

Aus der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie
des Zentralinstituts für Seelische Gesundheit
der Medizinischen Fakultät Mannheim
(Direktor: Prof. Dr. med. Andreas Meyer-Lindenberg)
in Zusammenarbeit mit der Fakultät für Sozialwesen
der Hochschule Mannheim (Dekanin: Prof. Dr. phil. Astrid Hedtke-Becker)

Die habituelle Gehgeschwindigkeit als Indikator für Veränderungen
der funktionellen und kognitiven Fähigkeiten bei Menschen mit
Demenz.

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doctor scientiarum humanarum (Dr. sc. hum.)
der Medizinischen Fakultät Mannheim
der Ruprecht-Karls-Universität
zu Heidelberg
vorgelegt von
Andreas Hoell

aus
Greiz
2018

Dekan: Herr Prof. Dr. med. Sergij Goerd

Referent: Herr Prof. (apl.) Dr. sc. hum. Diplom-Soziologe Hans Joachim Salize

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	1
TABELLENVERZEICHNIS.....	2
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	4
1 EINLEITUNG.....	8
1.1 Das demenzielle Syndrom.....	8
1.2 Körperliche Aktivität, körperliche Funktionalität und Demenz.....	27
1.3 Die Gehgeschwindigkeit - die fehlende Verbindung zwischen kognitiven und funktionellen Fähigkeiten.....	43
1.3.1 Die Gehgeschwindigkeit als allgemeines Prädiktionsmaß.....	44
1.3.2 Die Gehgeschwindigkeit und kognitive Beeinträchtigungen/ Demenzen....	51
1.4 Die Bestimmung der Responsivität und Reproduzierbarkeit der Gehgeschwindigkeit.....	59
1.4.1 Reproduzierbarkeit und Responsivität der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz.....	67
1.5 Fragestellung und Hypothesen.....	72
2 MATERIAL UND METHODEN.....	76
2.1 Das Qualitätsniveau I.....	77
2.2 Das Gesamtevaluationsprojekt.....	85
2.2.1 Zielsetzung, Design und Stichprobengewinnung.....	85
2.2.2 Deskription der Stichproben.....	88
2.2.3 Instrumente.....	90

2.3	Die Vertiefungsstudie im Rahmen der Gesamtevaluation	95
2.3.1	Zielsetzung, Design und Stichprobengewinnung	95
2.3.2	Deskription der Stichprobe.....	96
2.3.3	Materialien und Ablauf der Vertiefungsstudie	97
2.3.4	Ablauf der Testungen	105
2.4	Sample und Variablen für die vorliegende Arbeit.....	107
2.5	Statistische Analysen.....	111
3	ERGEBNISSE.....	119
3.1	Die Differenzierung des Samples anhand der Veränderung der Gehgeschwindigkeit	119
3.2	Deskription des Samples.....	125
3.2.1	Das Sample zur Baseline	125
3.2.2	Das Sample zum Follow-up.....	131
3.2.3	Die Motorische Leistungsfähigkeit im Verlauf	137
3.2.4	Die Zielmerkmale im Verlauf.....	140
3.3	Analyse der Assoziationen zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und den Zielvariablen.....	142
3.3.1	Zusammenhang zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und den funktionellen Fähigkeiten.....	142
3.3.2	Zusammenhang zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und den kognitiven Fähigkeiten	148
3.3.3	Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Lebensqualität.....	150
3.3.4	Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und nicht-kognitiver Symptomatik.....	152
3.4	Die körperliche Aktivität der Bewohner mit Demenz	155
3.5	Einfluss der körperlichen Aktivität auf die Beziehungen zwischen der Gehgeschwindigkeit und funktionellen sowie kognitiven Fähigkeiten	165
3.5.1	Einfluss der körperlichen Aktivität auf die Beziehung zwischen Gehgeschwindigkeit und funktionellen Fähigkeiten.....	167
3.5.2	Einfluss der körperlichen Aktivität auf die Beziehung zwischen der Gehgeschwindigkeit und der kognitiven Fähigkeit	171

4 DISKUSSION.....	176
4.1 Die Reproduzierbarkeit und Responsivität der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz in stationären Einrichtungen.....	176
4.2 Bedeutung der Abnahme der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz für funktionelle Fähigkeiten.....	183
4.3 Bedeutung der Abnahme der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz für kognitive Fähigkeiten	186
4.4 Bedeutung der Abnahme der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz für die Lebensqualität und nicht-kognitive Symptomatik.....	191
4.5 Bedeutung der körperlichen Aktivität bei Menschen mit Demenz für funktionelle und kognitive Fähigkeiten.....	195
4.6 Schlussfolgerung - Eine Theorie zur Bedeutung der Gehgeschwindigkeit.....	205
4.7 Limitationen der vorliegenden Arbeit	213
5 ZUSAMMENFASSUNG.....	219
6 LITERATURVERZEICHNIS.....	222
7 TABELLARISCHER ANHANG.....	262
8 LEBENSLAUF.....	267
9 DANKSAGUNG.....	269
10 EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG	270

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Trajektorien der körperlichen Funktionalität unter Berücksichtigung des Alters, chronischer Erkrankungen und körperlicher Aktivität.....	32
Abbildung 2: Intensitätsniveaus der körperlichen Aktivität in Abhängigkeit von MET und VO ₂ max	37
Abbildung 3: Die Beziehung zwischen der Gehgeschwindigkeit und funktionellen sowie kognitiven Parametern	47
Abbildung 4: Überbau des interdisziplinären und evidenzbasierten Qualitätsniveaus I, modifizierte Darstellung in Anlehnung an (Schäufele, Bauer, Hendlmeier, Hoell, & Weyerer, 2011)	78
Abbildung 5: Ziel 4 „Beim Bewohner mit Demenz sind Einschränkungen der Mobilität sowie deren Ursachen identifiziert“ in Anlehnung an die Darstellung des Ziels 4 im QN I aus (Schäufele, Hendlmeier, et al., 2008)	80
Abbildung 6: Stichtagspopulation, Ausschöpfungsquote und Panelverlauf.....	89
Abbildung 7: Stichprobengröße für die Auswertungen der vertiefenden Studie.....	97
Abbildung 8: Receiver Operating Characteristics (ROC) Kurve für Δv	120
Abbildung 9: RMI-Summenwerte im monatlichen Verlauf getrennt nach Cut-off für Δv	143
Abbildung 10: Typische Bewegungsprofile von zwei Bewohnern (Person A und Person B) zur Baseline und zum Follow-Up	161
Abbildung 11: Statistisches Diagramm des Multiplen Mediationsmodells der körperlichen Aktivitäten auf die Beziehung zwischen Δv und RMI _{FU}	170
Abbildung 12: Statistisches Diagramm des Multiplen Mediationsmodells für die Beziehung zwischen Δv und MMST _{FU}	174
Abbildung 13: Statistisches Diagramm des Multiplen Mediationsmodells für die Beziehung zwischen Δv und SISCO _{FU}	175

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Kernbegriffe und Definitionen.....	30
Tabelle 2: Datenmatrix für die Berechnung der Intraklassenkorrelationskoeffizienten	61
Tabelle 3: Auflistung der Outcomes, Prädiktoren, Kovariaten und intervenierenden Variablen der vorliegenden Arbeit	108
Tabelle 4: Verteilung der durchschnittlichen Veränderung der Gehgeschwindigkeit in m/s im Sample der 101 Bewohner mit Demenz	119
Tabelle 5: