle anderen Einzeltests weisen keinen signifikanten Geschlechtsunterschied auf, das gilt auch für den LPS 50+ Mentale Rotation, $F(1) = 0.03$, $p = .871$.

Diskriminanzanalyse aller eingesetzten Testverfahren

Die DFA bestätigt das Ergebnis der MANCOVA aller Einzeltests. Es ergibt sich eine diskriminante Dimension, die 100% der Varianz erklärt, kanonisches $R^2 = .23$. Diese Dimension unterscheidet allerdings nicht signifikant zwischen den beiden Geschlechtsgruppen, $\Lambda = .77$, $X^2(16) = 23.71$, $p = .096$.

<i>Strukturmatrix DFA: Einzeltests</i>	
	<u>Funktion</u>
	<u>1</u>
BJLO – Langversion	.57
VOSP – Zunehmende Silhouetten	.39
CLOX2 – Copy	-.27
CLOX1 – Command	-.22
CERAD+ – Figuren abzeichnen	.16
VOSP – Objekterkennung	.15
VOSP – Würfelzahl analysieren	-.14
ROCF – Verzögerter Abruf	.14
ROCF – Abzeichnen	.11
LPS 50+ – Mentale Rotation	-.07
VOSP – Punkte zählen	.06
CERAD+ – Figuren abrufen	-.06
VOSP – Silhouetten	.02
VOSP – Zahlen lokalisieren	.00
VOSP – Unvollständige Buchstaben	.00
VOSP – Positionen unterscheiden	.00

Tabelle 13: Strukturmatrix der Diskriminanzanalyse aller eingesetzten Einzeltests

In der Strukturmatrix (Tabelle 13) wird deutlich, dass von allen verwendeten Tests der BJLO am höchsten auf die identifizierte Dimension lädt ($r = .57$), gefolgt von dem Test VOSP Zunehmende Silhouetten ($r = .39$). Der Rest der Testverfahren weist geringe Ladungen ($r < .3$) auf.

Damit unterstreicht die DFA das Ergebnis, was in den vorherigen MANCOVAs und DFAs bereits zum Ausdruck kommt: Der BJLO zeigt als einziger Test einen signifikanten Leistungsunterschied zwischen Männern und Frauen. Abgesehen von diesem Testverfahren lässt sich kein signifikanter Geschlechtsunterschied feststellen.

4.4.2. Zusammenfassung Geschlechtsunterschiede der Visuo-Kognition

Zusammenfassend kann für die Untersuchung der Geschlechtsunterschiede der VC festgehalten werden, dass sich auf Einzeltest-Ebene nur für den BJLO ein signifikanter moderater bis starker Unterschied zwischen Männern und Frauen darstellt. Hier erzielen Männer bessere Ergebnisse als Frauen.

Betrachtet man die identifizierten Faktoren, lässt sich übergreifend für alle Faktoren ein signifikanter moderater bis starker Geschlechtsunterschied feststellen. Weiterführend zeichnet sich ein starker Leistungsunterschied zwischen Männern und Frauen entlang der Kombination der Einzeltests des ersten Faktors ab, sowie ein geringer Unterschied bei Betrachtung der Faktorvariable *visuo-perzeptiven Fähigkeiten* (Faktor 2).

Kein Geschlechtsunterschied ist hingegen darstellbar für die Gesamtheit der Einzeltests der Faktoren 2 und 3, sowie für die Faktorvariablen des ersten und des dritten Faktors. Über alle in diesem Forschungsprojekt eingesetzten visuo-kognitiven Testverfahren hinweg zeigt sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen.

5. Diskussion

Die vorliegende Arbeit untersucht den Einfluss des Geschlechts auf die VC bei gesunden älteren Erwachsenen. Dafür werden als Voranalysen der Zusammenhang des Alters und der Bildung zur VC, sowie die VC als heterogene kognitive Domäne untersucht.

Die Hypothese der Voranalysen ist, dass es einen negativen Zusammenhang zwischen dem Alter und der VC gibt. Sie kann beibehalten werden, da sich für alle Testverfahren eine geringe bis moderate negative Korrelation zur VC zeigt. Diese ist für insgesamt neun der sechzehn eingesetzten Testverfahren statistisch signifikant. Um einen umfassenden Überblick über die Daten der Stichprobe zu gewinnen, wird außerdem untersucht, ob sich das Alter zwischen den beiden Gruppen der Männer und der Frauen signifikant unterscheidet. Dies kann abgelehnt werden. Des Weiteren wird hinterfragt, ob sich der Zusammenhang des Alters und der VC signifikant zwischen Männern und Frauen unterscheidet. Diese Hypothese kann ebenfalls negiert werden. Für die vorliegende Stichprobe besteht kein signifikanter Unterschied im Zusammenhang des Alters auf die VC zwischen Männern und Frauen.

Für die Bildung wird angenommen, dass sie mit der VC korreliert. Diese Hypothese wird für die eingesetzten Testverfahren abgelehnt, da sich keine signifikanten Zusammenhänge darstellen. Lediglich das Testverfahren VOSP Positionen unterscheiden zeigt eine geringe signifikante negative Korrelation zwischen Bildung und der VC für die Männer. Bei der Gruppe der Frauen stellt sich im Testverfahren CERAD+ Figuren abzeichnen ein geringer signifikanter positiver Zusammenhang dar. Allerdings sind beide Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren, da beide Testverfahren einen starken Deckeneffekt in dieser Stichprobe aufweisen.

Auch für die Bildung werden die Fragestellungen nach einem signifikanten Bildungsunterschied zwischen Männern und Frauen, sowie dem Unterschied des Zusammenhangs der Bildung zur VC zwischen Männern gestellt. Für die vorliegende Stichprobe stellt sich ein signifikanter geringer Bildungsunterschied zwischen Männern und Frauen dar. Hier weisen Männer durchschnittlich eine höhere Anzahl an Bildungsjahren im Vergleich zu Frauen auf. Der Zusammenhang der Bildung zur VC zwischen Männern und Frauen unterscheidet sich hingegen nicht, was die zweite Fragestellung beantwortet.

Für ein tiefgehendes Verständnis und eine diskriminative Bewertung des Einflusses des Geschlechts auf die VC, wird die VC zuerst explorativ analysiert. Es wird angenommen, dass die VC eine heterogene kognitive Fähigkeit ist, die sich in Subkomponenten einteilen lässt. Diese Hypothese kann beibehalten werden, da in der PCA ein Drei-Komponenten-Modell mit mehreren moderaten Korrelationen unter den einzelnen Testverfahren, sowie einer guten Stichprobeneignung ermittelt werden kann. Das Modell ist inhaltlich nachvollziehbar und kann eine hohe Varianz erklären. Die einzelnen Faktoren sind ausreichend reliabel. Allerdings können nicht alle verwendeten visuo-kognitiven Testverfahren aufgrund niedriger Zusammenhänge zu den anderen Testverfahren in die PCA eingeschlossen werden.

Mit diesem Vorwissen kann die zentrale Hypothese dieser Forschungsarbeit untersucht werden. Es wird angenommen, dass das Geschlecht einen Einfluss auf die visuo-kognitive Leistungsfähigkeit gesunder älterer Erwachsener hat. Um diesen Einfluss möglichst präzise darstellen zu können, wird der Einfluss des Geschlechts auf die VC einmal für die identifizierten visuo-kognitiven Subkomponenten und einmal für die eingesetzten visuo-kognitiven Testverfahren ermittelt. Betrachtet man die visuo-kognitiven Subdomänen kann diese Hypothese teilweise beibehalten werden. Übergeordnet über alle visuo-kognitiven Subkomponenten zeigt sich ein signifikanter moderater bis starker Geschlechtsunterschied. Auf der Ebene der einzelnen Faktoren ist jedoch nur noch ein starker Einfluss für die Einzeltests des ersten Faktors zu ermitteln, sowie ein geringer Einfluss für die zweite Faktorvariable *visuo-perzeptive Fähigkeiten*. Bei Aufschlüsselung der Faktoren in ihre Einzeltests kann lediglich ein moderater bis starker Geschlechtsunterschied für den BJLO festgestellt werden.

Betrachtet man hingegen die visuo-kognitiven Testverfahren separat, wird die Hypothese, dass das Geschlecht bei gesunden älteren Erwachsenen einen Einfluss auf diese hat, größtenteils abgelehnt. Über alle in dieser Studie eingesetzten Testverfahren hinweg zeigt sich kein signifikanter Geschlechtsunterschied. Auf Ebene der einzelnen Testverfahren kann allein beim BJLO ein moderater bis starker Einfluss des Geschlechts auf die Leistungsfähigkeit in diesem Testverfahren verzeichnet werden. Hier erreichen Männer bessere Ergebnisse als Frauen. Alle anderen eingesetzten visuo-kognitiven Testverfahren zeigen keinen signifikanten Geschlechtseinfluss auf die Testleistung.

Diese Ergebnisse werden im Folgenden in Bezug zum aktuellen Forschungsstand gesetzt. Dabei wird zu Beginn die Verteilung der Daten eingeordnet und der Zusammenhang des Alters und der Bildung zur VC näher beleuchtet. Danach wird die Gliederung der VC in Subkomponenten, sowie abschließend die Geschlechtsunterschiede auf Faktoren- und Testverfahren-Ebene eingehend dargestellt und diskutiert.

5.1 Deskriptive Analyse

Da sich diese Arbeit eingehend mit dem Einfluss von Geschlecht auf verschiedene visuo-kognitive Testverfahren und visuo-kognitive Subkomponenten bei gesunden älteren Erwachsenen konzentriert, ist ein Verständnis der erzielten Ergebnisse in diesen Testverfahren für die Stichprobe hilfreich. Zu diesem Zweck werden die Verteilungen der Daten im Folgenden eingeordnet. Daraufhin werden die soziodemografischen Parameter Alter und Bildung und ihr Zusammenhang zur VC in den Forschungskontext eingebunden.

5.1.1. Verteilung der Daten

Einige eingesetzte Testverfahren weisen keine Normalverteilung auf. Die fehlende Normalverteilung für einzelne Subtests der VOSP (Unvollständige Buchstaben, Punkte

zählen, Positionen unterscheiden) steht in Übereinstimmung mit anderen Studien, die ebenfalls für diese Untertests bei gesunden älteren Erwachsenen einen Deckeneffekt aufzeigen.^{60,93,94} In der vorliegenden Studie erreichen viele Proband*innen außerdem zusätzlich auch für die beiden Subtests Zahlen lokalisieren und Würfelzahl analysieren sehr häufig den Maximalwert. Die VOSP ist gut geeignet zur Diskriminierung von Gesunden und Patient*innen mit einer Schädigung der rechten Hemisphäre³⁷, allerdings zeigt sie bei der gesunden Kontrollgruppe einen Deckeneffekt, der sich auch in anderen Studien für drei der fünf Subtests wiederfinden lässt.^{93,94}

Auch der CERAD+ Figuren abzeichnen zeigt in der vorliegenden Studie einen hohen Mittelwert (Figuren abzeichnen $M = 10.42$ bei maximal 11.00 erreichbaren Punkten), was auf eine linksschiefe Verteilung hindeutet. Ähnliche Ergebnisse lassen sich jedoch auch bei anderen Studien mit einer gesunden älteren Population nachweisen (Welsh et al. $M = 10.14$ ⁶², Welsh-Bohmer et al. $M = 10.1$ ¹²¹), weniger jedoch für den anspruchsvolleren Subtest CERAD+ Figuren abrufen, der auch in der vorliegenden Studie keinen maximalen Deckeneffekt aufweist. Das gleiche Phänomen findet sich auch bei den Copy Aufgaben der anderen beiden Testverfahren ROCF¹¹⁸ und CLOX¹¹⁷ wieder.

Insgesamt sind die eingesetzten Testverfahren konzipiert, um zwischen pathologischen neurologischen Zuständen, die sich in einer kognitiven Leistungsminderung äußern, und Gesunden unterscheiden zu können.²² Bei einer Stichprobe von gesunden älteren Erwachsenen ist deswegen das häufige Auftreten der maximal erreichbaren Punktzahl plausibel. Für die Interpretation der Geschlechtsbezugs zu den visuo-kognitiven Ergebnissen sollte diese Verteilung im Hinterkopf behalten werden und in zukünftigen Forschungsarbeiten in einer angepassten Auswahl der Testverfahren Anwendung finden.

Durch die Größe der vorhandenen Studienpopulation mit 100 Proband*innen gilt der zentrale Grenzwertsatz, sodass für die Berechnungen von einer theoretischen Normalverteilung ausgegangen werden kann.¹⁴⁵ Des Weiteren ist die eingesetzte Analyse zur Berechnung der Geschlechtsunterschiede (MANCOVA) robust gegenüber einer Verletzung der Normalverteilung bei gleich großen Gruppen, was in dieser Studie mit 50 Frauen und 50 Männer ebenfalls gegeben ist.¹⁴⁵

5.1.2. Zusammenhang des Alters zur Visuo-Kognition

Für ein besseres Verständnis darüber, wie ein gesunder Alterungsprozess die VC beeinflusst, wird das Alter in Bezug zu den einzelnen visuo-kognitiven Testverfahren in dieser Studie untersucht. Es wird angenommen, dass es einen negativen Zusammenhang zwischen dem Alter und der VC gibt. Diese Hypothese kann durch die Ergebnisse der vorliegende Arbeit beibehalten werden. Die Daten dieser Studie stellen übergreifend einen negativen geringen bis moderaten Zusammenhang des Alters zu allen einzelnen visuo-kognitiven Testverfahren dar, welcher sich für neun der sechzehn eingesetzten Testverfahren als signifikant

herausstellt: VOSP Silhouetten, VOSP Zunehmende Silhouetten, VOSP Zahlen lokalisieren, VOSP Würfelzahl analysieren, LPS 50+ Mentale Rotation, BJLO, ROCF Verzögerter Abruf, CERAD+ Figuren abrufen, CLOX 1. Das bedeutet, dass die Leistung in den genannten Tests mit zunehmendem Alter abnimmt. Bei den Testverfahren, die keine statistische Signifikanz des negativen Zusammenhangs zum Alter aufweisen, lässt sich jedoch bis auf den Subtest VOSP Objekterkennung ein Deckeneffekt verzeichnen. Diese Ergebnisse decken sich mit vorangehender Forschung, die einen altersspezifischen Rückgang der visuo-kognitiven Leistung umfassend bestätigen kann⁴⁸, der sich vor allem in anspruchsvolleren visuo-kognitiven Fähigkeiten zeigt (ROCF^{6,54,128}, CLOX^{49,115,117}, CERAD+¹²¹⁻¹²³), sowie in Aufgaben, die keinen Deckeneffekt aufweisen.^{60,93,94} Dass der Subtest VOSP Objekterkennung als Test ohne Deckeneffekt keine statistische Signifikanz des Zusammenhangs zum Alters aufweist, findet sich ebenfalls in einer vorherigen Studie wieder⁶⁰, während hingegen andere Studien einen signifikanten altersspezifischen Leistungsabfall ab 50 Jahren⁹³ und ab 70 Jahren⁹⁴ für diesen Subtest der VOSP feststellen. Die Studie von Peña-Casanova et al., die ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang des Alters zur Leistung im Test Objekterkennung darstellt, unterscheidet sich vor allem durch die deutlich größere Stichprobengröße (Peña-Casanova et al. $N = 341$ ⁶⁰) von den anderen beiden Studien (Herrera-Guzmán et al. $N = 90$ ⁹³, Bonello et al. $N = 111$ ⁹⁴), die ihr eine höhere Aussagekraft verleiht. Anzumerken ist außerdem, dass es sich um einen Untertest der Testbatterie VOSP handelt. Einzelne Untertests sollten nur mit Vorsicht eingesetzt werden, da sie nicht zwingend mit dem Gesamtergebnis der Testbatterie korrelieren.¹⁰

Die Auswertung der eingesetzten Testverfahren in diesem Forschungsvorhaben erfolgt (bis auf den LPS 50+ Mentale Rotation) nach Exaktheit der Leistung, nicht nach der benötigten Zeit für eine Aufgabe. Für eine zeitliche Auswertung ist jedoch ein stärkerer negativer Zusammenhang des Alter zur visuo-kognitiven Leistung beschrieben⁴⁸, sodass sich in der vorliegenden Studie gegebenenfalls der Alterseffekt in weniger Tests signifikant darstellt als in anderen Studien, die dieses Bewertungsschema anwenden.

Eine weitere vorangehende Fragestellung dieser Forschungsarbeit ist, ob sich das Alter der Stichprobe signifikant zwischen Männern und Frauen unterscheidet. Hier zeigt sich keine signifikante Altersdifferenz. Des Weiteren wird hinterfragt, ob sich der Zusammenhang des Alters und der VC signifikant unterscheidet. Diese Fragestellung kann verneint werden. Für die untersuchte Studienpopulation (Altersbereich 51 - 84 Jahre) ist kein Unterschied zwischen Männern und Frauen festzustellen, was den Zusammenhang des Alters auf die VC betrifft. Das ist konsistent zu einer Studie mit 200.000 Proband*innen (Altersbereich 20 – 65 Jahre), bei der in jüngeren Jahren ein stärkerer altersspezifischer Leistungsrückgang der VC bei Männern im Vergleich zu Frauen darstellbar ist, der sich jedoch bis zur höheren Altersgruppe zurückbildet.⁵⁰

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen die Sinnhaftigkeit für das Alter in den anschließenden Analysen zu den Geschlechtsaspekten der VC zu kontrollieren.

5.1.3. Zusammenhang der Bildung zur Visuo-Kognition

Neben dem Zusammenhang des Alters zu den visuo-kognitiven Leistungen wird auch die Bildung auf einen Zusammenhang zur VC untersucht. Aufgrund der Literatur wird als Hypothese vermutet, dass es einen Zusammenhang zwischen der Bildung und der VC gibt. Diese Hypothese kann mit den vorliegenden Studienergebnissen nicht beibehalten werden. Die erhobenen Daten zeigen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Bildung und der VC in den eingesetzten Testverfahren. Das bedeutet, dass die visuo-kognitive Leistungsfähigkeit nicht vom Bildungsniveau abhängt. Die einzigen Ausnahmen bilden die Tests VOSP Positionen unterscheiden und CERAD+ Figuren abzeichnen, wobei der VOSP Positionen unterscheiden einen geringen inversen Zusammenhang zwischen Bildung und Testergebnis aufweist. Aufgrund des hohen Deckeneffekts des Tests und dem inhaltlich fragwürdigen inversen Zusammenhang ist dieses Ergebnis allerdings wenig belastbar. Alle anderen Subtests der VOSP zeigen sich in dieser Arbeit unbeeinflusst von der Bildung. Dieses Ergebnis der fehlenden Korrelation der Bildung zur VOSP wird von Herrera-Guzmán et al. mit einer Studienpopulation bestätigt, die eine noch größere Bildungsspanne (1 - 18 Jahre) aufweist⁹³, und ist inhaltlich nachvollziehbar durch die Simplizität der VOSP.

Für den BJLO, mentale Rotationsaufgaben wie den LPS 50+ Mentale Rotation, den ROCF und CERAD+ sind häufig Bildungsunterschiede, die sich auf die visuo-kognitiven Leistungen auswirken, in der Literatur dokumentiert. Das widerspricht – bis auf den Bildungseinfluss auf den CERAD+ Figuren abzeichnen – dem Ergebnis dieser Arbeit. Allerdings sollte hier beachtet werden, dass der Bildungsdurchschnitt in der vorliegenden Stichprobe vergleichsweise hoch ist ($M = 15.21$ Jahre) und die Bildungsspanne (10.50 – 22.00 Jahre) auch einen hohen Minimalwert aufweist. Für den BJLO zeigen beispielweise vergleichbare Studien einen Zusammenhang der Bildung zur visuo-kognitiven Leistung bei einem eindeutig niedrigeren Bildungsdurchschnitt der Studienpopulation von 10.5 (Peña-Casanova et al.⁶⁰) und 12.5 Jahren (Lucas et al.⁵⁹). Gleiches gilt für Studien über den ROCF (Tsatali et al. $M = 11.5$ Jahre¹¹⁸), den CERAD+ (Lee et al. $M = 5.9$ Jahre¹²²) und die CLOX-Tests (O’Byrant et al. $M = 9.9$ Jahre¹¹⁷). Somit ist anzunehmen, dass die Proband*innen dieser Forschungsarbeit bezüglich der Bildung nicht heterogen genug sind, beziehungsweise dass das Bildungsniveau insgesamt zu hoch ist, um einen signifikanten Effekt der Bildung auf die VC darstellen zu können. Für dieses Studienvorhaben ist deswegen eine Kontrolle des Bildungseinflusses auf die VC vernachlässigbar.

5.2 Identifiziertes Subdomänen Modell der Visuo-Kognition

Bevor der Einfluss des Geschlechts auf die VC in dieser Studie untersucht werden kann, werden die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen visuo-kognitiven Testverfahren analysiert. Als Hypothese wird angenommen, dass die VC eine heterogene kognitive Fähigkeit ist, die sich in Subkomponenten einteilen lässt. Diese Hypothese kann für die eingesetzten Testverfahren beibehalten werden. Aus der durchgeführten PCA kristallisieren sich drei Komponenten heraus, die zusammen knapp 60% der Varianz erklären (siehe Abbildung 11). Der erste Faktor umfasst komplexere visuo-kognitive Testverfahren, wie den BJLO und die *visuo-konstruktiven* Tests ROCF und CERAD+ und wird deswegen unter dem Titel *komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten* geführt. Visuell wahrnehmende Anforderungen, wie die Tests VOSP Silhouetten, VOSP Objekterkennung und VOSP Zunehmende Silhouetten bilden zusammen den zweiten Faktor *visuo-perzeptive Fähigkeiten*. Als dritter Faktor hängen die beiden Varianten des CLOX zusammen und bilden den Faktor *CLOX1+2*.

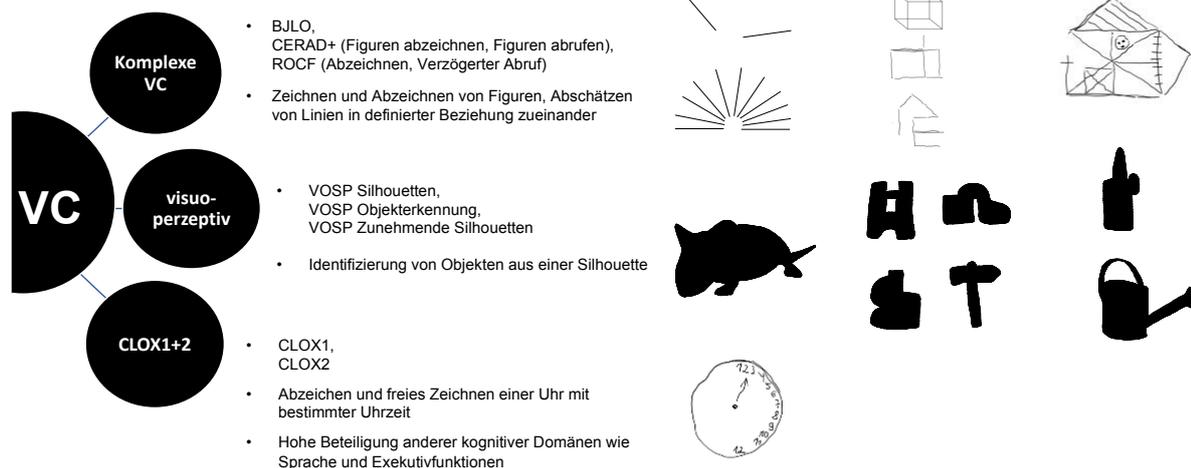


Abbildung 11: Mittels Hauptkomponentenanalyse identifiziertes Subkomponenten-Modell mit den zugehörigen Testverfahren

Damit wird deutlich, dass die VC eine heterogene kognitive Fähigkeit ist und sich auf Grundlage der hier verwendeten Testverfahren in klar abgrenzbare Subdomänen gliedern lässt. Die ausreichende Reliabilität der drei Faktoren untermauert dieses Ergebnis zusätzlich. Diese Analyse bekräftigt somit den Bedarf an Differenzierung der VC in einzelne Subkomponenten, der von verschiedenen Autor*innen gefordert wird.^{1,2,10,43}

Sofern die dritte Subkomponente außen vor gelassen wird, bestätigt die hier berechnete Zuordnung der Testverfahren zu den Faktoren am ehesten das Zwei-Komponenten-Modell nach Trojano et al.¹⁰, was De Renzi's ursprünglichem Modell gleicht.¹³ Aus der von Trojano et al. durchgeführten FA der BVA (Battery for Visuospatial Abilities) ergeben sich die zwei Subdomänen *einfache perzeptive Fähigkeiten* und *komplexe repräsentationale Fähigkeiten*. De Renzi postulierte im Vorhinein ein ähnliches Modell aus *spatial perception* und *spatial*

thinking. Diese Einteilung ähnelt dem hier identifizierten Modell von *visuo-perzeptiven Fähigkeiten* und *komplexen visuo-kognitiven Fähigkeiten*.

Die Testverfahren der BVA, die dem *komplexen repräsentationalen* Faktor zugeordnet sind umfassen eine mentale Rotationsaufgabe, eine mentale Konstruktionsaufgabe und das Identifizieren einer komplexen und einer versteckten Figur. Die *einfachen perzeptiven* Aufgaben bestehen aus einer Winkelabschätzung und einer Linienorientierung, die stark dem BJLO gleicht. Die Zuordnung einer dem BJLO ähnlichen Aufgabe zu den *einfachen perzeptiven* Aufgaben bei Trojano et al. ist auf den ersten Blick widersprüchlich zu der Zuordnung in dieser Arbeit zu den *komplexen visuo-kognitiven Fähigkeiten*. Vergleicht man die beiden Aufgaben der Linienorientierung und des BJLO im Detail, fällt allerdings auf, dass die Linienorientierung nur aus vier im gleichen Winkel angeordneten Linien besteht, von denen eine als identisch zur vorgegebenen Linie ausgewählt werden soll. Der BJLO ist mit seinen elf Linien hingegen deutlich komplexer. Nichtsdestotrotz findet sich die Zuordnung einer Linienorientierungs-Aufgabe zu der *einfachen Visuo-Perzeption* bei Trojano et al. auch in Ansätzen in unserer Analyse wieder. Der BJLO lädt nicht allein auf den ersten *komplexen visuo-kognitiven* Faktor, sondern zeigt auch eine Querladung auf den zweiten *visuo-perzeptiven* Faktor (siehe Tabelle 5 Strukturmatrix der Hauptkomponentenanalyse unter Punkt 4.3.). Damit kann die Aussage getroffen werden, dass der BJLO ebenfalls *visuo-perzeptive Fähigkeiten* beinhaltet, auch wenn er zu den *komplexeren visuo-kognitiven Fähigkeiten* gezählt werden sollte. Schlussendlich legt die Höhe der Ladungen die klare Zuordnung auf den ersten Faktor fest.

Zusätzlich ist im Vergleich des Modells nach Trojano et al. und des hier identifizierten Komponenten-Modells interessant, dass der LPS 50+ Mentale Rotation als klassische mentale Rotationsaufgabe keine ausreichende Korrelation mit den anderen Testverfahren zeigt und somit nach der Vorgehensempfehlung von Field aus der PCA ausgeschlossen wurde.¹⁴⁵ In dem Modell nach Trojano et al. ist allerdings eine mentale Rotationsaufgabe dem Faktor *komplexe repräsentationale Fähigkeiten* zugeordnet. Bei dieser Aufgabe sollen Linien mit schwarzen oder weißen Punkten an den Enden gedreht und mit einer Vorlage abgeglichen werden. Damit würde unser Modell im Gegensatz zu Trojano et al. dem Ansatz von Linn und Petersen teilweise zustimmen können, die auch eine theoretisch begründete Differenzierung zwischen *spatial visualization* und *mental rotation* vornehmen.¹ Allerdings ist hier anzumerken, dass das Modell von Linn und Petersen auf theoretisch und inhaltlich abgeleiteten Schlüssen beruht und nicht auf faktoriellen Datensatzanalysen neuropsychologischer Testungen. Zusätzlich wird in beiden Studien (Trojano et al. und der vorliegenden Arbeit) nur ein einziges Testverfahren zur Einschätzung der *mentalen Rotation* eingesetzt, sodass beide Ergebnisse mit Vorsicht beurteilt werden sollten. Der LPS 50+ Mentale Rotation ist Teil einer Testbatterie und ursprünglich nicht als einzelnes Testverfahren gedacht.¹⁰⁰ Hier ist es zukünftig sinnvoll,

mehrere verschiedene Testverfahren für die *mentale Rotation* einzusetzen, um umfassendere Aussagen über die Faktorenzugehörigkeit treffen zu können.

Des Weiteren ist der LPS 50+ Mentale Rotation in seiner Aufgabenstellung anders als alle anderen verwendeten Testverfahren, die sowohl in diesem Forschungsprojekt als auch in der Studie von Trojano et al. Anwendung finden, da er eine Zeitbegrenzung aufweist. Innerhalb von zwei Minuten müssen die Proband*innen jeweils Zeile für Zeile die rotierte Version zwischen vier gespiegelten Versionen einer Zahl oder eines Buchstaben identifizieren. Für jede richtige ausgewählte Version erhalten die Proband*innen einen Punkt. Eine Zeitbegrenzung erhöht im Vergleich zu Aufgaben ohne Zeitlimit den Druck unter dem die Aufgabe absolviert wird und verstärkt den negativen Zusammenhang des Alters zur visuo-kognitiven Leistung⁴⁸, was sich auch in der höchsten negativen Korrelation des Alters mit diesem Testverfahren in der vorliegenden Arbeit widerspiegelt (LPS 50+ Mentale Rotation $r(98) = -.42, p < .001$). Auch dieser Aspekt kann ein möglicher Grund sein für die fehlenden moderaten Korrelationen dieses Testverfahrens zu den anderen eingesetzten Testverfahren in der PCA.

Ein weiterer Unterschied dieser Arbeit zur FA von Trojano et al. ist die Hinzunahme *visuo-konstruktiver* Testverfahren in die PCA. Somit reicht in der vorliegenden Studie der Begriff der *komplexen visuo-kognitiven Fähigkeiten* über die *repräsentationalen Fähigkeiten* von Trojano et al. hinaus, da die *visuo-konstruktiven Fähigkeiten* miteingeschlossen werden. Dieser Zusammenhang der *komplexen repräsentationalen Fähigkeiten* zu den *visuo-konstruktiven* Aufgabenstellungen zeigt sich in konsistenter Weise bereits in der Studie von Trojano et al.. Auch wenn in die Berechnung des Zwei-Faktoren-Modells nach Trojano et al. keine *visuo-konstruktiven* Aufgaben einfließen, stellt sich eine Korrelation der *komplexen repräsentationalen Fähigkeiten* mit *visuo-konstruktiven* Tests dar, während hingegen keine Korrelation der *einfachen visuo-perzeptiven Fähigkeiten* zu den *visuo-konstruktiven* Testverfahren zu finden ist.¹⁰ Dieser Zusammenhang zwischen *komplexen visuo-kognitiven Fähigkeiten* und *visuo-konstruktiven Fähigkeiten* auf der einen Seite, sowie die Abgrenzung der *visuo-konstruktiven* zu den *visuo-perzeptiven Fähigkeiten* auf der anderen Seite kann durch die vorliegende Arbeit bestätigt werden. Es bestehen keine ausreichenden Querladungen der *visuo-perzeptiven* Tests zu der ersten *komplexen visuo-kognitiven* Komponente (siehe Tabelle 5 Strukturmatrix der Hauptkomponentenanalyse unter Punkt 4.3.). *Visuo-perzeptive Fähigkeiten* bilden somit eine eigene Domäne, die sich klar abgrenzt zu *visuo-konstruktiven* und *komplexeren visuo-kognitiven Fähigkeiten*. Mit diesem rechnerischen Ergebnis kann die vorliegende Arbeit De Renzis theoretischer und klinisch abgeleiteter Definition der *spatial perception* zustimmen, die besagt, dass die *Visuo-Perzeption* der reinen Wahrnehmung eines visuellen Stimulus, beispielsweise der Identifizierung eines Objektes aus einer zweidimensionalen Silhouette, entspricht.¹³ Des Weiteren unterstützt das Ergebnis die

Annahme von Carlesimo et al., dass *komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten* zu der Erfüllung graphomotorischer Aufgaben beitragen, *visuo-perzeptive* hingegen kaum einen Beitrag für zeichnerische Aufgaben leisten.²⁰

Unbeachtet geblieben ist bis zu diesem Punkt die Subkomponente CLOX1+2. Da dieser Faktor nur aus zwei Untertests eines einzelnen Testverfahrens gebildet wird, ist seine Bedeutung als eigene visuo-kognitive Subdomäne in Frage zu stellen. Viel mehr jedoch ist die klare Abgrenzung zu den anderen beiden *visuo-konstruktiven* Textverfahren CERAD+ und ROCF beziehungsweise der ersten *komplexen visuo-kognitiven* Domäne als Ganzes aussagekräftig. Der CLOX wird als ein *visuo-konstruktiver* Test mit hoher Beteiligung der Exekutivfunktion beschrieben.¹³¹ Die vorliegende Analyse stellt jedoch deutlich dar, dass es im Vergleich zu anderen visuo-kognitiven Testverfahren kaum einen Zusammenhang zwischen klassischen graphomotorischen *visuo-konstruktiven* Testverfahren, wie den Zeichen-Aufgaben des CERAD+ oder des ROCF und dem CLOX zu geben scheint. Während ROCF und CERAD+ sehr stark zusammenhängen und auf die gleiche Subdomäne laden, steht der CLOX klar abseits von diesen beiden Aufgaben. Das kann darin begründet liegen, dass der CLOX im Vergleich zu den beiden anderen *visuo-konstruktiven* Testverfahren eine hohe Beteiligung anderer kognitiver Funktionen erfordert, wie sprachliche Fähigkeiten, numerisches Verständnis, Arbeitsgedächtnis und semantische Verarbeitung.^{22,148,149} Proband*innen müssen bei dieser Aufgabe die sprachlich vernommene Uhrzeit gedanklich umwandeln in eine analoge bildliche Uhr, die dann wiederum unter Einbezug der Exekutivfunktion gezeichnet werden muss.¹³¹ Bei den Testverfahren CERAD+ und ROCF ist jedoch kein numerisches oder semantisches Verständnis von Nöten, da es eine bildliche Vorlage von Figuren gibt, die erst abgezeichnet und später ein weiteres mal abgerufen werden soll. Dieses Ergebnis steht in Einklang mit der Analyse von Lehrner et al., bei der ebenfalls keine signifikanten oder nur geringe Korrelationen einfacher *visuo-konstruktiver* Aufgaben (vom Copy-Typ) mit anderen kognitiven Domänen wie den sprachlichen Fähigkeiten, der Aufmerksamkeit oder dem verbalen Gedächtnis darstellbar sind.¹¹⁴ Das bestätigt die Abgrenzung zwischen klassischen *visuo-konstruktiven* Testverfahren und dem CLOX Test mit hoher Beteiligung anderer Domänen. Somit ist in Frage zu stellen, ob der weit verbreitete und häufig in der Praxis eingesetzte CLOX in seiner Funktion *visuo-konstruktive* Funktionen zu überprüfen, angemessen ist. Viel mehr wird deutlich, dass der CLOX im Vergleich mit nur anderen visuo-kognitiven Testverfahren nicht mit klassischen graphomotorischen *visuo-konstruktiven* Verfahren korreliert. Daher ist der Einsatz des CLOX als neuropsychologisches Messinstrument der *Visuo-Konstruktion* aus der Sicht der vorliegenden Studie nicht zu empfehlen, da die Beteiligung anderer Komponenten deutlicher zu Tage tritt als bei anderen graphomotorischen Tests. Auch andere Autor*innen plädieren dafür, den CLOX als neuropsychologisches Testverfahren einzusetzen, welches nicht nur die visuo-kognitiven

Funktionen getestet.^{150,151} Bei Gebrauch des CLOX sollte deswegen die hohe Beteiligung anderer kognitiver Funktionen bei der Interpretation der Ergebnisse immer mit beachtet werden.

Zusammenfassend kann die Hypothese, dass die VC eine heterogene kognitive Fähigkeit ist, die sich in abgrenzbare Subkomponenten einteilen lässt, beibehalten werden. In der vorliegenden Arbeit konnte ein Drei-Komponenten-Modell identifiziert werden, was sowohl *komplexe visuo-kognitive* als auch *visuo-perzeptive Fähigkeiten* als eigenständige Subkomponenten enthält, die sich abgrenzen lassen von der Subkomponente CLOX1+2.

In Anbetracht dieser Vielschichtigkeit der VC ist zur Erfassung der VC der Einsatz von mehreren Testverfahren empfehlenswert, wie bereits von mehreren Autor*innen gefordert.^{10,28,36} Dem Wissen um die Heterogenität der VC sollte außerdem in Zukunft sowohl in der Forschung, als auch im klinischen Alltag Rechnung getragen werden, um die Genauigkeit der Forschungsarbeiten sowie der klinischen Diagnosen zu erhöhen. Das ist vor allem von großer Bedeutung, da visuo-kognitive Fähigkeiten bei vielen neurodegenerativen Erkrankungen schon früh von Veränderungen betroffen sind und es somit von hoher Bedeutung ist, diese klar von einem normalen Alterungsprozess abgrenzen zu können.^{6,39-42}

5.3 Geschlecht und visuo-kognitive Subkomponenten

Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist die Untersuchung von Geschlechtsunterschieden der Visuo-Kognition bei gesunden älteren Erwachsenen. Es wird angenommen, dass das Geschlecht einen Einfluss auf die visuo-kognitive Leistungsfähigkeit gesunder älterer Erwachsener hat. Dieser Einfluss wird zum einen auf der Ebene der in dieser Arbeit identifizierten visuo-kognitiven Subkomponenten und zum anderen bezogen auf die einzelnen eingesetzten Testverfahren angenommen und untersucht. Die Hypothese kann für die Gesamtheit der gebildeten Faktoren beibehalten werden. Über alle Faktoren hinweg (sei es als eigene Faktorvariable oder als die Gesamtheit aller Einzeltests der Faktoren) lässt sich ein signifikanter moderater bis starker Geschlechtsunterschied der visuo-kognitiven Leistungsfähigkeit darstellen.

Damit ist allerdings noch keine Aussage möglich, bei welchen Faktoren oder Testverfahren sich Männer und Frauen unterscheiden oder woher dieser Einfluss des Geschlechts rührt. Diese weiteren Ergebnisse, sowie die Kontextualisierung zur aktuellen Forschungsliteratur sind im Folgenden aufgeteilt nach den identifizierten Subkomponenten dargestellt. Dabei wird als erstes die Aufschlüsselung der Subkomponenten mit den zugehörigen Einzeltests erläutert. Diese Betrachtung bietet die meisten Informationen und weist eine höhere Teststärke auf, da die Faktoren mittels MANCOVA und nicht wie bei Betrachtung der Faktorvariablen mittels ANCOVA verglichen werden.¹⁴⁵

5.3.1. Faktorenebene mit Einzeltests

Der Hypothese, dass das Geschlecht einen Einfluss auf die visuo-kognitiven Subkomponenten von gesunden älteren Erwachsenen hat, kann teilweise zugestimmt werden. Betrachtet man die Faktorenebene unter Verwendung der einzelnen Testverfahren für die jeweilige Subkomponente, zeigt sich nur für die erste Subkomponente *komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten* ein starker Geschlechtsunterschied zwischen Männern und Frauen. Für die anderen beiden Subkomponenten *visuo-perzeptive Fähigkeiten* und *CLOX1+2* lässt sich unter Verwendung der Einzeltests dieser Faktoren kein signifikanter Geschlechtsunterschied ermitteln. Für diese beiden Faktoren kann die Hypothese demnach nicht beibehalten werden. Im Folgenden werden die einzelnen Faktoren und die dazugehörigen Testverfahren in Bezug zum Geschlecht diskutiert.

(1) Komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten und Geschlecht

Für den *komplexen visuo-kognitiven* Faktor zeigt sich entlang der Kombination aus Testverfahren, die diesem Faktor zugeordnet wurden (BJLO, CERAD+ Figuren abzeichnen, CERAD+ Figuren abrufen, ROCF Abzeichnen, ROCF Verzögerter Abruf) ein signifikanter starker Einfluss des Geschlechts. Erst in der anschließenden ANCOVA wird allerdings klar, worin dieser Geschlechtsunterschied begründet liegt. Allein der BJLO weist einen signifikanten moderaten bis starken Leistungsunterschied zwischen Männern und Frauen auf. Männer schneiden hier im Mittel deutlich besser ab als Frauen (Männer $M = 26.26$, Frauen $M = 23.50$), was als mittel bis starker Effekt einzuordnen ist.¹³⁹ Die DFA bestätigt dieses Ergebnis, da sich hier für den *komplexen visuo-kognitiven* Faktor ein signifikanter Einfluss des Geschlechts darstellt, der allen voran durch den BJLO bedingt ist. Die vier anderen *visuo-konstruktiven* Testverfahren des ersten Faktors (CERAD+ Figuren abzeichnen, CERAD+ Figuren abrufen, ROCF Abzeichnen, ROCF Verzögerter Abruf) weisen keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen auf und tragen demnach auch nicht zum starken signifikanten Geschlechtsunterschied bei, der sich über alle Tests des ersten Faktors hinweg zeigt. Diese Ergebnisse sind konsistent mit verschiedenen Forschungsarbeiten.

Für den BJLO ist eine höhere Leistung bei Männern im Vergleich zu Frauen übergreifend in der Literatur beschrieben, unabhängig davon wie groß die Stichprobe ist, wo die Studie durchgeführt wird oder ob die Kurzversion oder Langversion Anwendung findet.^{50,60,95,109,111,113} Auch der Zusammenhang des Alters zu der Leistung in diesem Testverfahren bei Proband*innen, die älter als 50 Jahre sind, sowie das Bestehen eines Geschlechtsunterschieds nach Kontrolle des Alters findet sich in vorangehender Forschungsarbeit bestätigend wieder.⁶⁰ Dieses Wissen untermauert die Forderung, übergreifend in Klinik und Forschung geschlechtstnormierten Auswertungsschemata für den BJLO einzusetzen.

Der ROCF stellt sich in der vorliegenden Arbeit als unbeeinflusst durch das Geschlecht dar, was sich so auch im überwiegenden Teil der Forschungsliteratur widerspiegelt mit Stichproben von 100 – 330 Teilnehmenden.^{60,118-120,127} Allein eine Studie zeigt einen Geschlechtsunterschied sowohl in der Abzeichnen-Aufgabenstellung als auch im Verzögerten Abruf.¹²⁸ Allerdings fällt die Stichprobe mit einer Proband*innenanzahl von $N = 117$ niedriger aus als die überwiegende Mehrheit der restlichen Studien und auch das mittlere Alter ($M = 39$ Jahre) stellt sich wiederum geringer dar, als in der vorliegenden Studie oder den anderen Forschungsarbeiten, die mit Populationen mit einem Alter über 50 Jahren arbeiten.

Was den Subtest des CERAD+ Figuren abzeichnen angeht, kann das Ergebnis gleicher Leistungen bei Männern und Frauen unter ähnlichen Populationscharakteristika bestätigt werden, sogar bei deutlich größeren Stichproben.^{62,121} Auch bei älteren Proband*innen mit über 90 Jahren findet sich kein Unterschied der Geschlechter für die Aufgabe Figuren abzeichnen des CERAD+.⁴⁹ Allerdings zeigt sich in einer Studie ein signifikanter Geschlechterunterschied mit besseren Ergebnissen der Männer, mit jedoch einer sehr geringen Erklärung der Varianz durch diese Variable von 0.6%.¹²² Der große Unterschied zu dieser Forschungsarbeit besteht in der Bildungsstruktur dieser Studienpopulation. Mit einem Bildungsdurchschnitt von 5.9 Jahren weist die Gruppe der Proband*innen weniger als die Hälfte der Bildungsjahren auf im Vergleich zu der vorliegenden Studie und gerade für die niedrigen Bildungsgruppen (< 6 Jahre) erweist sich der Geschlechtsunterschied als deutlicher ausgeprägt. Weniger als sechs Bildungsjahre sind in Deutschland durch die Schulpflicht bis zur zehnten Klasse überaus selten und somit sind die Ergebnisse dieser koreanischen Studie mit Vorsicht zu vergleichen. In Anbetracht der hohen Bildungsspanne dieser koreanischen Studie (0 – 22 Jahre) ist es, wie bereits erläutert, auch wenig verwunderlich, dass sich ein Bildungseinfluss auf die *visuo-konstruktiven* Aufgaben zeigt, der 34.2% der Varianz erklärt und dem Studienergebnis der vorliegenden Arbeit widerspricht, wo sich kein Bildungsunterschied darstellt. Die Varianzerklärung durch die Bildung ist somit in der Studie von Lee et al. um ein Vielfaches höher als die Varianzerklärung durch die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Geschlecht von 0.6%.¹²² Einen Geschlechtsunterschied bei niedrigerer Bildung, zeigt sich auch in der gleichen Studie für den anderen Subtest des CERAD+ Figuren abrufen, sowie in einer anderen Studie, wo nur die Population mit einem geringen Bildungsdurchschnitt ($M = 10.23$ Jahre) ein besseres Abschneiden bei Männern im Vergleich zu Frauen darstellen kann, während hingegen bei den beiden anderen Populationen mit höheren Bildungsdurchschnitten ($M = 13.42$, $M = 14.30$) ähnliche Ergebnisse beider Geschlechter zum Vorschein treten.¹²³ Für Populationen mit höherer Bildung (> 12 Jahre) bestätigen diese Arbeiten somit das Ergebnis der vorliegenden Studie, dass das Geschlecht keinen Unterschied der Leistung beim CERAD+ Figuren abrufen ausmacht.^{121,123}

Darüber wie Geschlechtsunterschiede in der VC erklärt werden können, besteht noch Uneinigkeit.² An dieser Stelle ist die Begründung des Geschlechtsunterschieds durch geschlechtsstereotype Aktivitäten einleuchtend.⁸⁸ Wenn die Anzahl der Bildungsjahre einen Geschlechtsunterschied der VC ausgleicht, scheint es möglich, dass der Unterschied in der *visuo-konstruktiven* Leistung auf frühkindlichen geschlechtsstereotypen Verhaltensweisen und Aktivitäten beruht, die dann schlussendlich von der Bildung überwunden werden.^{85,86,88,152} Der Zusammenhang von geschlechtsstereotypen Aktivitäten (wie bestimmte Sportarten oder Computerspielen bei Jungen) und einer bestimmten Leistung in visuo-kognitiven Fähigkeiten bestätigt sich bereits als eine Ursache für Geschlechtsunterschiede.⁵ So zeigt sich beispielsweise eine verbesserte visuo-kognitive Leistung, wenn Mädchen Aktivitäten nachgehen, die typischerweise gesellschaftlich den Jungen zugeordnet werden.⁸¹ Nichtsdestotrotz ist dieser Ansatz nur ein Erklärungsversuch von vielen für die Geschlechtsunterschiede der VC.

Zusammenfassend ist für die erste Subkomponente festzustellen, dass die Hypothese, dass das Geschlecht die visuo-kognitiven Subdomänen gesunder älterer Erwachsener beeinflusst, beibehalten werden kann. Die *komplexen visuo-kognitiven Fähigkeiten* zeigen übergreifend einen starken Geschlechtsunterschied. Allerdings ist dieser Einfluss des Geschlechts auf diese Subkomponente der VC vor allem durch die bessere Leistung der Männer im BJLO bedingt, wohingegen bei den klassischen *visuo-konstruktiven* Testverfahren ROCF und CERAD+ keine Unterschiede zwischen Männern und Frauen zu Tage treten. Der Leistungsunterschied zwischen Männern und Frauen im BJLO ist somit so stark im Effekt, dass es die anderen vier Testverfahren überlagert. Im Zuge dessen kann die vorliegende Studie eine starke Empfehlung für geschlechtsnormierte Auswertungstabellen aussprechen, bei der Frauen kompensatorisch Punkte zugesprochen werden. Damit ist eine deutliche Verbesserung der Diagnostik möglich. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit der aktuellen Forschungsliteratur.

(2) Visuo-perzeptive Fähigkeiten und Geschlecht

Betrachtet man den zweiten Faktor *visuo-perzeptiven Fähigkeiten* mit seinen zugeordneten Testverfahren, zeigt sich eine ähnliche Leistung bei Männern und Frauen entlang der Kombination der einzelnen Testverfahren (VOSP Silhouetten, VOSP Objekterkennung, VOSP Zunehmende Silhouetten) dieses Faktors. Die Annahme, dass das Geschlecht einen Einfluss auf die visuo-kognitiven Subdomänen bei älteren gesunden Erwachsenen hat, kann für diese Subkomponente nicht beibehalten werden.

Auf Einzeltestebene offenbart die ANCOVA für die Subtests VOSP Silhouetten und VOSP Objekterkennung das gleiche Ergebnis (kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern), wohingegen sich ein signifikanter moderater Geschlechtsunterschied bei dem

Subtest VOSP Zunehmende Silhouetten zeigt. Trotz des signifikanten Leistungsunterschieds zwischen Männern und Frauen in diesem Testverfahren, ist das Ergebnis nicht als solches belastbar, da die vorangehende MANCOVA keinen signifikanten Geschlechtsunterschied zeigt. Damit schützt die übergeordnete MANCOVA das Einzelergebnis des VOSP Zunehmende Silhouetten nicht vor einer Überschätzung des Effekts.¹⁴⁵ Es muss angenommen werden, dass es sich bei diesem vermeintlich signifikanten Geschlechtsunterschied um einen Fehler 1. Art handelt. Das Ergebnis bestätigt sich zusätzlich in der DFA, die ebenfalls über alle drei Einzeltests hinweg keinen signifikanten Gruppenunterschied darstellen kann. In der Struktur-Matrix der DFA zeigt sich außerdem, dass der Einzeltest VOSP Zunehmende Silhouetten mit Abstand am höchsten auf die eine Diskriminanzfunktion lädt, demnach am ehesten einen Unterschied zwischen den Gruppen durch die Funktion bedingen würde.^{145,147} Mehrere Studien unterstützen dieses Ergebnis, dass es keinen Geschlechtsunterschied in der Leistung dieser drei *visuo-perzeptiven* VOSP Aufgaben gibt^{60,94,95}, wobei eine Studie von Herrera-Guzmán et al. in allen drei Testverfahren einen Geschlechtsunterschied findet.⁹³ In dieser Studie von Herrera-Guzmán et al. schneiden Männer besser in den Subtests Silhouetten und Objekterkennung ab, Frauen hingegen besser in dem Subtest Zunehmende Silhouetten.⁹³ Auch wenn die Studie methodisch wertvoll ist, da beispielsweise keine Alters- oder Bildungsunterschiede zwischen den beiden Gruppen (Männer/Frauen) bestehen, ist die Stichprobe mit 90 Proband*innen verhältnismäßig klein im Vergleich zu den Studien, die ebenfalls keinen Geschlechtsunterschied darstellen konnten (Peña-Casanova et al. $N = 341$ ⁶⁰, Calvo et al. $N = 179$ ⁹⁵, Bonello et al. $N = 111$ ⁹⁴).

Für die übergeordnete Subkomponente *visuo-perzeptive Fähigkeiten* mit den zugehörigen einzelnen Testverfahren zeigt sich in der vorliegenden Arbeit kein signifikanter Einfluss des Geschlechts, wohingegen in den Meta-Analysen von Voyer et al. und Linn und Petersen geringe bis moderate Geschlechtsdifferenzen zwischen Männern und Frauen sichtbar sind.^{1,2} Allerdings sind die meisten Studien, die in die Meta-Analyse einfließen mit sehr jungen Proband*innen durchgeführt worden und auch die inhaltliche Testauswahl zu dieser visuo-kognitiven Domäne ist diskutabel. So zeigen beispielweise die Testverfahren EFT (Testverfahren, bei dem Figuren aus einer großen Figur erkannt werden müssen) und der VFDT (Auffinden der identischen Form zur Vorlage aus mehreren ähnlichen Formen) keine Geschlechtsunterschiede^{36,90}, könnten aber gegebenenfalls der *Visuo-Perzeption* zugeordnet werden. Somit üben diese Testverfahren ihren neutralen Einfluss auf die Domäne der *Visuo-Perzeption* in den Meta-Analysen nicht aus.

In der Zusammenfassung muss die Hypothese eines Geschlechtseinflusses auf die Subdomäne *visuo-perzeptive Fähigkeiten* bei gesunden älteren Erwachsenen abgelehnt werden. Auch in den zugrundeliegenden einzelnen Testverfahren (VOSP Silhouetten, VOSP

Objekterkennung, VOSP Zunehmende Silhouetten) zeigt sich kein übernehmbarer signifikanter Geschlechtsunterschied. Zur Interpretation des Ergebnisses dieser Arbeit sollte allerdings auch beachtet werden, dass sich die drei Testverfahren VOSP Silhouetten, VOSP Objekterkennung und VOSP Zunehmende Silhouetten in ihrer Art alle sehr ähnlich sind. Allgemeingültige Aussagen zu den Geschlechtseinflüssen dieser Subkomponente, die in der vorliegenden Arbeit allein durch diese drei Testverfahren gebildet wird, sollten dementsprechend mit Vorsicht getroffen werden. Für die zukünftige Forschung ist eine Überprüfung des Geschlechtszusammenhangs mit verschiedenen *visuo-perzeptiven* Testverfahren sinnvoll, um eine übertragbare Aussage über die Subdomäne *visuo-perzeptive Fähigkeiten* bei älteren Erwachsenen treffen zu können.

(3) CLOX 1+2 und Geschlecht

Die Annahme eines Geschlechtsunterschieds auf die visuo-kognitiven Subdomänen bei gesunden älteren Erwachsenen muss für die Subdomäne CLOX1+2 abgelehnt werden. Der letzte Faktor bestehend aus den Testverfahren CLOX1 und CLOX2 stellt keinen signifikanten Leistungsunterschied zwischen Männern und Frauen dar. Damit im Einklang stehend zeigt die anschließende ANCOVA ebenfalls auf Einzeltest-Ebene keinen Geschlechtsunterschied im CLOX1 oder im CLOX2. Und auch die DFA bestätigt, dass es keine signifikante Diskriminanzfunktion gibt, die Männer und Frauen unterscheidet. Dieses Ergebnis, der nicht vorhandenen Beeinflussung durch das Geschlecht, reiht sich ein in zahlreichen vorangehende Forschungsarbeiten, die ebenfalls keinen Unterschied zwischen den Geschlechtern für diese beiden Testverfahren aufzeigen.^{115-117,134}

5.3.2. Faktorvariablen und Geschlecht

Neben der Analyse des Geschlechtsunterschieds der Subkomponenten unter Verwendung der einzelnen Testverfahren der jeweiligen Faktoren werden zur Beantwortung der Fragestellung auch die neu gebildeten Faktorvariablen untersucht. Wie bereits dargelegt, kann der Hypothese zugestimmt werden, dass das Geschlecht bei gesunden älteren Erwachsenen einen signifikanten Einfluss auf alle visuo-kognitiven Subkomponenten zusammengenommen hat. Dies gilt auch für die Berechnung bei Verwendung der gebildeten Faktorvariablen. Bei Betrachtung der drei identifizierten Faktorvariablen stellt sich ein signifikanter moderater Geschlechtsunterschied entlang der Kombination der drei Faktorvariablen dar. Für die darauffolgende Untersuchung der einzelnen Faktorvariablen stellt sich allerdings ein anderes Bild dar als bei der Berechnung der Faktoren mit den einzelnen zugeordneten Testverfahren. Auf einzelner Faktorebene lässt sich in den ANCOVAs der einzelnen Faktorvariablen nur für die zweite Faktorvariable (*visuo-perzeptive Fähigkeiten*) ein signifikanter geringer Unterschied zwischen den Ergebnissen von Männern und Frauen erheben. Die Faktorvariablen *komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten* (F1) und CLOX1+2 (F3) weisen keinen

signifikanten Geschlechtsunterschied auf. Das widerspricht dem Ergebnis bei Verwendung der einzelnen Testverfahren. Hier zeigt sich ein signifikanter moderater Einfluss des Geschlechts auf den ersten Faktor (*komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten*). Die anderen beiden Faktoren weisen keinen signifikanten Geschlechtsunterschied auf. Das bedeutet für die Kombination der Einzeltests des *komplexen visuo-kognitiven* Faktors kann ein Geschlechtsunterschied mit Hilfe einer MANCOVA dargestellt werden, in der ANCOVA dieser ersten Faktorvariable allerdings nicht. Mutmaßlich liegt dieser Unterschied unter anderem darin begründet, dass die MANCOVA eine höhere Teststärke besitzt, einen Unterschied der beiden Gruppen zu identifizieren.¹⁴⁵ Zusätzlich spielen bei den Faktorvariablen auch immer noch Teilladungen der Testverfahren anderer Faktoren in Form von Querladungen mit hinein, sodass beispielsweise Testverfahren, die keinen Geschlechtsunterschied aufweisen (wie z.B. die Tests der VOSP und des CLOX) die erste Faktorvariable dahingehend beeinflussen können, dass sich hier kein Geschlechtsunterschied mehr darstellen lässt. Ähnlich ist der Unterschied des Ergebnisses für den zweiten Faktor ableitbar. Bei der MANCOVA aus der Kombination der Einzeltests des zweiten Faktors offenbart sich kein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen. Bei Verwendung der Faktorvariable F2 allerdings schon. Auch hier ist stark davon auszugehen, dass gerade das Testverfahren BJLO mit dem einzigen signifikanten Geschlechtsunterschied auf Einzeltest-Ebene mit der deutlich sichtbaren Querladung (siehe Strukturmatrix der PCA in Tabelle 5) auf den zweiten Faktor die Umstimmung hin zu einem signifikanten Geschlechtsunterschied bewirkt. Diese Beeinflussung zeigt sich hingegen bei den MANCOVAs der Einzeltests nicht, da hier wirklich nur die zugeordneten Einzeltests (z.B. für den ersten Faktor BJLO, ROCF Abzeichen, ROCF Abrufen, CERAD+ Figuren Abzeichnen, CERAD+ Figuren Abrufen) als abhängige Variable in die Berechnung aufgenommen werden. Somit fällt der Geschlechtseffekt des BJLO für den ersten Faktor ausreichend ins Gewicht ohne Überlagerung anderer Testverfahren. Gleiches gilt für die zweite Faktorvariable, bei der in der MANCOVA der Einzeltests der Faktoren keine Beeinflussung des BJLO vorliegt und sich somit auch kein Geschlechtsunterschied darstellt.

Diese Interpretation wird durch die DFA über alle drei Faktorvariablen hinweg besonders deutlich. Für die DFA findet sich für alle drei Faktorvariablen zusammengenommen eine signifikante diskriminante Dimension, die die Gruppen unterscheidet. In der Strukturmatrix der DFA ist diesbezüglich vor allem der Vorzeichenwechsel zwischen dem Faktor 1 (*komplex visuo-kognitiv*) mit negativem Vorzeichen und den anderen beiden Faktoren (*visuo-perzeptiv* und *CLOX1+2*) mit jeweils positivem Vorzeichen wegweisend. Dieser Vorzeichenwechsel zeigt an, dass die erste Faktorvariable gegenteilig auf die unterscheidende Diskriminanzfunktion lädt, im Vergleich zu der zweiten und dritten Faktorvariable. Daraus lässt sich schließen, dass F2 und F3 die Diskriminanzfunktion zur Gruppenunterscheidung gegenteilig beeinflussen im Vergleich zu F1. Zeigt sich demnach ein Geschlechtsunterschied,

gilt dieser entweder nur für F1 oder nur für F2 und F3 zusammen. Aus der MANCOVA der Einzeltests der identifizierten Faktoren mit anschließend genauer Aufschlüsselung der Effekte ist bekannt, dass nur der BJLO einen signifikanten Geschlechtsunterschied offenbart und damit den ersten Faktor prägt. Die DFA enthüllt durch die gegenteilige Ladung in diesem Fall, dass der Geschlechtsunterschied höchstwahrscheinlich durch Testverfahren, die dem ersten Faktor zugeordnet wurden, ausgelöst ist.

In Kombination dieser Erklärung und der höheren statistischen Teststärke der MANCOVA im Vergleich zur ANCOVA ist abschließend dem Ergebnis der faktorenzugehörigen Einzeltests mehr zu trauen als den Faktorvariablen in Bezug auf den Leistungsunterschied zwischen Männern und Frauen. Was die Hypothese zum Einfluss des Geschlechts auf die visuo-kognitiven Subkomponenten bei älteren gesunden Erwachsenen angeht, kann diese demnach nur für die Subdomäne der *komplexen visuo-kognitiven Fähigkeiten* beibehalten werden.

5.4 Geschlecht und einzelne visuo-kognitive Testverfahren

Das vorliegende Studienvorhaben untersucht Geschlechtsunterschiede der VC bei gesunden älteren Erwachsenen. Dazu wird neben den visuo-kognitiven Subkomponenten angenommen, dass das Geschlecht auch die einzelnen visuo-kognitiven Testverfahren beeinflusst. Die hier eingesetzten Tests, die den Faktoren durch die PCA zugeordnet wurden, wurden bereits im Abschnitt der jeweiligen Faktoren besprochen. Alle anderen eingesetzten visuo-kognitiven Testverfahren, sowie die Gesamtheit aller verwendeten visuo-kognitiven Tests werden im Folgenden eingeordnet.

Mit Hilfe einer MANCOVA lässt sich ermitteln, dass kein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen entlang der Kombination aus allen eingesetzten Testverfahren besteht. Für die Gesamtheit der einzelnen visuo-kognitiven Testverfahren, kann die Hypothese, dass das Geschlecht einen Einfluss auf die visuo-kognitiven Testverfahren hat, nicht beibehalten werden. Dieser Analyse schließen sich wiederum ANCOVAs für alle Einzeltests an, wobei sich nur für den BJLO und den VOSP Zunehmende Silhouetten ein signifikanter Leistungsunterschied zwischen Männern und Frauen abbilden lässt. Alle anderen Testverfahren zeigen keinen signifikanten Geschlechtsunterschied, was die Ergebnisse in den jeweiligen Testverfahren angeht. Die DFA bestätigt dieses Ergebnis erneut. Die ANCOVAs des BJLO und des VOSP Zunehmende Silhouetten decken sich mit den vorangehenden Analysen und sind somit identisch interpretierbar. Der BJLO kann als Test mit signifikant besseren Ergebnissen der Männer im Vergleich zu den Ergebnissen der Frauen gewertet werden, der VOSP Zunehmende Silhouetten hingegen unterliegt einem Fehler 1. Art, da die vorangehende MANCOVA keinen signifikanten Geschlechtsunterschied darstellt. Die Annahme, dass das Geschlecht einen Einfluss auf die einzelnen visuo-kognitiven Testverfahren bei gesunden älteren Erwachsenen hat, kann demnach nur für den BJLO beibehalten werden. Für alle anderen Testverfahren muss diese Hypothese abgelehnt werden.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass Field davon abrät, eine MANCOVA mit mehr als zehn abhängigen Variablen durchzuführen. Nichtsdestotrotz zeigt sich auch in den anschließenden ANCOVAs der Einzeltests kein zusätzliches Testverfahren, was einen Geschlechterunterschied aufweist, sodass eine vorschnelle Interpretation durch eine zu hohe Anzahl der Variablen ausgeschlossen werden kann.¹⁴⁵ Dass sich in der übergeordneten MANCOVA kein Geschlechtsunterschied darstellt, liegt wahrscheinlich an der Überlagerung der Testverfahren, die keinen Geschlechtsunterschied aufzeigen im Vergleich zu dem einzelnen Testverfahren (BJLO), das einen signifikanten moderaten bis starken Unterschied zwischen Männern und Frauen aufzeigt.

Die Testverfahren, die nicht in die Faktoren eingeflossen sind, werden im Folgenden noch einmal in Bezug zur Literatur dargestellt.

5.4.1. Leistungsprüfsystem 50+ Mentale Rotation

Beim Subtest 7 Mentale Rotation des LPS 50+ zeigt sich in der vorliegenden Arbeit kein signifikanter Unterschied der Leistungen zwischen den beiden Geschlechtern. Dieses Ergebnis fällt damit aus den meisten Forschungsergebnissen, die einen deutlichen Unterschied zwischen Männern und Frauen für mentale Rotationsaufgaben beschreiben, heraus.^{1,2,50,153} Studienübergreifend kann für mentale Rotationsaufgaben mit teilweise sehr großen Stichproben von 200.000 Proband*innen eine signifikant bessere Leistung der Männer gezeigt werden⁵⁰, die auch schon bereits in mehreren Meta-Analysen zusammenfassend bestätigt ist.^{1,2} Warum in diesem hier eingesetzten Subtest kein Unterschied der Testergebnisse zwischen Männern und Frauen besteht, ist unklar. Gerade der Umstand, dass dieses Testverfahren als einziges der hier verwendeten Testverfahren unter Zeitdruck stattfand, müsste laut vorangehender Forschungsmeinung den Unterschied zwischen Männern und Frauen eher verstärken.¹⁵³ Allerdings sind die meisten der bereits erhobenen Ergebnisse zu Geschlecht und mentalen Rotationsaufgaben mit jungen Proband*innen durchgeführt worden, wenige mit gesunden älteren Erwachsenen, die älter sind als 50 Jahre.² Für den Altersverlauf von 20 bis 65 Jahre kann bereits in einer groß angelegten Studie ein Erhalt des Geschlechtsunterschieds über diese Lebensspanne hinweg festgehalten werden, allerdings ist weniger bekannt zu den darauffolgenden höheren Lebensjahren.⁵⁰ Jansen und Heil bestätigen dieses Ergebnis, da sie auch für eine Gruppe von 60- bis 70-Jährigen immer noch ein besseres Abschneiden der Männer im Vergleich zu den Frauen dokumentieren können.¹⁰² Sie konstatieren jedoch auch, dass der Geschlechtsunterschied mit zunehmendem Alter immer geringer wird. So liegen auch vereinzelt Studien vor, die für Proband*innen, die älter als 80 Jahre sind, keinen Geschlechtsunterschied bei mentalen Rotationsaufgaben feststellen.⁵⁸ Allerdings existieren auch große und damit belastbarere Studien, bei denen sich eine bessere Leistung bei Männern für mentale Rotationsaufgaben zeigt.^{101,154} Möglicherweise kommt es außerdem darauf an, welcher Gegenstand in der Aufgabe rotiert werden soll.

Jansen-Osmann und Heil zeigen beispielsweise für einen mentalen Rotationstest am Computer, dass nur bei der Verwendung von Polygonen auch ein Geschlechtsunterschied vorliegt, wohingegen sich kein Geschlechtsunterschied eruieren lässt, wenn Symbole, Tiere oder Würfel eingesetzt werden.¹⁵⁵ Der LPS 50+ Mentale Rotation wird in der Forschung im Vergleich zu mentalen Rotationsaufgaben nach Vandenberg und Kuse⁹⁷ bis jetzt selten eingesetzt, sodass eine eingeschränkte Vergleichbarkeit des Geschlechtszusammenhangs aufgrund des zu rotierenden Gegenstands vorliegt. In Zukunft sollte für eine bessere Vergleichbarkeit des Einflusses von Geschlecht auf mentale Rotationsaufgaben deswegen auf das Objekt und das Alter der Studienpopulation explizit geachtet werden.

5.4.2. Visual Object and Space Perception Battery Subtest 1, 5 – 8

Die VOSP Subtests Unvollständige Buchstaben, Punkte zählen, Positionen unterscheiden, Zahlen lokalisieren und Würfelzahl analysieren zeigen in den Ergebnissen keinen signifikanten Leistungsunterschied zwischen Männern und Frauen. Bei allen diesen Subtests besteht allerdings ein Deckeneffekt, sodass das Auftreten gleicher Leistungen der beiden Gruppen wenig überrascht. Der Deckeneffekt für diese Subtests wird bereits in anderen Studien beschrieben⁹³, ebenso wie ein fehlender Einfluss des Geschlechts auf die Leistung in diesen Testverfahren.^{60,94,95} Bei der Untersuchung des Geschlechtseinflusses auf die VC sind diese Testverfahren aufgrund der Deckeneffekt bei gesunden Proband*innen wenig aussagekräftig.

5.5 Stärken und Limitationen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sollten in Anbetracht der Stärken und Schwächen interpretiert werden. Zur Untersuchung von Geschlechtsunterschieden erweist sich eine ausgeglichene große Anzahl von Frauen und Männern als hilfreich, die diese Studie mit jeweils 50 Personen aufweisen kann. Des Weiteren ist die Anzahl der Proband*innen dieser Analyse mit 100 Personen hinreichend stark geeignet. Eine große Stärke ist außerdem das höhere Alter der Stichprobe, was ansonsten auf diesem Forschungsfeld wenig repräsentiert ist. Somit sind Erkenntnisse über Geschlechtsunterschiede auch für ältere gesunde Erwachsene möglich. Das sich das Alter zwischen der Gruppe der Männer und der Frauen nicht signifikant unterscheidet, verbessert die Aussagekraft dieser Ergebnisse zusätzlich.

Für die VC setzt die vorliegende Studie eine breite Auswahl an visuo-kognitiven Testverfahren ein. Gerade im Vergleich mit anderen Studien wird der Wert dieser vielfältigen Anforderungen sichtbar. So ist es möglich, Zusammenhänge zwischen verschiedenen Tests und Testbatterien zu analysieren, die sonst selten miteinander korreliert werden, wie beispielsweise graphomotorische Testverfahren und andere visuo-kognitive Tests. Dass die hier identifizierten Subkomponenten anhand von Analysen eruiert werden konnten und nicht nur auf theoretischen Überlegungen beruhen, ist als weitere Stärke der Studie zu nennen.

Für ein vollständiges Bild der Ergebnisse sollten nichtsdestotrotz einige Einschränkungen beachtet werden. Mit Blick auf die Verteilung der Daten zeigt sich eine ernst zu nehmende Limitierung. Nur ein Teil der Variablen weist eine Normalverteilung auf, was auf die Auswahl der Testverfahren für dieses Proband*innen-Kollektiv zurückzuführen ist und sich in einem Deckeneffekt einiger Testverfahren manifestiert. Dieser Effekt kann gegebenenfalls die Ergebnisse der PCA und der Geschlechtszusammenhänge beeinflussen. Mit Hilfe geeigneter Analyseverfahren wie der MANCOVA und Auswertung nach Pillai's Spur mit gleich großen Gruppen kann im Zuge dieser Arbeit dem Problem der fehlenden Normalverteilung begegnet werden, allerdings ist eine veränderte Testauswahl in zukünftigen Studien zu erwägen.

Auch was die Auswertung angeht, ist anzumerken, dass die Auswertung nach Punkten gegebenenfalls weniger präzise ist als eine zeitliche Einordnung der Leistung. Zusätzlich kann das gewählte Testsetting als Einzelerfassung durch die Aufmerksamkeit des*der Studienleiter*in Druck auf die Proband*innen ausüben, der den Geschlechtseffekt möglicherweise beeinflussen kann.²

Über das Studienkollektiv ist zu konstatieren, dass die Bildung insgesamt hoch ausfällt und ein Vergleich der Ergebnisse anderer Studien mit niedrigerer Bildung mit Vorsicht getätigt werden sollte. Außerdem ist zu beachten, dass in dieser Studie das Geschlecht rein binär erfasst wird und damit keine Aussagen über dieses Konzept von Geschlecht hinaus möglich sind. In zukünftigen Forschungsarbeiten ist für eine bessere Vergleichbarkeit der Studien deswegen eine exaktere Analyse, wie das Geschlecht definiert und untersucht wird, erstrebenswert.

Als Anmerkung zu den durchgeführten statistischen Analysen sei gesagt, dass die Stichprobengröße für eine PCA mit der Anzahl der abhängigen Variablen an der unteren Grenze liegt. Das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium als Maß für die Stichprobeneignung erweist sich als ausreichend, allerdings empfiehlt es sich, bei ähnlichen Studien für eine PCA in Zukunft eine größere Stichprobe zu testen.¹⁴⁵ Außerdem sollte bei der Interpretation der Ergebnisse im Hinterkopf behalten werden, dass eine PCA immer nur Komponenten mit den Variablen (Testverfahren) bilden kann, die eingeschlossen werden. Die Verallgemeinerung der identifizierten Faktoren reicht somit nur eingeschränkt über die eingesetzten Testverfahren hinaus. Die Überprüfung des hier identifizierten Modells mit weiteren visuo-kognitiven Testverfahren in Zukunft ist wünschenswert.

5.6 Fazit und Ausblick

Abschließend kann die vorliegende Forschungsarbeit beibehalten, dass bei gesunden älteren Erwachsenen die visuo-kognitiven Fähigkeiten im Altersverlauf abnehmen. Dies zeigt sich übergreifend für alle visuo-kognitiven Testverfahren und Subkomponenten. Der höchste altersabhängige Leistungsrückgang ist im mentalen Rotationstest des LPS 50+ feststellbar. Insgesamt scheint es keinen Unterschied zwischen Männern und Frauen im Zusammenhang der visuo-kognitiven Leistung und dem Alter zu geben. Das bedeutet, gesunde Männer und

Frauen verzeichnen einen vergleichbaren Rückgang der visuo-kognitiven Leistungsfähigkeit im Alter.

Bei gesunden älteren Erwachsenen mit einem hohen Bildungsgrad ist des Weiteren übergreifend kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Bildung und den visuo-kognitiven Fähigkeiten darstellbar.

Für die VC unterstreichen die vorliegenden Ergebnisse die Heterogenität der VC und die notwendige Einteilung in mehrere visuo-kognitive Subkomponenten. Das identifizierte Modell aus *visuo-perzeptiven* und *komplex visuo-kognitiven Fähigkeiten* entspricht dem Modell nach Trojano et al. und De Renzi et al.. Für zukünftige Untersuchungen, sowohl auf Forschungsebene als auch im klinischen Alltag, wird auf Grundlage der vorliegenden Studie der Einsatz mehrerer visuo-kognitiver Testverfahren dringend empfohlen, um dieser Erkenntnis Rechnung zu tragen und die diagnostische Genauigkeit zu verbessern. Für die einzelnen identifizierten Subkomponenten ist eine klare Abgrenzung der *visuo-perzeptiven Fähigkeiten* von den *komplexen visuo-kognitiven Fähigkeiten* feststellbar. Die Überprüfung dieses Ergebnisses mit mehreren verschiedenen *visuo-perzeptiven* Testverfahren in zukünftigen Studien ist allerdings empfehlenswert, da die *visuo-perzeptiven* Aufgaben nur einer Testbatterie entnommen sind und sich sehr ähneln. Des Weiteren ist zur differenzierten Untersuchung dieser gesunden Altersgruppe eine für diese Gruppe angepasste Testauswahl wünschenswert, um einen Informationsverlust durch Deckeneffekte zu minimieren.

Auffallend für die Einteilung in Subkomponenten ist die Rolle der mentalen Rotationsaufgaben und des CLOX. Der eingesetzte mentale Rotationstest zeigt in dieser Studie keinen ausreichenden Zusammenhang zu den identifizierten Faktoren. Daraus ergibt sich der Bedarf mentale Rotationstests in Zukunft genauer auf den Zusammenhang zu anderen *komplexen visuo-kognitiven* Testverfahren zu untersuchen. Mit dem Ziel exaktere Aussagen zum Einfluss von Geschlecht auf diese Domäne treffen zu können, ist es außerdem sinnvoll, zu analysieren, welche Objekte im Test rotiert und welche Altersgruppe untersucht wird. Für den CLOX kann das vorliegende Forschungsvorhaben die Annahme einzelner Studien bekräftigen, die eine Abgrenzung des CLOX zu den anderen klassischen *visuo-konstruktiven* Testverfahren nahelegen. Somit empfiehlt es sich, den CLOX nicht als Testinstrument für *visuo-konstruktive* Fähigkeiten einzusetzen. Vielmehr ist eine Überlagerung anderer kognitiver Domänen wahrscheinlich.

Die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit kann folgendermaßen beantwortet werden. Entgegen der weit verbreiteten und zu stark vereinfachenden Meinung, dass Männer bessere visuo-kognitive Leistungen erzielen, zeigt die vorliegende Arbeit lediglich für eins (BJLO) der sechzehn eingesetzten visuo-kognitiven Testverfahren einen signifikanten moderaten Leistungsunterschied zwischen Männern und Frauen in der gesunden älteren Stichprobe. Alle anderen visuo-kognitiven Testverfahren, inklusive der mentalen Rotationsaufgabe, zeigen

keinen signifikanten Geschlechtsunterschied. Die besseren Ergebnisse der Männer im BJLO sind deutlich ausgeprägt und beeinflussen die zugehörige Subkomponente *komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten* dahingehend, dass sich auch hier ein Unterschied zwischen Männern und Frauen darstellen lässt. Die anderen Subkomponenten zeigen keinen signifikanten Geschlechtsunterschied. Die Subdomäne *komplexe visuo-kognitive Fähigkeiten* ist damit der einzige identifizierte Faktor, der einen Geschlechtsunterschied aufweist.

Das Wissen um die signifikante Differenz zwischen Männern und Frauen im BJLO bei gesunden älteren Erwachsenen in Deutschland sollte in Zukunft durch eine geschlechtsnormierte Auswertung Anwendung finden, um die Genauigkeit der Diagnostik in Klinik und Forschung zu verbessern. Des Weiteren legen die Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit nahe, die Geschlechtsunterschiede in den visuo-kognitiven Subkomponenten und visuo-kognitiven Testverfahren in zukünftigen Studien differenzierter zu betrachten.

6. Literaturverzeichnis

1. Linn M, Petersen A. Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development* 1985; **56**: 1479-98.
2. Voyer D, Voyer S, Bryden M. Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin* 1995; **117**: 250-70.
3. de Bruin N, Bryant D, MacLean J, Gonzalez C. Assessing Visuospatial Abilities in Healthy Aging: A Novel Visuomotor Task. *Frontiers in Aging Neuroscience* 2016; **8**: 1-9.
4. Trojano L, Conson M. Visuospatial and visuoconstructive deficits. In: Goldenberg G, Miller B, Aminoff M, Boller F, Swaab D, eds. *Handbook of Clinical Neurology*. Amsterdam, Niederlande: Elsevier; 2008: 373-91.
5. Hänggi J, Buchmann A, Mondadori C, Henke K, Jäncke L, Hock C. Sexual dimorphism in the parietal substrate associated with visuospatial cognition independent of general intelligence. *Journal of Cognitive Neuroscience* 2010; **22**: 139-55.
6. Iachini T, Iavarone A, Senese V, Ruotolo F, Ruggiero G. Visuospatial memory in healthy elderly, AD and MCI: A review. *Current Aging Science* 2009; **2**: 43-59.
7. Hegarty M, Waller D. Individual Differences in Spatial Abilities. In: Miyake A, Shah P, eds. *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking*. Cambridge, England: Cambridge University Press; 2005: 121-69.
8. Ruggiero G, Sergi I, Iachini T. Gender differences in remembering and inferring spatial distances. *Memory* 2008; **16**: 821-35.
9. Iachini T, Sergi I, Ruggiero G, Gnisci A. Gender differences in object location memory in a real three-dimensional environment. *Brain and Cognition* 2005; **59**: 52-9.
10. Trojano L, Siciliano M, Cristinzio C, Grossi D. Exploring visuospatial abilities and their contribution to constructional abilities and nonverbal intelligence. *Applied Neuropsychology: Adult* 2018; **25**: 166-73.
11. Caplan P, MacPherson G, Tobin P. Do sex-related differences in spatial abilities exist? A multilevel critique with new data. *American Psychologist* 1985; **40**: 786-99.
12. Huttenlocher J, Presson C. Mental rotation and the perspective problem. *Cognitive Psychology* 1973; **4**: 277-99.
13. De Renzi E. *Disorders of Space Exploration and Cognition*. Chichester, England: John Wiley & Sons; 1982.
14. Shepard R, Metzler J. Mental rotation of three-dimensional objects. *Science* 1971; **171**: 701-3.
15. Cattell R. *Abilities: their structure, growth, and action*. Oxford, England: Houghton Mifflin; 1971.
16. Shepard R, Feng C. A chronometric study of mental paper folding. *Cognitive Psychology* 1972; **3**: 228-43.
17. Guay R, McDaniel E. The Relationship between Mathematics Achievement and Spatial Abilities among Elementary School Children. *Journal for Research in Mathematics Education* 1977; **8**: 211-5.

18. Piaget J, Inhelder B. The child's conception of space. New York, NY, USA: Norton; 1967.
19. Benton A, Tranel D. Visuo-perceptual, visuospatial, and visuoconstructive disorders. In: Heilman KM, Valenstein E, eds. *Clinical Neuropsychology*. New York, NY, USA: Oxford University Press; 1993: 165-213.
20. Carlesimo G, Fadda L, Caltagirone C. Basic mechanisms of constructional apraxia in unilateral brain-damaged patients: role of visuo-perceptual and executive disorders. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 1993; **15**: 342-58.
21. Benton A, Varney N, Hamsher K. Visuospatial Judgment: A Clinical Test. *Archives of Neurology* 1978; **35**: 364-7.
22. Lezak M, Howieson D, Bigler E, Tranel D. *Neuropsychological assessment*. New York, NY, USA: Oxford University Press; 2012.
23. Newcombe F, Russell W. Dissociated visual perceptual and spatial deficits in focal lesions of the right hemisphere. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 1969; **32**: 73-81.
24. Warrington E, Taylor A. The Contribution of the Right Parietal Lobe to Object Recognition. *Cortex* 1973; **9**: 152-64.
25. Benton A. Neuropsychological assessment. *Annual Review of Psychology* 1994; **45**: 1-23.
26. Cabeza R, Kingstone A. *Handbook of Functional Neuroimaging of Cognition* Cambridge, MA, USA: Cognitive Neuroscience; 2006.
27. Lerch J, van der Kouwe A, Raznahan A, et al. Studying neuroanatomy using MRI. *Nature Neuroscience* 2017; **20**: 314-26.
28. Ardila A, Ostrosky F. What do neuropsychological tests assess? *Applied Neuropsychology: Adult* 2022; **29**: 1-9.
29. Kanwisher N, McDermott J, Chun M. The Fusiform Face Area: A Module in Human Extrastriate Cortex Specialized for Face Perception. *The Journal of Neuroscience* 1997; **17**: 4302-11.
30. Epstein R, Kanwisher N. A cortical representation of the local visual environment. *Nature* 1998; **392**: 598-601.
31. Burgess N. Spatial Cognition and the Brain. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2008; **1124**: 77-97.
32. Butler T, Imperato-McGinley J, Pan H, et al. Sex differences in mental rotation: Top-down versus bottom-up processing. *NeuroImage* 2006; **32**: 445-56.
33. Hugdahl K, Thomsen T, Ersland L. Sex differences in visuo-spatial processing: an fMRI study of mental rotation. *Neuropsychologia* 2006; **44**: 1575-83.
34. Ino T, Asada T, Ito J, Kimura T, Fukuyama H. Parieto-frontal networks for clock drawing revealed with fMRI. *Neuroscience Research* 2003; **45**: 71-7.
35. Kravitz D, Saleem K, Baker C, Mishkin M. A new neural framework for visuospatial processing. *Nature Reviews Neuroscience* 2011; **12**: 217-30.

36. Lanca M, Jerskey B, O'Connor M. Neuropsychologic assessment of visual disorders. *Neurologic Clinics* 2003; **21**: 387-416.
37. Warrington E, James M. The visual object and space perception battery. Bury St. Edmunds, England: Thames Valley Test Company; 1991.
38. Quental N, Brucki S, Bueno O. Visuospatial function in early Alzheimer's disease—the use of the Visual Object and Space Perception (VOSP) battery. *PLOS One* 2013; **8**: 1-7.
39. Flicker C, Ferris S, Reisberg B. Mild cognitive impairment in the elderly: predictors of dementia. *Neurology* 1991; **41**: 1006-9.
40. O'Brien H, Tetewsky S, Avery L, Cushman L, Makous W, Duffy C. Visual mechanisms of spatial disorientation in Alzheimer's disease. *Cerebral Cortex* 2001; **11**: 1083-92.
41. Mapstone M, Steffenella T, Duffy C. A visuospatial variant of mild cognitive impairment: getting lost between aging and AD. *Neurology* 2003; **60**: 802-8.
42. Johnson D, Storandt M, Morris J, Galvin J. Longitudinal study of the transition from healthy aging to Alzheimer disease. *Archives of Neurology* 2009; **66**: 1254-9.
43. Aguilar Ramirez D, Blinch J, Takeda K, Copeland J, Gonzalez C. Differential effects of aging on spatial abilities. *Experimental Brain Research* 2022; **240**: 1579-88.
44. Schlee W, Leirer V, Kolassa S, Thurm F, Elbert T, Kolassa I. Development of large-scale functional networks over the lifespan. *Neurobiology of Aging* 2012; **33**: 2411-21.
45. Craik F, Bialystok E. Cognition through the lifespan: mechanisms of change. *Trends in Cognitive Sciences* 2006; **10**: 131-8.
46. Craik F, Salthouse T. The handbook of aging and cognition. New York, NY, USA: Psychology Press; 2008.
47. Cattell R. Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology* 1963; **54**: 1-22.
48. Techentin C, Voyer D, Voyer S. Spatial Abilities and Aging: A Meta-Analysis. *Experimental Aging Research* 2014; **40**: 395-425.
49. Melikyan Z, Corrada M, Dick M, Whittle C, Paganini-Hill A, Kawas C. Neuropsychological Test Norms in Cognitively Intact Oldest-Old. *Journal of the International Neuropsychological Society* 2019; **25**: 530-45.
50. Maylor E, Reimers S, Choi J, Collaer M, Peters M, Silverman I. Gender and sexual orientation differences in cognition across adulthood: age is kinder to women than to men regardless of sexual orientation. *Archives of Sexual Behavior* 2007; **36**: 235-49.
51. Borella E, Meneghetti C, Ronconi L, De Beni R. Spatial abilities across the adult life span. *Developmental Psychology* 2014; **50**: 384-92.
52. McCarrey A, An Y, Kitner-Triolo M, Ferrucci L, Resnick S. Sex differences in cognitive trajectories in clinically normal older adults. *Psychology and Aging* 2016; **31**: 166-75.
53. Kalbe E, Kessler J. Gerontoneuropsychologie - Grundlagen und Pathologie. In: Sturm W, Herrmann M, Münte T, eds. Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie. Heidelberg, Deutschland: Spektrum Akademischer Verlag; 2009: 789-819.

54. Wahlin T-B, Bäckman L, Wahlin Å, Winblad B. Visuospatial functioning and spatial orientation in a community-based sample of healthy very old persons. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 1993; **17**: 165-77.
55. Unger K. Visuo-Kognitive Leistungen bei Mild Cognitive Impairment (MCI) und Depression: Eine neuropsychologisch-experimentelle Studie [Dissertation]. München, Deutschland: Ludwig-Maximilians-Universität; 2008.
56. Devlin A. Mind and Maze: Spatial Cognition and Environmental Behavior. Westport, CT, USA: Praeger Publishers; 2001.
57. Kirasic K. The effects of age and environmental familiarity on adults' spatial problem-solving performance: evidence of a hometown advantage. *Experimental Aging Research* 1989; **15**: 181-7.
58. Veldema J, Jansen P. The Relationship among Cognition, Psychological Well-being, Physical Activity and Demographic Data in People over 80 Years of Age. *Experimental Aging Research* 2019; **45**: 400-9.
59. Lucas J, Ivnik R, Smith G, et al. Mayo's Older African Americans Normative Studies: norms for Boston Naming Test, Controlled Oral Word Association, Category Fluency, Animal Naming, Token Test, WRAT-3 Reading, Trail Making Test, Stroop Test, and Judgment of Line Orientation. *The Clinical Neuropsychologist* 2005; **19**: 243-69.
60. Peña-Casanova J, Quintana-Aparicio M, Quiñones-Ubeda S, et al. Spanish Multicenter Normative Studies (NEURONORMA Project): norms for the visual object and space perception battery-abbreviated, and judgment of line orientation. *Archives of Clinical Neuropsychology* 2009; **24**: 355-70.
61. Osterrieth P. Le test de copie d'une figure complexe; contribution à l'étude de la perception et de la mémoire. [Test of copying a complex figure; contribution to the study of perception and memory.]. *Archives de Psychologie* 1944; **30**: 206-356.
62. Welsh K, Butters N, Mohs R, et al. The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD). Part V. A normative study of the neuropsychological battery. *Neurology* 1994; **44**: 609-14.
63. Ardila A, Rosselli M. Educational effects on the ROCF performance. In: Knight J, Kaplan E, eds. *Rey-Osterrieth Complex Figure Handbook*. New York, NY, USA: Psychological Assessment Resources; 2003: 271-81.
64. Rosselli M, Ardila A. The impact of culture and education on non-verbal neuropsychological measurements: a critical review. *Brain and Cognition* 2003; **52**: 326-33.
65. Kelly M, Duff H, Kelly S, et al. The impact of social activities, social networks, social support and social relationships on the cognitive functioning of healthy older adults: a systematic review. *Systematic Reviews* 2017; **6**: 1-18.
66. Barha C, Davis J, Falck R, Nagamatsu L, Liu-Ambrose T. Sex differences in exercise efficacy to improve cognition: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials in older humans. *Frontiers in Neuroendocrinology* 2017; **46**: 71-85.
67. Rabbitt P, Chetwynd A, McInnes L. Do clever brains age more slowly? Further exploration of a nun result. *British Journal of Psychology* 2003; **94**: 63-71.

68. Barha C, Galea L. Influence of different estrogens on neuroplasticity and cognition in the hippocampus. *Biochimica et Biophysica Acta* 2010; **1800**: 1056-67.
69. Triviño-Paredes J, Patten A, Gil-Mohapel J, Christie B. The effects of hormones and physical exercise on hippocampal structural plasticity. *Frontiers in Neuroendocrinology* 2016; **41**: 23-43.
70. Hamson D, Roes M, Galea L. Sex Hormones and Cognition : Neuroendocrine influences on memory and learning. *Comprehensive Physiology* 2016; **6**: 1295-337.
71. Galea L, Frick K, Hampson E, Sohrabji F, Choleris E. Why estrogens matter for behavior and brain health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 2017; **76**: 363-79.
72. Hedden T, Gabrieli J. Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience* 2004; **5**: 87-96.
73. Reuter-Lorenz P, Lustig C. Brain aging: reorganizing discoveries about the aging mind. *Current Opinion in Neurobiology* 2005; **15**: 245-51.
74. Mayr U, Kliegl R, Krampe R. Sequential and coordinative processing dynamics in figural transformations across the life span. *Cognition* 1996; **59**: 61-90.
75. Fristoe N, Salthouse T, Woodard J. Examination of age-related deficits on the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuropsychology* 1997; **11**: 428-36.
76. Hasher L, Zacks R, May C. Inhibitory control, circadian arousal, and age. In: Gopher D, Koriat A, eds. Attention and performance XVII: Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application. Cambridge, MA, USA: The MIT Press; 1999: 653-75.
77. Somerville Ruffolo J. Visuoconstructional Impairment: What Are We Assessing and How Are We Assessing It? [Dissertation]. Kingston, RI, USA: University of Rhode Island; 2004.
78. Shields S. Functionalism, Darwinism, and the psychology of women. *American Psychologist* 1975; **30**: 739-54.
79. Puts D, McDaniel M, Jordan C, Breedlove S. Spatial ability and prenatal androgens: meta-analyses of congenital adrenal hyperplasia and digit ratio (2D:4D) studies. *Archives of Sexual Behavior* 2008; **37**: 100-11.
80. Tapp A, Maybery M, Whitehouse A. Evaluating the twin testosterone transfer hypothesis: a review of the empirical evidence. *Hormones and Behavior* 2011; **60**: 713-22.
81. Gurvich C, Thomas N, Kulkarni J. Sex differences in cognition and aging and the influence of sex hormones. In: Lanzenberger R, Kranz G, Savic I, eds. Handbook of Clinical Neurology: Elsevier; 2020: 103-15.
82. Brown W, Kesler S, Eliez S, Warsofsky I, Haberecht M, Reiss A. A volumetric study of parietal lobe subregions in Turner syndrome. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2004; **46**: 607-9.
83. Molko N, Cachia A, Riviere D, et al. Brain anatomy in Turner syndrome: evidence for impaired social and spatial-numerical networks. *Cerebral Cortex* 2004; **14**: 840-50.
84. Feng J, Spence I, Pratt J. Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological Science* 2007; **18**: 850-5.

85. Uttal D, Meadow N, Tipton E, et al. The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin* 2013; **139**: 352-402.
86. Hyde J. Sex and cognition: gender and cognitive functions. *Current Opinion in Neurobiology* 2016; **38**: 53-6.
87. Casey M. Gender, sex, and cognition: Considering the interrelationship between biological and environmental factors. *Learning and Individual Differences* 1996; **8**: 39-53.
88. Miller D, Halpern D. The new science of cognitive sex differences. *Trends in Cognitive Sciences* 2014; **18**: 37-45.
89. Witkin H, Dyk R, Fattuson H, Goodenough D, Karp S. Psychological differentiation: Studies of development. New York, NY, USA: Wiley; 1962.
90. Spreen O, Benton A. Embedded Figure Test. Neuropsychological Laboratory. Victoria, BC, Kanada: University of Victoria; 1969.
91. Campo P, Morales M. Reliability and Normative Data for the Benton Visual Form Discrimination Test. *The Clinical Neuropsychologist* 2003; **17**: 220-5.
92. Hooper H. Hooper Visual Organization Test (VOT). Los Angeles, CA, USA: Western Psychological Services; 1983.
93. Herrera-Guzmán I, Peña-Casanova J, Lara J, Gudayol-Ferré E, Böhm P. Influence of age, sex, and education on the Visual Object and Space Perception Battery (VOSP) in a healthy normal elderly population. *The Clinical Neuropsychologist* 2004; **18**: 385-94.
94. Bonello P, Rapport L, Millis S. Psychometric properties of the visual object and space perception battery in normal older adults. *The Clinical Neuropsychologist* 1997; **11**: 436-42.
95. Calvo L, Casals-Coll M, Sánchez-Benavides G, et al. Spanish normative studies in young adults (NEURONORMA young adults project): norms for the Visual Object and Space Perception Battery and Judgment of Line Orientation tests. *Neurologia* 2013; **28**: 153-9.
96. Hyde J. Gender similarities and differences. *Annual Review of Psychology* 2014; **65**: 373-98.
97. Vandenberg S, Kuse A. Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills* 1978; **47**: 599-604.
98. Thurstone L, Thurstone T. Factorial studies of intelligence. Chicago, IL, USA: University of Chicago Press; 1941.
99. Ekstrom R, French J, Harman H, Dermen D. Manual for kit of factor-referenced cognitive tests. Princeton, NJ, USA: Education Testing Service; 1976.
100. Sturm W, Willmes K, Horn W. Leistungsprüfsystem für 50-bis 90-Jährige. Göttingen, Deutschland: Hogrefe; 2015.
101. Willis S, Schaie K. Gender differences in spatial ability in old age: Longitudinal and intervention findings. *Sex Roles* 1988; **18**: 189-203.
102. Jansen P, Heil M. Gender differences in mental rotation across adulthood. *Experimental Aging Research* 2010; **36**: 94-104.

103. Härting C, Markowitsch H, Neufeld H, Calabrese P, Deisinger K, Kessler J. WMS-R Wechsler Gedächtnistest—revidierte Fassung. Bern, Schweiz: Hans Huber; 2000.
104. Bennett G, Seashore H, Wesman A. Differential Aptitude Test. New York, NY, USA: Psychological Corporation; 1947.
105. Quasha W, Likert R. The revised Minnesota paper form board test. *Journal of Educational Psychology* 1937; **28**: 197-204.
106. Stafford R. Sex Differences in Spatial Visualization as Evidence of Sex-Linked Inheritance. *Perceptual and Motor Skills* 1961; **13**: 428-.
107. Basso M, Harrington K, Matson M, Lowery N. Sex differences on the WMS-III: findings concerning verbal paired associates and faces. *The Clinical Neuropsychologist* 2000; **14**: 231-5.
108. Rahman Q, Wilson G. Large sexual-orientation-related differences in performance on mental rotation and judgment of line orientation tasks. *Neuropsychology* 2003; **17**: 25-31.
109. Basso M, Lowery N. Global-local visual biases correspond with visual-spatial orientation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 2004; **26**: 24-30.
110. Woodard J, Benedict R, Salthouse T, Toth J, Zgaljardic D, Hancock H. Normative data for equivalent, parallel forms of the Judgment of Line Orientation Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 1998; **20**: 457-62.
111. Venderploeg R, LaLone L, Greblo P, Schinka J. Odd-even short forms of the Judgment of Line Orientation Test. *Applied Neuropsychology* 1997; **4**: 244-6.
112. Alegret M, Vendrell P, Junqué C, Valldeoriola F, Tolosa E. Visuospatial Deficits in Parkinsons Disease Assessed by Judgment of Line Orientation Test: Error Analyses and Practice Effects. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 2001; **23**: 592-8.
113. Benton A. Contributions to Neuropsychological Assessment : A Clinical Manual. New York, NY, USA: Oxford University Press; 1994.
114. Lehrner J, Krakhofer H, Lamm C, et al. Visuo-constructional functions in patients with mild cognitive impairment, Alzheimer's disease, and Parkinson's disease. *Neuropsychiatrie* 2015; **29**: 112-9.
115. Turcotte V, Gagnon M, Joubert S, et al. Normative data for the Clock Drawing Test for French-Quebec mid- and older aged healthy adults. *The Clinical Neuropsychologist* 2018; **32**: 91-101.
116. Siciliano M, Santangelo G, D'Iorio A, et al. Rouleau version of the Clock Drawing Test: age- and education-adjusted normative data from a wide Italian sample. *The Clinical Neuropsychologist* 2016; **30**: 1501-16.
117. O'Bryant S, Edwards M, Johnson L, Hall J, Gamboa A, O'Jile J. Texas Mexican American adult normative studies: Normative data for commonly used clinical neuropsychological measures for English- and Spanish-speakers. *Developmental Neuropsychology* 2018; **43**: 1-26.
118. Tsatali M, Emmanouel A, Gialaouzidis M, et al. Rey Complex Figure Test (RCFT): Norms for the Greek older adult population. *Applied Neuropsychology: Adult* 2022; **29**: 958-66.

119. Tremblay M, Potvin O, Callahan B, et al. Normative data for the Rey-Osterrieth and the Taylor complex figure tests in Quebec-French people. *Archives of Clinical Neuropsychology* 2015; **30**: 78-87.
120. Vogel A, Stokholm J, Jørgensen K. Performances on Rey Auditory Verbal Learning Test and Rey Complex Figure Test in a healthy, elderly Danish sample—reference data and validity issues. *Scandinavian Journal of Psychology* 2012; **53**: 26-31.
121. Welsh-Bohmer K, Østbye T, Sanders L, et al. Neuropsychological performance in advanced age: Influences of Demographic factors and Apolipoprotein E: Findings from the Cache County Memory Study. *The Clinical Neuropsychologist* 2009; **23**: 77-99.
122. Lee D, Lee K, Lee J, et al. A normative study of the CERAD neuropsychological assessment battery in the Korean elderly. *Journal of the International Neuropsychological Society* 2004; **10**: 72-81.
123. Fillenbaum G, Burchett B, Unverzagt F, Rexroth D, Welsh-Bohmer K. Norms for CERAD constructional praxis recall. *The Clinical Neuropsychologist* 2011; **25**: 1345-58.
124. Caffarra P, Vezzadini G, Dieci F, Zonato F, Venneri A. Rey-Osterrieth complex figure: normative values in an Italian population sample. *Neurological Sciences* 2002; **22**: 443-7.
125. Boone K, Lesser I, Hill-Gutierrez E, Berman N, D'Elia L. Rey-Osterrieth complex figure performance in healthy, older adults: Relationship to age, education, sex, and IQ. *The Clinical Neuropsychologist* 1993; **7**: 22-8.
126. Chiulli S, Haaland K, La Rue A, Garry P. Impact of age on drawing the Rey-Osterrieth Figure. *The Clinical Neuropsychologist* 1995; **9**: 219-24.
127. Meyers J, Meyers K. Rey Complex Figure Test under four different administration procedures. *The Clinical Neuropsychologist* 1995; **9**: 63-7.
128. Gallagher C, Burke T. Age, gender and IQ effects on the Rey-Osterrieth Complex Figure Test. *British Journal of Clinical Psychology* 2007; **46**: 35-45.
129. Rosselli M, Ardila A. Effects of age, education, and gender on the Rey-Osterrieth Complex Figure. *The Clinical Neuropsychologist* 1991; **5**: 370-6.
130. Chervinsky A, Mitrushina M, Satz P. Comparison of four methods of scoring the Rey-Osterrieth Complex Figure Drawing Test on four age groups of normal elderly. *Brain Dysfunction* 1992; **5**: 267-87.
131. Royall D, Cordes J, Polk M. CLOX: an executive clock drawing task. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 1998; **64**: 588-94.
132. Santana I, Duro D, Freitas S, Alves L, Simões M. The Clock Drawing Test: Portuguese Norms, by Age and Education, for Three Different Scoring Systems. *Archives of Clinical Neuropsychology* 2013; **28**: 375-87.
133. Merims D, Ben Natan M, Milawi D, Boguslavsky T. The clock-drawing test: normative data in adult and elderly Israeli Arabs. *Psychogeriatrics* 2018; **18**: 175-81.
134. Shanhu X, Linhui C, Xiaoqing J, et al. Effects of age and education on clock-drawing performance by elderly adults in China. *The Clinical Neuropsychologist* 2019; **33**: 96-105.
135. Kline P. *An Easy Guide to Factor Analysis*. London, England: Routledge; 1994.

136. Folstein M, Folstein S, McHugh P. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research* 1975; **12**: 189-98.
137. Stroop J. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology* 1935; **18**: 643-62.
138. Yesavage J, Sheikh J. Geriatric Depression Scale (GDS). *Clinical Gerontologist* 1986; **5**: 165-73.
139. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hillsdale, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
140. Cohen J. A power primer. *Psychological Bulletin* 1992; **112**: 155-9.
141. Fisher R. Statistical Methods for Research Workers. Edinburgh, Scotland: Oliver and Boyd; 1925.
142. Kaiser H, Rice J. Little Jiffy, Mark Iv. *Educational and Psychological Measurement* 1974; **34**: 111-7.
143. Bartlett M. A Note on the Multiplying Factors for Various χ^2 Approximations. *Journal of the Royal Statistical Society* 1954; **16**: 296-8.
144. Cortina J. What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of Applied Psychology* 1993; **78**: 98-104.
145. Field A. Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics. London, England: Sage Publications; 2013.
146. Bauer A. Cronbachs α im Kontext des Grundmodells der klassischen Testtheorie und darüber hinaus [Master]. München, Deutschland: Ludwig-Maximilians-Universität; 2015.
147. Bargman R. Interpretation and use of a generalized discriminant function. In: Bose R, ed. Essays in probability and statistics. Chapel Hill, NC, USA: University of North Carolina Press; 1970.
148. Freedman M, Leach L, Kaplan E, Winocur G, Shulman K, Delis D. Clock drawing: A neuropsychological analysis. New York, NY, USA: Oxford University Press; 1994.
149. de Paula J, de Miranda D, de Moraes E, Malloy-Diniz L. Mapping the clockworks: what does the Clock Drawing Test assess in normal and pathological aging? *Arquivos de Neuro-Psiquiatria* 2013; **71**: 763-8.
150. Shulman K. Clock-drawing: is it the ideal cognitive screening test? *International Journal of Geriatric Psychiatry* 2000; **15**: 548-61.
151. Strauss E, Sherman E, Spreen O. A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary. New York, NY, USA: Oxford University Press; 2006.
152. Levine S, Vasilyeva M, Lourenco S, Newcombe N, Huttenlocher J. Socioeconomic status modifies the sex difference in spatial skill. *Psychological Sciences* 2005; **16**: 841-5.
153. Voyer D. Time limits and gender differences on paper-and-pencil tests of mental rotation: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review* 2011; **18**: 267-77.

154. Maitland S, Intrieri R, Schaie K, Willis S. Gender Differences and Changes in Cognitive Abilities Across the Adult Life Span. *Aging, Neuropsychology, and Cognition* 2000; **7**: 32-53.
155. Jansen-Osmann P, Heil M. Suitable stimuli to obtain (no) gender differences in the speed of cognitive processes involved in mental rotation. *Brain and Cognition* 2007; **64**: 217-27.

7. Anhang

Im Anhang findet sich der Informationsflyer zur Rekrutierung der Studienteilnehmer*innen, der Leitfaden für das Telefoninterview zur Überprüfung der Ein- und Ausschlusskriterien, sowie der Testungsbogen, der in den neuropsychologischen Testungen eingesetzt wurde im Original.

7.1 Informationsflyer zur Rekrutierung der Studienteilnehmer*innen

Wer kann mitmachen?

Um teilnehmen zu können, sollten Sie:

- › älter als 50 Jahre sein,
- › im Besitz guter oder ausreichend korrigierter Seh- und Hörfähigkeiten sein,
- › Deutsch als Muttersprache haben oder über sehr gute Deutschkenntnisse verfügen.

Leider können Sie an der Studie nicht teilnehmen, wenn Sie:

- › an neurologischen oder psychiatrischen Erkrankungen mit Einbußen der geistigen Leistungsfähigkeit leiden (z.B. schwere Depressionen, Psychosen, Epilepsie, Schlaganfall, Schädel-Hirn-Trauma, Hirntumore, Demenz),
- › an einer lebensbedrohlichen Krankheit leiden.

Wir freuen uns Sie bald bei uns begrüßen zu dürfen!

Zentrum für Neurologie und Psychiatrie



UNIKLINIK
KÖLN



» Kontakt

Interessieren Sie sich für eine Studienteilnahme oder haben noch weitere Fragen?

Hannah Liebermann-Jordanidis (M.Sc.)
Abteilung für Medizinische Psychologie |
Neuropsychologie und Gender Studies
Uniklinik Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln
Telefon: 0221 478-32976
E-Mail: hannah.liebermann@uk-koeln.de

Prof. Dr. Elke Kalbe
Abteilung für Medizinische Psychologie |
Neuropsychologie und Gender Studies
Uniklinik Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln
Telefon: 0221 478-6669 (Sekretariat)
E-Mail: elke.kalbe@uk-koeln.de



» Anfahrt

Uniklinik Köln
Gebäude 1, Raum EG 0.15
Kerpener Str. 68
50937 Köln



Studie zu
visuell-räumlichen
Fähigkeiten bei
gesunden älteren
Erwachsenen

Liebe Interessentinnen und Interessenten,

der Begriff „Kognition“ ist ein Sammelbegriff für alle geistigen Prozesse, die wir jeden Tag zur Informationsaufnahme und -verarbeitung nutzen, z.B. Denken oder Problemlösen. Ein kognitiver Teilbereich ist die sogenannte **Visuo-Kognition**. Dieser Teilbereich beinhaltet visuelle und räumliche Fähigkeiten, die wir im Alltag benötigen, um uns z.B. in der Umgebung zu orientieren oder nach Objekten (z.B. einer Kaffeetasse) greifen zu können.

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass sich visuo-kognitive Fähigkeiten über die Altersspanne verändern können. So können sich Veränderungen in diesem Bereich im Alltag beispielsweise beim **Abschätzen von Distanzen** (z.B. im Straßenverkehr) und in der **Orientierung** (z.B. Wege finden, Kartenlesen) sowie bei manuellen Tätigkeiten mit der Hand (z.B. Garten- oder Küchenarbeiten) äußern.

Ziel unserer Studie ist es besser zu verstehen, inwiefern sich visuo-kognitive Funktionen im höheren Erwachsenenalter verändern und mit bestimmten personenbezogenen Daten (z.B. Alter, Geschlecht) zusammenhängen. Die Daten gesunder älterer Erwachsener möchten wir dann mit Daten von Patientinnen und Patienten mit Morbus Parkinson vergleichen. Dieser Vergleich ist wichtig, um Parkinson-spezifische visuo-kognitive Probleme von altersbedingten Veränderungen abzugrenzen.

Über Ihre Unterstützung hierbei würden wir uns sehr freuen!

Wir sind auf der Suche nach motivierten Studienteilnehmerinnen und -teilnehmern, die gerne an dieser Studie teilnehmen möchten. Im Folgenden finden Sie dazu detaillierte Informationen.

Ihre
Prof. Dr. Elke Kalbe und
Hannah Liebermann-Jordanidis (M.Sc.)

Wie läuft die Studie ab?

- › in einem **kurzen Telefoninterview** erhalten Sie zunächst Informationen über das Studienvorhaben. Ihre Studieneignung wird geprüft
- › in einem **einmaligen Termin** in der Uniklinik Köln werden Ihre visuo-kognitiven Leistungen und andere kognitive Leistungen eingeschätzt (Dauer der Untersuchung: ca. 2,5 bis 3 Stunden)
- › Termine können sowohl unter der Woche als auch am Wochenende vereinbart werden
- › Sie erhalten eine Fahrtkostenpauschale in Höhe von **20€**
- › auf Wunsch erstellen wir Ihnen eine **schriftliche Einschätzung Ihres kognitiven Profils**

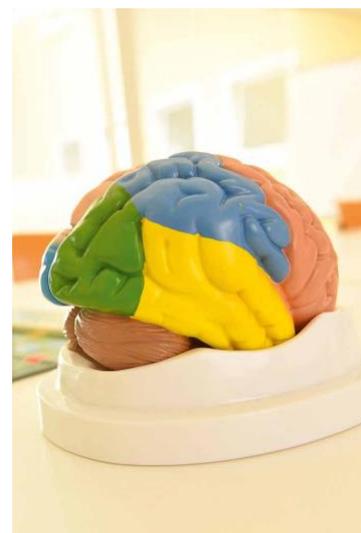
Datenerhebung

Im Rahmen dieser Studie werden **Papier- und Bleistift-Tests** eingesetzt, um Ihr kognitives Profil möglichst genau charakterisieren zu können. Zusätzlich nutzen wir **Fragebögen**, um personenbezogene (z.B. Alter, Geschlecht) und weitere relevante Daten (z.B. Stimmung) zu erheben.

Was geschieht mit Ihren Daten?

Ihre Unterlagen werden in **vollständig anonymisierter** Form in einem abschließbaren Schrank in den Räumlichkeiten der Medizinischen Psychologie | Neuropsychologie und Gender Studies der Uniklinik Köln aufbewahrt. Der Schlüssel zu diesem Schrank wird von der Studienleitung sicher verwahrt. Es wird kein Rückschluss auf Ihre Person möglich sein. Den Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis folgend werden die Daten nach 10

Jahren vernichtet. Die Ergebnisse der Studie sollen in internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht werden, wobei kein Rückschluss auf Ihre Person möglich sein wird. Sie können zu jedem Zeitpunkt der Studie ohne Angaben von Gründen von Ihrer Studienteilnahme zurücktreten.



7.2 Bogen des Telefoninterviews



UNIKLINIK
KÖLN

hhu
Heinrich Heine
Universität
Düsseldorf

Visuo-Kognition bei Patient*innen mit Parkinson
und gesunden älteren Erwachsenen

ID: VC_-----

Datum: __/__/____

Datum des Telefoninterviews	____.____.____	Name des Interviewers: _____
-----------------------------	----------------	------------------------------

Begrüßung und Abklärung Interesse an Studienteilnahme	
<p>Guten Tag Frau/Herr _____</p> <p>ich rufe aus der Uniklinik Köln, Abteilung für Medizinische Psychologie an. Mein Name ist _____</p> <p>Der Grund weshalb ich anrufe ist, dass....</p>	
Kontakt über Alex Studie	<p>1. ...Sie bereits vor einiger Zeit an einer Studie bei meiner Kollegin Frau Alexandra Zapf teilgenommen haben und mitgeteilt, dass sie Interesse an der Teilnahme zukünftiger Studien haben. Aktuell führen wir eine neue, uns sehr wichtige Studie durch, für die wir erneut motivierte und interessierte Studienteilnehmer*innen suchen. Hätten Sie generell Interesse nochmal an einer Studie teilzunehmen?</p> <p>↳ Falls nein: Vielen Dank, dann notiere ich mir das. <i>(Telefonat beenden)</i></p> <p>↳ Falls ja: Schön! Wenn es Ihnen zeitlich gerade passen sollte, würde ich Ihnen gerne nähere Informationen zu dem neuen Projekt geben.</p>
Sonsige Kontaktwege	<p>2. ...Sie uns per E-Mail/Telefon Interesse an einer Studienteilnahme bekundet haben. Hätten Sie gerade Zeit und Interesse, dass ich Ihnen das Projekt nochmal persönlich vorstellen kann, Sie Fragen stellen können und auch ich Ihnen ein paar Fragen stellen kann, um zu prüfen, ob Sie in die Studie passen?</p> <p>↳ Falls ja: Weiter bei 3.</p> <p>↳ Falls nein: Neuen Telefontermin vereinbaren.</p>
Studieninhalt	<p>3. Unsere aktuelle Studie beschäftigt sich mit der sogenannten „Visuo-Kognition“. Hierbei handelt es sich um visuelle und räumliche Fähigkeiten, die wir im Alltag benötigen, um uns in der Umgebung beispielsweise zu orientieren oder nach Objekten (z.B. einer Kaffeetasche) greifen zu können. Studien zeigen, dass sich diese Fähigkeiten über die Altersspanne verändern können. So kann es sein, dass Veränderungen beim Abschätzen von Distanzen (z.B. beim Autofahren) oder in der Orientierung (z.B. Wege finden) wahrgenommen werden. Ziel unserer aktuellen Studie ist es nun besser zu verstehen, wie, wann und beim wem sich diese Fähigkeiten verändern. Diese Daten von Gesunden, zu denen Sie dann ja gehören, möchten wir mit denen von Parkinsonpatientinnen und -patienten vergleichen. Dies hilft uns, gesunde Altersänderungen von klinisch relevanten Änderungen abzugrenzen. Haben Sie hierzu weitere Fragen?</p>

Chiffre wie folgt bilden: VC + Initialen + Geburtsdatum + HC (healthy control)
z.B. Max Mustermann, *03.01.1986 = VCMM030186HC



	Sind Sie noch berufstätig?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
	Wären Sie in der Lage selbstständig zu den Terminen in die Uniklinik zu kommen?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein (Teilnahme nicht möglich; bitte Grund notieren)
1.2 Lebenssituation			
1.	Familienstand	<input type="checkbox"/> ledig <input type="checkbox"/> verheiratet <input type="checkbox"/> geschieden <input type="checkbox"/> getrennt lebend	<input type="checkbox"/> verwitwet <input type="checkbox"/> verpartnert <input type="checkbox"/> keine Angabe
2.	Wie ist die aktuelle Wohnsituation des Probanden / der Probandin?	<input type="checkbox"/> Privathaushalt, allein <input type="checkbox"/> Zweipersonenhaushalt <input type="checkbox"/> Mehr-Personenhaushalt	<input type="checkbox"/> Seniorenheim / Pflegeheim <input type="checkbox"/> keine Angabe

1.3 Begleiterkrankungen	
Liegt eine ärztliche Diagnose einer Demenz vor?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Studienausschluss (Telefonat beenden)

Liegen weitere Begleiterkrankungen vor?					
Diagnose	ja	nein	Start der Erkrankung (tt-mm-jj)	Ende der Erkrankung (tt-mm-jj)	andauernd
schwer beeinträchtigende Hörprobleme ohne Korrektur (z.B. durch ein Hörgerät?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
schwer beeinträchtigende Sehstörungen ohne Korrektur (z.B. durch eine Brille)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
Schlaganfall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
Schädel-Hirn Trauma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
Hämatome oder Blutungen im Gehirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
Hirnhautentzündung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
anamnestische Bewusstlosigkeit (> 2 Min)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
ärztliche Diagnose eines Hirntumors	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
ärztliche Diagnose einer Multiplen Sklerose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
ärztliche Diagnose einer Vaskulitis (Entzündung der Blutgefäße im Gehirn)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
Gehirnerschütterung mit Folgeschäden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
ärztliche Diagnose einer Epilepsie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
ärztliche Diagnose eines Autismus/ADHS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>
Akutes Entzugssyndrom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- - -	- - -	<input type="checkbox"/>



Subjektive kognitive Beeinträchtigungen	4.	Bevor wir fortfahren, möchte ich einmal kurz nachhaken, ob Sie bei sich selber, ganz subjektiv Veränderungen in diesen folgenden Bereichen festgestellt haben.
		Also, haben Sie z.B. manchmal Schwierigkeiten sich zu orientieren? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <i>Falls ja: Seit wann? _____ Falls ja: Bereitet Ihnen dies Sorge?</i>
		Oder haben Sie das Gefühl, ihr Gedächtnis <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <i>Falls ja: Seit wann? _____ Falls ja: Bereitet Ihnen dies Sorge?</i>
		...oder die Konzentration haben nachgelassen? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <i>Falls ja: Seit wann? _____ Falls ja: Bereitet Ihnen dies Sorge?</i>
	Haben Sie den Eindruck, dass Sie Schwierigkeiten beim planen oder organisieren von Aufgaben haben? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <i>Falls ja: Seit wann? _____ Falls ja: Bereitet Ihnen dies Sorge?</i>	
Abklärung Demenz	5.	<i>Falls ja:</i> Haben Sie diesbezüglich schon mal mit einer Ärztin/einem Arzt oder einer Psychologin/einem Psychologen gesprochen? Wurde bei Ihnen eine kognitive Beeinträchtigung oder eine demenzielle Entwicklung diagnostiziert? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein ↳ <i>Falls ja:</i> Studienteilnahme nicht möglich. Hinweis auf Anlaufstellen geben. <i>Falls nein:</i> Weiter bei 6.
	6.	Sofern Sie Interesse haben, möchten wir im Rahmen unserer Studie eine einmalige Untersuchung mit Ihnen durchführen. Die Untersuchung wird ca. 2,5 bis 3 Stunden dauern. Es handelt sich um <u>keine</u> körperliche Untersuchung, Sie müssen auch <u>keine</u> Medikamente oder ähnliches einnehmen. Die Untersuchung beinhaltet mehrere Fragebögen und Aufgaben im Papier-Bleistift-Format. Anhand der Ergebnisse der Aufgaben und Fragebögen können wir Ihre geistigen Fähigkeiten einschätzen. Auf Wunsch erstellen wir Ihnen gerne eine schriftliche Einschätzung Ihres kognitiven Profils. Zudem erhalten Sie 20€ Aufwandsentschädigung/Fahrtkostenpauschale. Haben Sie Fragen? Wären Sie an einer Studienteilnahme interessiert? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein ↳ <i>Falls nein:</i> Vielen Dank für Ihre Zeit und das Telefonat. ↳ <i>Falls ja:</i> Vielen Dank, darüber freuen wir uns sehr. Wenn Sie erlauben, würde ich Sie dann gerne noch zu ein paar weiteren Aspekten befragen.
Studienablauf		

1.1 Demographische Daten			
Geburtsdatum			
	dd	mm	yyyy
Geschlecht	<input type="checkbox"/> männlich	<input type="checkbox"/> weiblich	
Alter (in Jahren)			
Alter ab 50 Jahre? Ansonsten Studienausschluss = Abbruch des Telefonates			

7.3 Bogen der Neuropsychologischen Testung



UNIKLINIK
KÖLN



Visuo-Kognition bei Patient*innen mit
Parkinson und gesunden älteren Erwachsenen

ID: VC

Datum: _/ _/ _

Level II – Neuropsychologische Diagnostik

Mini Mental Status Test

Fehler	Richtig	Nicht beurteilbar
--------	---------	----------------------

"Nun möchte ich Ihnen einige Fragen stellen, um Ihr Gedächtnis und Ihre Konzentration zu prüfen. Einige Fragen mögen einfach, andere schwieriger sein."

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 0 | 1 | 9 | 1) "Welches Jahr haben wir?" _____ |
| 0 | 1 | 9 | 2) "Welche Jahreszeit?" _____ |
| 0 | 1 | 9 | 3) "Den wievielten des Monates?" _____ |
| 0 | 1 | 9 | 4) "Welcher Wochentag ist heute?" _____ |
| 0 | 1 | 9 | 5) "Welcher Monat?" _____ |
| 0 | 1 | 9 | 6) "In welchem Land sind wir?" _____ |
| 0 | 1 | 9 | 7) "In welchem Bundesland?" _____ |
| 0 | 1 | 9 | 8) "In welcher Ortschaft /welcher Stadt?" _____ |
| 0 | 1 | 9 | 9) "Auf welchem Stockwerk?" _____ |
| 0 | 1 | 9 | 10) "An welchem Ort (Name oder Adresse) befinden wir uns hier?" _____ |
| | | | 11) "Ich werde Ihnen nun drei Wörter nennen. Nachdem ich Ihnen diese gesagt habe, möchte ich Sie bitten, sie zu wiederholen. Versuchen Sie sich diese Wörter zu merken; in einigen Minuten werde ich Sie bitten, sich wieder an diese Wörter zu erinnern." |
| 0 | 1 | 9 | "Zitrone" Bitte wiederholen Sie die Wörter! |
| 0 | 1 | 9 | "Schlüssel" (Die erste Wiederholung ergibt die Punktzahl [1 Punkt pro genanntes Wort]. Werden nicht alle drei Wörter im ersten Versuch nachgesprochen, wiederholen Sie die drei Begriffe bis zu 3 Mal, bis alle Wörter gelernt sind.) |
| 0 | 1 | 9 | "Ball" |
| | | | 12) "Nun werde ich Ihnen ein Wort nennen und bitte Sie dieses vorwärts und rückwärts zu buchstabieren. Das Wort ist "PREIS". Können Sie es vorwärts buchstabieren? Bitte buchstabieren Sie es jetzt rückwärts!" |
| | | | (Wiederholen Sie das Wort wenn nötig und helfen Sie, wenn nötig, beim Vorwärtsbuchstabieren.) |
| | | | Bewertung: Anzahl richtige Buchstaben in der korrekten Reihenfolge: |
| | | | <input type="checkbox"/> _____ S I E R P _____ |
| | | | (0 bis 5; 9 = nicht durchführbar). |

Chiffre wie folgt bilden: VC + Initialen + Geburtsdatum + HC (healthy control)/ PD (Parkinson's Disease)
z.B. Max Mustermann, *03.01.1986 = VCMM030186HC

Seite 1 von 37



Fehler	Richtig	Nicht beurteilbar	
			"Welches sind die drei Wörter, die Sie sich merken sollten?"
0	1	9	13) "Zitrone" _____
0	1	9	14) "Schlüssel" _____
0	1	9	15) "Ball" _____
0	1	9	16) (Zeigen Sie der TP ihre <u>Armbanduhr</u>) "Was ist das?" _____
0	1	9	17) (Zeigen Sie der TP einen <u>Bleistift</u>) "Was ist das?" _____
0	1	9	18) "Sprechen Sie mir nach: (Der Satz lautet:) 'KEIN WENN UND ABER' Es ist <u>nur ein Versuch</u> erlaubt!
0	1	9	19) "Lesen Sie bitte was auf diesem Blatt steht und führen Sie es aus!" (Auf dem Blatt steht:) " SCHLIESSEN SIE IHRE AUGEN " Richtig ist , wenn die TP die Augen schliesst !
0	1	9	20) "Ich werde Ihnen ein Blatt Papier geben. Wenn ich es Ihnen gebe, nehmen Sie es bitte mit der rechten Hand, Rechte Hand falten Sie es mit beiden Händen und Falten legen es dann auf Ihren Schoss!" Auf Schoss Lesen Sie zuerst die vollständige Instruktion und reichen Sie erst dann der TP das Blatt mit <u>beiden</u> Händen. Wiederholen Sie weder die Instruktion, noch leiten Sie die TP an.
0	1	9	21) "Schreiben Sie bitte irgendeinen vollständigen Satz auf dieses Blatt Papier!"
0	1	9	22) "Hier ist eine Figur. Bitte zeichnen Sie diese Figur auf dem gleichen Blatt Papier ab!" Richtig ist, wenn die zwei sich überlappenden Fünfecke ein Viereck bilden und alle Ecken der Fünfecke vorhanden sind.
			Rohwert MMST
			z-Wert MMST

Wichtig! Zuerst MMST auswerten bevor Testung fortgeführt wird.

Bei MMST < 25 nicht die gesamte Testbatterie durchführen

MMST, Boston Naming, Semantische Wortflüssigkeit „Tiere“, Wortliste lernen/abrufen/erkennen, Figuren abzeichnen/abrufen



UNIKLINIK
KÖLN



Visuo-Kognition bei Patient*innen mit
Parkinson und gesunden älteren Erwachsenen

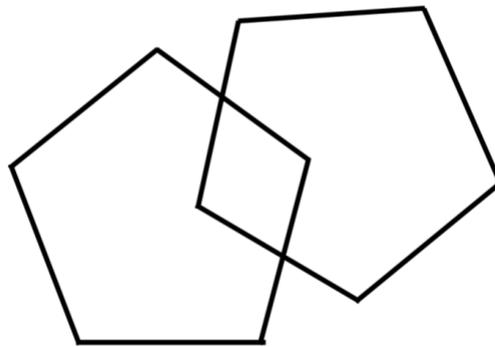
ID: VC

Datum: _ _ / _ _ / _ _ _ _

MMST Frage 21



MMST Frage 22





Uhrentest - CLOX 1

Händigen Sie der Testperson die leere nächste Seite aus und instruieren sie wie folgt:

„Zeichnen Sie eine Uhr, die 1:45 Uhr anzeigt. Zeichnen Sie Zeiger und Nummern so ein, dass ein Kind die Uhr lesen könnte.“

Auswertung			
Element	Mögliche Punkte	CLOX 1	CLOX 2
Ähneln die Figur einer Uhr?	1		
Äußerer Kreis vorhanden?	1		
Durchmesser > 2,5 cm?	1		
Alle Zahlen innerhalb des Kreises?	1		
12, 6, 3 & 9 als erstes platziert?	1		
Abstand zwischen Zahlen in Ordnung? (Symmetrie auf beiden Seiten der 12-6-Achse) Falls „ja“, dann nächste Frage überspringen.	2		
Falls <i>Abstand-Fehler</i> vorhanden: Gibt es Hinweise auf Korrektur, z.B. Ausradieren?	1		
Nur arabische Zahlen?	1		
Nur arabische Zahlen von 1 bis 12 vorhanden?	1		
Abfolge 1-12 in Ordnung? Keine Auslassungen oder Intrusionen.	1		
Zwei Zeiger vorhanden?	1		
Beide Zeiger mit Pfeilen?	1		
Stundenzeiger zwischen 1:00 und 2:00 Uhr?	1		
Minutenzeiger länger als Stundenzeiger?	1		
Keiner der folgenden 5 Punkte trifft zu:	1		
1) Zeiger zeigt auf 4:00 oder 5:00 Uhr?			
2) „1:45“ ausgeschrieben vorhanden?			
3) Intrusionen vorhanden?			
4) Buchstaben, Wörter oder Bilder vorhanden?			
5) Intrusionen durch untenstehenden Kreis (bei CLOX 2)			
		CLOX 1	CLOX 2
Gesamtwert			



UNIKLINIK
KÖLN



Visuo-Kognition bei Patient*innen mit
Parkinson und gesunden älteren Erwachsenen

ID: VC

Datum: _ _ / _ _ / _ _ _ _

Uhrentest - CLOX 1



CERAD-Plus: Semantische Wortflüssigkeit „Tiere“

Instruktionen:

"Ich werde Ihnen eine Kategorie nennen und möchte, dass Sie so schnell Sie können alle Dinge aufzählen, die in diese Kategorie gehören. Wenn ich zum Beispiel 'Kleidungsstücke' sage, können Sie 'Hemd', 'Krawatte' oder 'Hut', usw. aufzählen. Können Sie mir weitere Kleidungsstücke nennen?"

Warten Sie bis die TP **zwei** Wörter genannt hat. Gelingt es ihr, dann sagen Sie, dass die Antworten korrekt sind und fahren sie mit dem eigentlichen Test (**Kategorie 'Tiere'**) fort. Nennt die TP ein falsches Wort oder gibt eine unpassende Antwort, korrigieren sie die Antwort und wiederholen sie die Instruktion. Misslingt es der TP abermals zu antworten, wiederholen sie die Instruktion ein zweites Mal. Wenn es eindeutig wird, dass die TP die Instruktion immer noch nicht versteht, beenden sie diese Aufgabe und klären sie ab, weshalb dies so ist. Wenn sie überzeugt sind, dass die TP die Aufgabe versteht und zwei Wörter genannt hat, die Kleidungsstücke bezeichnen, sagen Sie:

"Gut! Ich möchte Sie nun bitten, mir alle Dinge aufzuzählen, die zu einer anderen Kategorie gehören nämlich zur Kategorie 'Tiere'. Sie haben eine Minute Zeit. Sind Sie bereit? Bitte beginnen Sie!"

Die Bearbeitungszeit dieses Tests ist auf 60 Sekunden beschränkt. Hört die TP vor Ablauf dieser Zeit auf, ermutigen Sie sie weitere Wörter zu finden. Nennt er/sie länger als 15 Sekunden keine Tiere, wiederholen Sie die Instruktion ("**Zählen Sie mir alle Tiere auf, die Ihnen in den Sinn kommen**"). Auch wenn die Instruktion während der Untersuchung wiederholt werden muss, wird kein Zeitzuschlag gewährt!

Zeitintervall:	genannte TIERE (bitte alle genannten Wörter protokollieren)	SUMME
0 – 14 sec	
15 – 29 sec	
30 – 44 sec	
45 – 60 sec	
	TOTAL (=Rohwert)	
	Z-Wert	



CERAD-Plus: Boston Naming Test (BNT)

Instruktion:

"Nun werde ich Ihnen einige Bilder zeigen. Bitte sagen Sie mir, wie diese Dinge heißen."

Fragen Sie bei jedem Bild:

"Wie ist der Name dieses Gegenstandes?" oder "Wie heißt das?"

Eine unspezifische Hilfe darf **nur dann** angeboten werden, wenn die Antwort zu allgemein ist. Zum Beispiel, wenn die TP für das Item 'Kanu' die Antwort 'Boot' gibt, fragen Sie dann:

"Gibt es einen anderen Namen dafür?"

Fragen Sie aber nicht "Ist dies nicht eine spezielle Art von Boot?"

Müssen Sie eine Hilfe nach einer zu allgemeinen Antwort (z.B. 'Boot') anbieten, wird nur die korrigierte Antwort (z.B. 'Kanu') bewertet. Regionale Varianten von Ausdrücken und Synonyme, falls verifiziert, werden als richtig bewertet.

Notieren Sie fortlaufend alle Antworten wörtlich. Ist die Antwort falsch, notieren Sie die Antwort der TP und fahren Sie mit dem nächsten Item fort.

Gewähren Sie pro Bild eine maximale Antwortzeit von 10 Sekunden. Ist die TP nicht in der Lage, das Bild in dieser Zeit zu benennen, ermuntern Sie die TP und gehen Sie zum nächsten Item über.

Macht die TP einen Fehler und korrigiert sich selbst spontan, wird die Antwort als richtig gewertet.

Bild	Antwort (bitte alle genannten Wörter protokollieren)	Richtig	Falsch
Baum	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Bett	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Pfeife	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Blume	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Haus	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Kanu	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Zahnbürste	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Vulkan	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Maske	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Kamel	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Mundharmonika	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Zange	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Hängematte	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Trichter	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
Dominosteine	<input type="checkbox"/> (1 P)	<input type="checkbox"/> (0 P)
TOTAL (=Rohwert)			
(1 Punkt pro richtige Antwort)			
Z-Wert			



CERAD-Plus: Figuren abzeichnen

Diese vier einfachen geometrischen Figuren von Rosen (1984) werden benutzt, um die konstruktive Praxis zu untersuchen, welche bei der Demenz beeinträchtigt ist. Die vier Figuren nehmen in ihrer Komplexität zu, so dass sowohl Patienten mit mildereren als auch schwereren Beeinträchtigungen beurteilt werden können.

Instruktionen:

Zeigen Sie der TP das Blatt mit dem Kreis (*Figur 1*) und sagen Sie, indem Sie auf die untere leere Hälfte des Blattes zeigen:

"Hier ist ein Kreis. Bitte zeichnen Sie ihn hier direkt darunter ab!"

Die meisten TP können einen geschlossenen Kreis zeichnen.

Zeigen Sie der TP das Blatt mit dem Rhombus (*Figur 2*) und sagen Sie:

"Hier haben wir die Zeichnung eines Rhombus. Zeichnen Sie sie ebenfalls so gut es geht darunter ab."

Hat die TP diese Figur abgezeichnet, zeigen Sie ihr das Blatt mit den sich überschneidenden Rechtecken (*Figur 3*):

"Gut! Und nun zeichnen Sie bitte auch diese dritte Figur!"

Nach der Figur der sich überschneidenden Rechtecke zeigen Sie der TP das Blatt mit dem Würfel (*Figur 4*):

"Nun kommt die schwierigste Figur, die Sie zeichnen sollen. Lassen Sie sich Zeit!"

Lassen Sie der TP für jede zu kopierende Figur maximal 2 Minuten Zeit. Wiederholen Sie die Instruktion **einmal**, wenn die TP die Aufgabe nicht beim ersten Mal versteht. Es ist den TPen erlaubt, Fehler zu korrigieren, weshalb für diese Aufgabe ein Bleistift verwendet werden muss. Wenn die TP mehrere Male beginnt, ist dies erlaubt, ermutigen Sie sie/ihn aber **nicht** dazu. Bewertet wird der letzte Versuch oder diejenige Figur, welche von der TP als diejenige mit der Vorlage am besten übereinstimmend, angegeben wird.

Nach der Testung auszufüllen:

Figur 1: Kreis

- a) geschlossener Kreis (Lücken ≤ 3 Millimeter)
- b) annähernd kreisförmig

Falsch

Richtig

<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1

Figur 2:

- a) vier Seiten vorhanden
- b) geschlossene Linien (Lücken ≤ 3 Millimeter)
- c) Seiten alle etwa gleich lang

<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1

Figur 3:

- a) beide Figuren haben vier Seiten
- b) überschneidende Rechtecke ähneln dem Original

<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1

Figur 4:

- a) Figur ist dreidimensional
- b) Frontseite ist korrekt orientiert (egal ob links- oder rechtsorientiert)
- c) innere Linien sind korrekt gezeichnet
- d) die gegenüberliegenden Seiten sind parallel (innerhalb 10°)

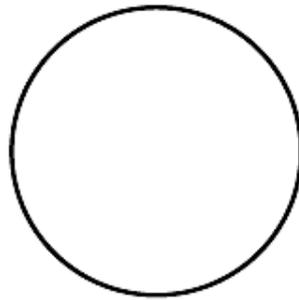
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1

TOTAL Richtig (=Rohwert)

Richtig Z-Wert

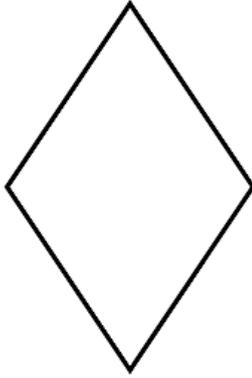


CERAD-Plus: Figuren abzeichnen



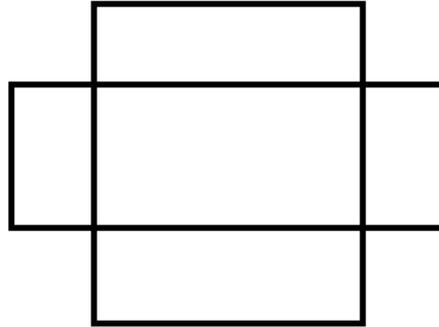


CERAD-Plus: Figuren abzeichnen



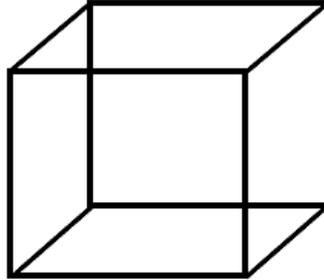


CERAD-Plus: Figuren abzeichnen





CERAD-Plus: Figuren abzeichnen





CERAD-Plus: Wortliste verzögerte Abfrage

Die **Instruktion** für diese Erinnerungsaufgabe lautet:

"Vor wenigen Minuten habe ich Sie gebeten, eine Liste von 10 Wörtern zu lernen, die Sie eins nach dem anderen von verschiedenen Kärtchen vorgelesen haben. Jetzt möchte ich Sie bitten, sich an diese Wörter zu erinnern und möglichst viele dieser 10 Wörter aufzuzählen!"

Die TP hat für diese Aufgabe 90 Sekunden Zeit. Die erinnerten Wörter werden auf dem Antwortbogen entsprechend der durch die TP reproduzierten Reihenfolge numeriert.

Zeitlimit: 90 Sekunden

**Nummerieren Sie die Wörter
entsprechend der Nennung durch die TP**

- Butter
- Arm
- Strand
- Brief
- Königin
- Hütte
- Stange
- Karte
- Gras
- Motor

Intrusionen:
.....
.....

TOTAL Richtige Rohwert	<input type="text"/>
TOTAL Intrusionen	<input type="text"/>
TOTAL Richtige Z-Wert	<input type="text"/>



CERAD-Plus: Wortliste Wiedererkennen

Die **Instruktion** für diesen Erkennungstest lautet:

"Als nächstes werde ich Ihnen eine Reihe von auf Kärtchen geschriebenen Wörtern zeigen. Einige davon sind Wörter, die Sie auf der früheren Liste schon gesehen haben und einige sind Wörter, die ich Ihnen noch nicht gezeigt habe. Ich möchte Sie bitten, mir diejenigen Wörter zu nennen, die Sie auf der früheren Liste bereits gesehen haben, und welche dieser Wörter neu sind." (Zeigen Sie nun die erste Karte mit dem ersten Wort ['Kirche']). "Ist das eines der Wörter, das sie vorher schon gesehen haben?"

Wiederholen Sie bei jedem Wort diese letzte Frage oder sagen Sie:

"Und wie ist es mit diesem Wort?"

Notieren Sie sich die Antworten der TP unten.

Nur **'JA'**- oder **'NEIN'**-Antworten sind zulässig!
* Originalwörter aus Aufgabe 4 (Wortliste Lernen)

	Richtige Ja- Antworten	Richtige Nein- Antworten
Kirche		1
Kaffee		1
Butter*	1	
Dollar		1
Arm*	1	
Strand*	1	
Fünf		1
Brief*	1	
Hotel		1
Berg		1
Königin*	1	
Hütte*	1	
Pantoffel		1
Stange*	1	
Dorf		1
Band		1
Karte*	1	
Heer		1
Gras*	1	
Motor*	1	
TOTAL Richtige Ja-Antworten	<input type="text"/>	TOTAL Richtige Nein-Antworten <input type="text"/>
Diskriminabilität Rohwert	<input type="text"/>	
Diskriminabilität Z-Wert	<input type="text"/>	



CERAD-Plus: Figuren verzögerte Abfrage (Testbogen siehe folgende Seite)

"Vor einiger Zeit habe ich Ihnen auf separaten Blättern einige Zeichnungen gezeigt. Sie mussten sie sich ansehen und dann auf dem gleichen Blatt Papier abzeichnen. **Erinnern Sie sich noch an diese Figuren? Ich möchte Sie nun bitten, diese Figuren aus dem Gedächtnis auf dieses Blatt Papier zu zeichnen.**"

* Wird eine der obigen Figuren ausgelassen, geben Sie der TP neutrale Gedächtnisstützen, wie z.B.:

"Erinnern Sie sich noch an andere Figuren?"

	Erinnert		Erinnert mit Cue*	
	Nein	Ja	Nein	Ja
1. Kreis				
a) geschlossener Kreis	0	1	0	1
b) zirkuläre Form	0	1	0	1
2. Rhombus				
a) vier Seiten vorhanden	0	1	0	1
b) alle Winkel geschlossen	0	1	0	1
c) alle Seiten etwa gleich lang	0	1	0	1
3. Rechtecke				
a) beide Figuren haben vier Seiten	0	1	0	1
b) Überschneidung entspricht etwa dem Original	0	1	0	1
4. Würfel				
a) Figur ist dreidimensional	0	1	0	1
b) Frontseite korrekt orientiert	0	1	0	1
c) innere Linien sind korrekt gezeichnet	0	1	0	1
d) die gegenüberliegenden Seiten sind parallel (innerhalb 10°)	0	1	0	1

TOTAL Ja (=Rohwert) (mit oder ohne Cue)

TOTAL Ja Z-Wert



UNIKLINIK
KÖLN



Visuo-Kognition bei Patient*innen mit
Parkinson und gesunden älteren Erwachsenen

ID: VC

Datum: _ _ / _ _ / _ _

CERAD-Plus: Figuren verzögerte Abfrage (Fortsetzung)



CERAD-Plus: Trail Making Test (TMT) – A (Bsp und Testbogen siehe folgende Seite)

Zahlen (Test A) oder Zahlen und Buchstaben (Test B) sollen in aufsteigender Reihenfolge so schnell wie möglich verbunden werden. Die benötigte Zeit wird gestoppt.

Übungsblatt A

Instruktionen für die Beispielübung:

„Auf diesem Blatt hat es verschiedene Nummern. Beginnen Sie bei der Zahl 1 und zeichnen Sie einen Strich von 1 nach 2, von 2 nach 3, von 3 nach 4 usw., bis Sie am Ende sind.“

Während der Erklärung Schritte zeigen, von 1 – Ende

„Zeichnen Sie die Linien so schnell wie möglich und entfernen Sie den Bleistift nicht vom Papier!“

Beispiel (s. nächstes Blatt) durchführen. Wenn Übungsblatt A verstanden wurde, zur Testung übergehen. Falls die TP im Übungsbeispiel einen Fehler macht, wird sie sofort darauf aufmerksam gemacht!

Instruktionen für den Test:

„Bitte verbinden sie alle Zahlen von 1 bis 25 in aufsteigender Reihenfolge. Zeichnen Sie die Linien so schnell wie möglich ein und entfernen Sie den Bleistift nicht vom Papier!“

Erst jetzt das Blatt geben. (s. Testblatt [nur Zahlen])

„Hier ist ihr Anfang. Los!“

Parallel zum „Los!“ Stoppuhr drücken.

Wenn die TP einen Fehler macht, sofort darauf aufmerksam machen und Fehler korrigieren lassen, d.h. zum letzten richtigen Kreis zurückkehren und von dort aus weiterfahren. Zeit weiter laufen lassen.

Bewertung: Zeit (in Sek.); Fehler werden vor allem indirekt, durch die zusätzlich aufgewendete Zeit bewertet. Die Striche der TP sollen die Kreise mindestens berühren (darauf hinweisen, zählt aber nicht als Fehler).

Abbruch Test A nach 3 Min.

Benötigte Zeit = TMT-A Rohwert

TMT-A Z-Wert

Sekunden



CERAD-Plus: Trail Making Test (TMT) – B (Bsp und Testbogen siehe folgende Seite)

„Zeichnen Sie bitte eine Linie von 1 nach A, von A nach 2, von 2 nach B, von B nach 3, von 3 nach C usw., Zahlen in aufsteigender Reihenfolge, Buchstaben nach dem Alphabet.“

Während der Erklärung jeden Schritt von 1 - A bis Ende zeigen.

„Zeichnen Sie die Linien so schnell wie möglich ein, ohne den Bleistift vom Blatt zu nehmen.“

Wenn Übungsblatt B verstanden wurde zur Testung übergehen.

Achtung: Instruktionen bevor das Testblatt B ausgegeben wird:

„Erinnern Sie sich daran, dass Sie zuerst eine Zahl, dann einen Buchstaben, dann wieder eine Zahl, dann wieder einen Buchstaben, usw. verbinden müssen. Halten Sie die Reihenfolge ein und lassen Sie keine Kreise aus. Zeichnen Sie die Linien so schnell wie möglich ein, ohne den Bleistift vom Blatt zu nehmen.“

Unbedingt darauf hinweisen, dass die Buchstabenreihenfolge i j k lautet.

Erst jetzt Blatt geben.

„Hier ist ihr Anfang. Los!“

Parallel zum „Los!“ Stoppuhr drücken.

Wenn die TP einen Fehler macht, sofort darauf aufmerksam machen und Fehler korrigieren lassen, d.h. zum letzten richtigen Kreis zurückkehren und von dort aus weiterfahren. Zeit weiter laufen lassen.

Bewertung: Zeit (in Sek.); Fehler werden vor allem indirekt, durch die zusätzlich aufgewendete Zeit bewertet. Die Striche der TP sollen die Kreise mindestens berühren (darauf hinweisen, zählt aber nicht als Fehler).

Abbruch Test B nach 5 Min.

Benötigte Zeit = TMT-B Rohwert

Sekunden

TMT-B Z-Wert

CERAD-Plus: Trail Making Test (TMT) – B/A

Kein separater Test. Testwert errechnet sich aus den Werten des TMT-A und TMT-B (automatische Ausgabe durch CERAD-Plus online-Auswertung)

TMT- B/A Rohwert

TMT- B/A Z-Wert



CERAD-Plus: Phonematische Wortflüssigkeit „S-Wörter“

„Jetzt bitte ich Sie, so viele Wörter wie nur möglich aufzuzählen, die mit einem bestimmten Buchstaben beginnen. Es dürfen Wörter aller Wortarten sein (Hauptwörter, Verben usw.). Nicht erlaubt sind 1.) Namen von Personen, 2.) geographische Namen, 3.) Nummern, 4.) das selbe Wort in verschiedenen Formen oder mit verschiedenen Endungen wie zum Beispiel bitten, bat, bittend. Zudem sind Stammergänzungen untersagt, z.B. Biene, Bienenstich, Bienenhonig. Ich möchte Sie nun bitten, so viele Wörter wie möglich aufzuzählen, die mit dem Buchstaben S beginnen. Sie haben eine Minute Zeit. Sind Sie bereit? Los!“

Parallel zum „Los!“ Stoppuhr drücken.

Die Bearbeitungszeit dieses Tests ist auf 60 Sekunden beschränkt. Hört die TP vor Ablauf dieser Zeit auf, ermutigen Sie sie weitere Wörter zu finden. Nennt er/sie länger als 15 Sekunden keine Wörter, wiederholen Sie die Instruktion (**„Zählen Sie mir Wörter auf, die mit dem Buchstaben S beginnen“**). Auch wenn die Instruktion während der Untersuchung wiederholt werden muss, wird kein Zeitzuschlag gewährt!

Zeitintervall:	genannte S-WÖRTER (bitte alle genannten Wörter protokollieren)	SUMME
0 – 14 sec		
15 – 29 sec		
30 – 44 sec		
45 – 60 sec		
	TOTAL (=Rohwert)	
	Z-Wert	



Stroop – Farb-Wort Interferenz Test

Stroop – Farbwort lesen (Karte 1)

*Instruktionen und Testvorlagen: siehe Vorlage Nr.4
Während bzw. nach Beendigung der Testung bitte folgende Testwerte notieren:*

Farbwort lesen (Karte 1):

Fehler

Zeit in Sekunden (=Rohwert)

T-Wert

Stroop – Farbe benennen (Karte 2)

*Instruktionen und Testvorlagen: siehe Vorlage Nr.4
Während bzw. nach Beendigung der Testung bitte folgende Testwerte notieren:*

Farbe benennen (Karte 2):

Fehler

Zeit in Sekunden (=Rohwert)

T-Wert

Stroop – Interferenzbedingung (Karte 3)

Interferenz (Karte 3):

blau	grün	gelb
grün	gelb	rot
gelb	blau	blau
rot	grün	gelb
grün	rot	grün
blau	gelb	rot
gelb	grün	blau
rot	rot	grün
blau	blau	rot
gelb	grün	gelb
grün	gelb	blau
rot	rot	grün
gelb	blau	rot
blau	gelb	blau
grün	rot	gelb
rot	grün	grün
gelb	gelb	blau
grün	blau	rot
blau	rot	gelb
rot	gelb	blau
grün	blau	grün
blau	rot	gelb
gelb	grün	rot
rot	blau	grün

Fehler

Zeit in Sekunden (=Rohwert)

T-Wert



WMS-R: Zahlenspanne vorwärts

„Ich werde Ihnen jetzt einige Zahlen vorsprechen. Hören Sie aufmerksam zu. Wenn ich fertig bin, sprechen Sie sie bitte genauso nach.“

(Lesen Sie die erste Zahlenfolge des ersten Durchgangs vor. Achten Sie darauf, dass sie jede Zahl mit einer Geschwindigkeit von 1 Sekunde vorlesen! Geben Sie unabhängig davon, ob der Proband die Folge richtig repetiert oder nicht, anschließend die zweite Folge des ersten Durchgangs vor. Wiederholt der Proband eine der beiden Folgen richtig, fahren sie mit der Durchführung des zweiten Durchgangs fort. Verfahren Sie bei der Durchführung der weiteren Folgend entsprechend.)

Abbruchkriterien:

Wiederholt der Proband keine der Folgen eines Durchgangs richtig, beenden Sie diesen Untertest und machen Sie mit der Zahlenspanne rückwärts weiter.

Für jede richtig wiederholte Folge gibt es 1 Punkt!

Nach Beendigung des Tests, bitte Kennwerte wie folgt notieren:

1. Versuch		1 od 0	2. Versuch		1 od 0
1	6 – 2 – 9		3 – 7 – 5		
2	5 – 4 – 1 – 7		8 – 3 – 9 – 6		
3	3 – 6 – 9 – 2 – 5		6 – 9 – 4 – 7 – 1		
4	9 – 1 – 8 – 4 – 2 – 7		6 – 3 – 5 – 4 – 8 – 2		
5	1 – 2 – 8 – 5 – 3 – 4 – 6		2 – 8 – 1 – 4 – 9 – 7 – 5		
6	3 – 8 – 2 – 9 – 5 – 1 – 7 – 4		5 – 9 – 1 – 8 – 2 – 6 – 4 – 7		
Summe 1. Versuch			Summe 2. Versuch		
Rohwert (Summe 1. + 2. Versuch)					max 12
Prozentrang					

WMS-R: Zahlenspanne rückwärts

„Ich werde Ihnen jetzt einige Zahlen vorsprechen. Hören Sie aufmerksam zu. Wenn ich fertig bin, sollen Sie diesmal die Zahlen in genau umgekehrter Reihenfolge wiederholen. Wenn ich also 2 – 8 sage, dann müssen Sie (Pause) 8 – 2 antworten.“ (Antwortet der Proband richtig, dann sagen Sie „Richtig“ und führen diesen Untertest genau wie das Zahlennachsprechen vorwärts durch. Achten Sie wieder darauf, dass Sie die Folgen mit einer Sprechgeschwindigkeit von einer Sekunde pro Zahl vorlesen.)

Wiederholt der Proband die Beispielaufgabe falsch, dann sagen Sie: „Nein, ich sagte 2 – 8, Sie müssen also 8 – 2 antworten. Versuchen Sie die folgenden Zahlen rückwärts zu wiederholen: 3 – 6.“ Geben Sie weder bei dieser zweiten Beispielaufgabe noch bei allen folgenden Aufgaben Hilfestellung. Beginnen Sie danach mit der Durchführung des Zahlennachsprechens rückwärts, unabhängig davon, ob dem Probanden diese zweite Beispielaufgabe gelingt oder nicht.

Abbruchkriterien:

Wiederholt der Proband keine der beiden Folgen eines Durchgangs richtig, beenden Sie diesen Untertest.

Für jede richtig wiederholte Folge gibt es 1 Punkt!

Nach Beendigung des Tests, bitte Kennwerte wie folgt notieren:

1. Versuch		1 od 0	2. Versuch		1 od 0
1	5 – 1		3 – 8		
2	4 – 9 – 3		5 – 2 – 6		
3	3 – 8 – 1 – 4		1 – 7 – 9 – 5		
4	6 – 2 – 9 – 7 – 2		4 – 8 – 5 – 2 – 7		
5	7 – 1 – 5 – 2 – 8 – 6		8 – 3 – 1 – 9 – 6 – 4		
6	4 – 7 – 3 – 9 – 1 – 2 – 8		8 – 1 – 2 – 9 – 3 – 6 – 5		
Summe 1. Versuch			Summe 2. Versuch		
Rohwert (Summe 1. + 2. Versuch)					max 12
Prozentrang					



Benton's Judgment of Line Orientation – From H - Kurzversion nach Winegarden et al (1998) & Gullet et al. (2013)			
Übungs-Items			
A _____ 1-6 B _____ 4-8 C _____ 4-10 D _____ 7-8 E _____ 2-4			
Test-Items			
“Welche der unten abgebildeten Linien haben exakt dieselbe Position und zeigen in exakt dieselbe Richtung wie die oben abgebildeten Linien? Nennen Sie mir bitte die Nummern der Linien. Wir beginnen mit einigen Übungsversuchen.“	16. _____	10-11	MH
	17. _____	2-5	HL
	18. _____	1-4	MM
	19. _____	1-9	LL
	20. _____	2-9	LL
Für jede richtige Antwort erhält die Testperson 1 Punkt (= Rohwert Benton'JLO).	21. _____	9-11	HH
Um den Rohwert zukonvertieren (Kurz- zu Langversion) in Tabelle in Ordner mit Normen etc. schauen.	22. _____	6-10	LL
	23. _____	3-11	LL
	24. _____	8-9	LL
	25. _____	3-8	HH
11. _____	5-11	MM	
12. _____	4-5	HH	
13. _____	7-8	MM	
14. _____	2-6	HH	
15. _____	3-5	HH	
	26. _____	7-10	LL
	27. _____	3-4	LM
	28. _____	3-10	HL
	29. _____	5-8	HM
	30. _____	8-11	HH
Ergebnis:			
	Rohwert Benton's JLO		
	Konvertierter Wert (Kurz-zu Langversion)		

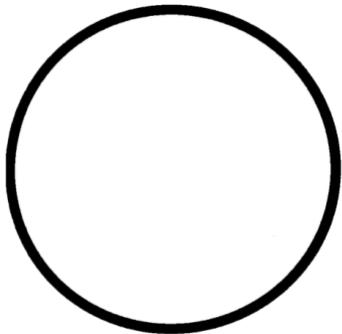
H = high → distal
M = middle
L = low → proximal

z.B. HH, MM, LL bestehen jeweils aus zwei distalen, mittleren und proximalen Linien



Uhrentest – CLOX 2 (Auswertung auf Seite 5)

Lassen Sie die Testperson beobachten, wie Sie eine Uhr in den unten abgedruckten Kreis einzeichnen. Platzieren Sie die Zahlen 12, 6, 3 & 9 als erstes. Zeichnen Sie dann die Zeiger so ein, dass 1:45 Uhr angezeigt wird. Zeichnen Sie die Zeiger als Pfeile ein. Bitten Sie dann die Testperson, die Uhr in die rechte Ecke abzuzeichnen.





LPS Subtest 7 – Räumliche Rotation (Testbogen siehe folgende Seite)

„Bei dieser Übung, erscheinen die Buchstaben und Zahlen rotiert, das heißt, sie wurden gedreht. Ihre Aufgabe ist es in jeder Zeile zu bestimmen, welche der Zahlen oder Buchstaben falsch abgebildet ist, also nicht logisch rotiert wurde.

Im ersten Beispiel sieht man zum Beispiel, dass die vierte 1 falsch herum gedruckt wurde. Diese ist in dieser Zeile der Fehler und soll daher ausgestrichen werden. Im zweiten Beispiel sieht man, dass das zweite P falsch herum, also spiegelverkehrt gedruckt wurde. Dieses ist daher der Fehler in der Zeile und soll ausgestrichen werden.

In jeder Zeile sind vier richtig rotierte und nur eine Buchstabe oder eine Zahl abgebildet, die spiegelverkehrt gedruckt wurde. Dieses spiegelverkehrte und somit falsche Item soll in jeder Zeile herausgefunden und durchgestrichen werden. In jeder Zeile gibt es nur ein falsches Item. Wenn Sie dieses gefunden haben, können Sie direkt zur nächsten Zeile gehen. Bitte lösen Sie eine Zeile nach der anderen!

Sie haben 2 Minuten Zeit.

Haben Sie Fragen?“ (Fragen ggf klären).

„Wie gesagt, Sie haben 2 Minuten Zeit. Bitte anfangen!“

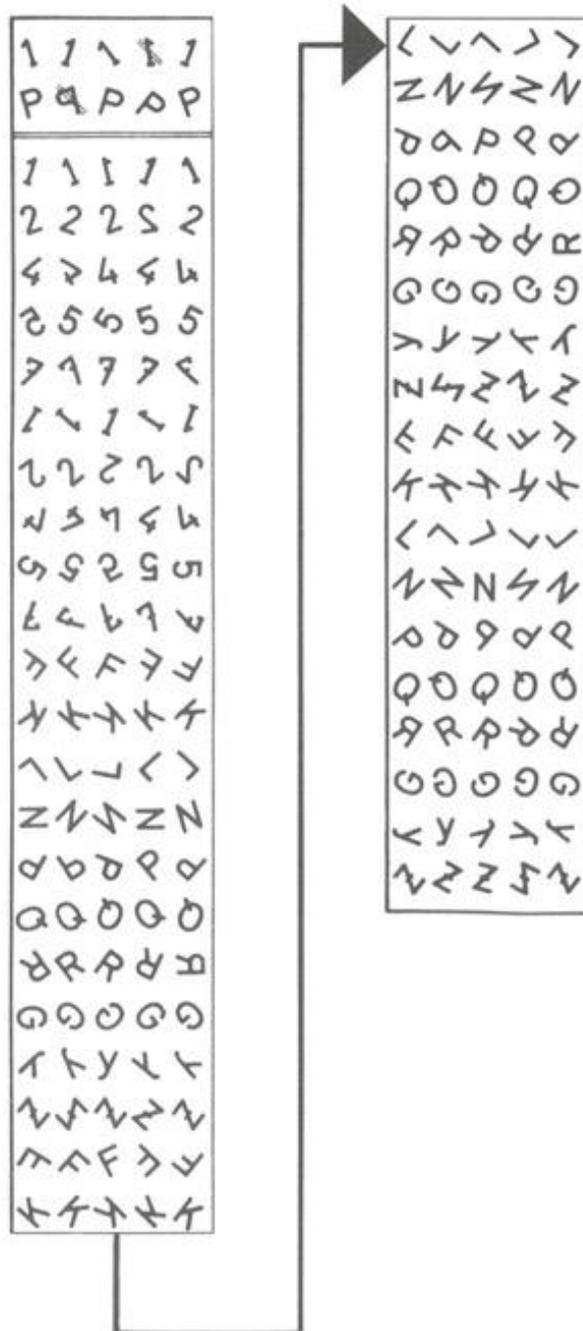
Nach Beendigung des Tests, bitte Kennwerte wie folgt notieren:

Ergebnis:

Rohwert Subtest 7

Alters-/Bildungskorrektur: Zusatzpunkte/Punkabzug

T-Wert Subtest 7





UNIKLINIK
KÖLN



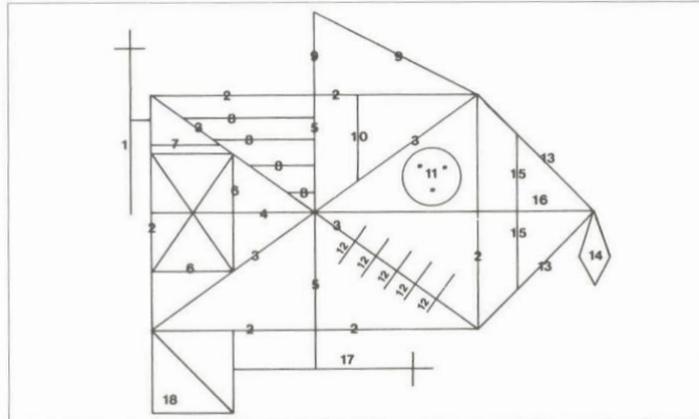
Visuo-Kognition bei Patient*innen mit
Parkinson und gesunden älteren Erwachsenen

ID: VC

Datum: _ _ / _ _ / _ _ _ _

Rey-Osterrieth-Complex Figure – Abzeichnen

Rey-Osterrieth-Complex Figure - Auswertung



REY-OSTERRIETH COMPLEX FIGURE TEST
FORM A (Rey Figure)

Details:	COPY	DELAY
1. Cross upper left corner, outside of rectangle	_____	_____
2. Large rectangle	_____	_____
3. Diagonal cross	_____	_____
4. Horizontal midline of 2	_____	_____
5. Vertical midline	_____	_____
6. Small rectangle, within 2 to the left	_____	_____
7. Small segment above 6	_____	_____
8. Four parallel lines within 2, upper left	_____	_____
9. Triangle above 2 upper right	_____	_____
10. Small vertical line within 2, below 9	_____	_____
11. Circle with three dots within 2	_____	_____
12. Five parallel lines with 2 crossing 3, lower right	_____	_____
13. Sides of triangle attached to 2 on right	_____	_____
14. Diamond attached to 13	_____	_____
15. Vertical line within triangle 13 parallel to right vertical of 2	_____	_____
16. Horizontal line within 13, continuing 4 to right	_____	_____
17. Cross attached to low center	_____	_____
18. Square attached to 2, lower left	_____	_____
TOTAL SCORE	_____	_____

Jedes der 18 Elemente wird separat bewertet. Für jedes Element sollen die Genauigkeit sowie die Position (relativ zur gesamten Figur) beurteilt werden (Maximale Punktzahl: 36)

Auswertung	
Linien des Elements <i>genau/korrekt</i> gezeichnet & innerhalb der Gesamtfigur <i>korrekt</i> platziert	2 Punkte
Linien des Elements <i>genau/korrekt</i> gezeichnet & innerhalb der Gesamtfigur <i>fehlerhaft</i> platziert	1 Punkt
Linien des Elements <i>verdreht/verzerrt</i> oder <i>unvollständig</i> gezeichnet, aber <i>erkennbar</i> & innerhalb der Gesamtfigur <i>korrekt</i> platziert	1 Punkt
Linien des Elements <i>verdreht/verzerrt</i> oder <i>unvollständig</i> gezeichnet, aber <i>erkennbar</i> & innerhalb der Gesamtfigur <i>fehlerhaft</i> platziert	0,5 Punkte
Element <i>nicht vorhanden</i> oder <i>nicht erkennbar</i>	0 Punkte



Visual Object and Space Perception Battery (VOSP)

VOSP – Screening Test

Das Testmaterial besteht aus 20 Karten mit schwarz-weißen Zufallspunktmustern. In der Hälfte der Muster versteckt sich die schemenhafte Form des Buchstaben X. Zur Erklärung der Aufgabe dienen die beiden Übungskarten (A & B).

„Auf dieser Karte (A) sehen Sie ein gleichmäßiges Punktmuster, in dem sich keine bestimmte Form verbirgt. Auf dieser Karte (B) sehen Sie, dass in der Mitte des Punktmusters die Form eines X erkennbar ist. Ich zeige Ihnen nun eine Reihe von Karten, so wie diese. Ihre Aufgabe ist es, mit „Ja“ zu antworten, wenn Sie das X auf einer Karte erkennen, und mit „Nein“, wenn kein X auf der Karte enthalten ist.“

Übung 1	—	10	—
Übung 2	X	11	X
1	X	12	—
2	—	13	X
3	X	14	—
4	X	15	X
5	—	16	—
6	X	17	—
7	—	18	X
8	X	19	X
9	—	20	—

Ergebnis:

Rohwert VOSP – Screening Test



VOSP – Test 1: Unvollständige Buchstaben

Der Testperson werden beide Übungskarten gezeigt mit der Aufgabe, die Buchstaben F und B zu identifizieren. Falls der Buchstabe nicht benannt werden kann, ist eine Antwort durch Nachzeichnen oder Gestik möglich. Ist die Person nicht in der Lage die Übungs-Buchstaben zu identifizieren, wird der Test abgebrochen. Ansonsten wird der Testperson mitgeteilt, dass die Aufgabe dieselbe bleibt, aber die nun folgenden Buchstaben noch schwieriger zu erkennen sind.

Für jede richtige Antwort erhält die Testperson 1 Punkt (Maximum = 20).

Übung 1	F		10	C	
Übung 2	B		11	Z	
1	P		12	T	
2	D		13	A	
3	V		14	E	
4	M		15	L	
5	S		16	G	
6	K		17	U	
7	X		18	R	
8	Y		19	W	
9	H		20	N	

Rohwert VOSP – Unvollständige Buchstaben



VOSP – Test 2: Silhouetten

Der Test besteht aus 15 Silhouetten/Umrißzeichnungen von gezeichneten Tieren und 15 Silhouetten von gezeichneten Gegenständen. Die Silhouetten wurden nach Schwierigkeiten des Erkennens geordnet.

Der Testperson wird bei der Darbietung der ersten Silhouette erklärt, dass es sich um die Abbildung eines Tieres handelt. Die Testperson hat die Aufgabe, es zu benennen (Kamel). Der Test wird nach 5 aufeinanderfolgenden Fehlern abgebrochen.

Bei den weiteren 15 Objekten wird der Testperson erklärt, dass es sich um alltägliche Gegenstände handelt. Der Test wird hier ebenfalls bei 5 aufeinanderfolgenden Fehlern abgebrochen. Die Testperson wird ermutigt, zu raten.

Für jede richtige Antwort erhält die Testperson 1 Punkt (Maximum = 30).

1 Kamel	
2 Elefant	
3 Pinguin	
4 Schwein	
5 Kuh	
6 Hase	
7 Schnecke	
8 Krokodil	
9 Frosch	
10 Bär	
11 Känguruh	
12 Nashorn	
13 Schaf	
14 Seehund	
15 Ente	

1 Tasse	
2 Korkenzieher	
3 Kehrblech	
4 Fahrrad	
5 Schuh	
6 Leiter	
7 Schraubenschlüssel	
8 Traktor	
9 Schlüssel	
10 Liegestuhl	
11 Schere	
12 Spitzhacke	
13 Armbanduhr	
14 Fernglas	
15 Brille	

Rohwert VOSP – Silhouetten



VOSP – Test 3: Objekterkennung

Die dargebotenen Bilder liegen an der Objekterkennungsschwelle und sind aus diesem Grunde nicht immer leicht zu identifizieren.

„Eine dieser vier Formen ist die Abbildung eines realen Gegenstandes, alle anderen sind Figuren ohne Bedeutung. Zeigen Sie mir bitte, welche Form einen realen Gegenstand darstellt.“

Testpersonen, die unsicher sind, werden ermutigt zu raten.

Für jede richtige Antwort erhält die Testperson 1 Punkt (Maximum = 20).

1 Krug		11 Stuhl	
2 Geldbeutel		12 Ölkanne	
3 Kinderwagen		13 Nähmaschine	
4 Kochtopf		14 Segelboot	
5 Klavier		15 Telefon	
6 Lastwagen		16 Motorrad	
7 Bus		17 Hubschrauber	
8 Schiff		18 Schubkarre	
9 Auto		19 Teekanne	
10 Haus		20 Bügeleisen	

Rohwert VOSP – Objekterkennung



VOSP – Test 4: Zunehmende Silhouetten

Testmaterial horizontal präsentieren!

„Dies ist die Silhouette eines bestimmten Objekts. Wenn ich jetzt gleich die Seiten umblättere, wird es immer leichter werden, das Objekt zu erkennen. Können Sie mir sagen, was das für ein Gegenstand ist?“

Blättern Sie langsam Seite für Seite nach um. Die Testperson wird ermutigt, zu raten oder das Objekt zu umschreiben, falls es nicht benannt werden kann.

Nennt die Testperson ein falsches Objekt, erfolgt die Rückmeldung. „Das ist nicht die richtige Antwort. Versuchen Sie es beim nächsten Bild.“

Wichtig: Notieren Sie die Anzahl der Versuche, die eine Testperson benötigt, um das Objekt zu erkennen. Für jedes Objekt wurden 10 Silhouetten konstruiert (Maximaler Rohwert: 10 + 10 = 20; d.h. je kleiner Testwert, desto besser)

1 Pistole



2 Trompete



Rohwert VOSP – Zunehmende Silhouetten

VOSP – Test 5: Punkte zählen

Die Teststimuli besteht aus 10 weißen Karten mit einer bestimmten Anordnung schwarzer Punkte. Die erste Karte wird verwendet, um die Aufgabenstellung zu erklären. Fragen Sie die Testperson:

„Wie viele Punkte sehen Sie auf dieser Karte?“

Wenn die Antwort richtig ist, wird mit den anderen Testkarten fortgefahren.

Ist die Antwort falsch, wird die Testperson gebeten, jeden einzelnen Punkt zu zeigen. Der Test sollte abgebrochen werden, falls dieses „Zeigen“ der Punkte nicht korrekt ausgeführt werden kann.

Für jede richtige Antwort erhält die Testperson 1 Punkt (Maximum = 10).

1

7	
6	
8	
6	
9	

6

5	
5	
7	
9	
8	

2

7

3

8

4

9

5

10

Rohwert VOSP – Punkte zählen



VOSP – Test 6: Positionen unterscheiden

Testmaterial horizontal präsentieren!

Das Testmaterial besteht aus 20 Testkarten auf denen zwei identische Quadrate abgebildet sind. In einem der Quadrate befindet sich ein schwarzer Punkt genau im Mittelpunkt des Quadrats, in dem anderen weicht die Position des Punktes vom Mittelpunkt ab.
Die erste Karte dient zur Erklärung der Testprozedur.

„Einer der beiden schwarzen Punkte befindet sich genau im Mittelpunkt seines Quadrates, der andere nicht. Sie sollen jetzt auf den Punkt zeigen, der genau im Zentrum des Quadrates liegt. Wenn Sie sich nicht sicher sind, versuchen Sie zu raten.“

Für jede richtige Antwort erhält die Testperson 1 Punkt (Maximum = 20).

1	R		11	L	
2	L		12	R	
3	L		13	L	
4	R		14	R	
5	R		15	L	
6	L		16	R	
7	L		17	R	
8	R		18	R	
9	L		19	L	
10	L		20	L	

Rohwert VOSP – Positionen unterscheiden



VOSP – Test 7: Zahlen lokalisieren

Aufgabe ist es, die Zahl zu identifizieren, die identisch ist mit der Position des Punktes.

„Eine der Zahlen in dem oberen Quadrat entspricht genau der Position des Punktes im unteren Quadrat. Sagen Sie mir bitte welche.“

Für jede richtige Antwort erhält die Testperson 1 Punkt (Maximum = 10).

Übung 1	1		5	8	
Übung 2	5		6	2	
1	7		7	6	
2	4		8	4	
3	3		9	8	
4	7		10	5	

Rohwert VOSP – Zahlen lokalisieren

VOSP – Test 8: Würfanzahl analysieren

„Dies ist eine Zeichnung einer bestimmten Anzahl einzelner Würfel. Sie sollen mir nun sagen, wieviele einzelne Würfel in dieser Anordnung enthalten sind.“

Es gibt zwei Übungsdurchgänge. Wenn in den Übungsdurchgängen ein Fehler gemacht wird, wird er korrigiert und die Instruktion wiederholt. Der Test wird abgebrochen, falls die Testperson nicht in der Lage ist, in den beiden Übungsdurchgängen die Anzahl der Würfel richtig zu benennen.

Die zehn Testkarten werden nacheinander vorgegeben und beim ersten Auslassungsfehler, den die Testperson macht, wird daran erinnert:

„Bitte beachten Sie auch die Würfel, die unter oder hinter den anderen versteckt sind.“

Für jede richtige Antwort erhält die Testperson 1 Punkt (Maximum = 100).

Übung 1	3		5	6	
Übung 2	3		6	9	
1	6		7	9	
2	5		8	8	
3	5		9	8	
4	4		10	10	

Rohwert VOSP– Würfanzahl analysieren



UNIKLINIK
KÖLN



Visuo-Kognition bei Patient*innen mit
Parkinson und gesunden älteren Erwachsenen

ID: VC

Datum: _ _ / _ _ / _ _ _ _

Rey-Osterrieth-Complex Figure – Verzögerter Abruf (Auswertung auf Seite 28)



Stimmung - Geriatrische Depressionsskala – GDS nach Yasavage et al. (1983)			
Nr.	Frage	JA	NEIN
1	Sind Sie grundsätzlich mit Ihrem Leben zufrieden?		
2	Haben Sie viele Ihrer Aktivitäten und Interessen aufgegeben?		
3	Haben Sie das Gefühl, Ihr Leben sei unausgefüllt?		
4	Ist Ihnen oft langweilig?		
5	Sind Sie die meiste Zeit guter Laune?		
6	Haben Sie Angst, dass Ihnen etwas Schlimmes zustoßen wird?		
7	Fühlen Sie sich die meiste Zeit glücklich?		
8	Fühlen Sie sich oft hilflos?		
9	Bleiben Sie lieber zuhause, anstatt auszugehen und Neues zu unternehmen?		
10	Glauben Sie, mehr Probleme mit dem Gedächtnis zu haben als die meisten anderen?		
11	Finden Sie, es sei schön, jetzt zu leben?		
12	Kommen Sie sich in Ihrem jetzigen Zustand ziemlich wertlos vor?		
13	Fühlen Sie sich voller Energie?		
14	Finden Sie, dass Ihre Situation hoffnungslos ist?		
15	Glauben Sie, dass es den meisten Leuten besser geht als Ihnen?		

Summe GDS

7.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Drei-Komponenten-Modell nach Benton und Tranel.....	13
Abbildung 2: Berechnungspfad des Geschlechtsunterschieds der identifizierten Faktoren über die eingeschlossenen Einzeltests (linke Seite) und die Faktorvariablen (rechte Seite)	38
Abbildung 3: Berechnungspfad des Geschlechtsunterschieds für alle eingesetzten Testverfahren	39
Abbildung 4: Korrelationen zwischen den einzelnen eingesetzten visuo-kognitiven Testverfahren (y-Achse) und dem Alter (x-Achse) für die Subtests 1-4 der VOSP	42
Abbildung 5: Korrelationen zwischen den einzelnen eingesetzten visuo-kognitiven Testverfahren (y-Achse) und dem Alter (x-Achse) für die Subtests 5-8 der VOSP, den BJLO, den Subtest 7 Mentale Rotation des LPS 50+ und die beiden Subtests des ROCF	43
Abbildung 6: Korrelationen zwischen den einzelnen eingesetzten visuo-kognitiven Testverfahren (y-Achse) und dem Alter (x-Achse) für die beiden Subtests des CERAD+ sowie CLOX1 und CLOX2.....	44
Abbildung 7: Screeplot der Hauptkomponentenanalyse	45
Abbildung 8: Berechnungspfad des Geschlechtsunterschieds der identifizierten Faktoren über die eingeschlossenen Einzeltests (linke Seite) und die Faktorvariablen (rechte Seite)	50
Abbildung 9: Berechnungspfad des Geschlechtsunterschieds mit Hervorhebung (fettgedruckt) der Variablen, die einen signifikanten Geschlechtsunterschied aufweisen	51
Abbildung 10: Berechnungspfad des Geschlechtsunterschieds aller eingesetzten Testverfahren mit Hervorhebung (fettgedruckt) des Einzeltests, der einen signifikanten Geschlechtsunterschied zeigt	55
Abbildung 11: Mittels Hauptkomponentenanalyse identifiziertes Subkomponenten-Modell mit den zugehörigen Testverfahren	63

7.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ein- und Ausschlusskriterien der Studienteilnehmenden.....	27
Tabelle 2: Übersicht der eingesetzten Testverfahren mit Zuordnung zu einer kognitiven Domäne	30
Tabelle 3: Soziodemografische Daten und MMSE für die gesamte Stichprobe	41
Tabelle 4: Soziodemografische Daten getrennt nach Geschlecht dargestellt	42
Tabelle 5: Strukturmatrix der Hauptkomponentenanalyse	46
Tabelle 6: Mustermatrix der Hauptkomponentenanalyse	47
Tabelle 7: Komponentenkorrelationsmatrix	48
Tabelle 8: Testergebnisse der visuo-kognitiven Testverfahren getrennt nach Geschlecht....	49
Tabelle 9: Strukturmatrix der Diskriminanzanalyse für alle Einzeltests des ersten Faktors ...	52

Tabelle 10: Strukturmatrix der Diskriminanzanalyse für alle Einzeltests des zweiten Faktors	53
Tabelle 11: Strukturmatrix der Diskriminanzanalyse für alle Einzeltests des dritten Faktors.	53
Tabelle 12: Strukturmatrix der Diskriminanzanalyse der Faktorvariablen	54
Tabelle 13: Strukturmatrix der Diskriminanzanalyse aller eingesetzten Einzeltests.....	56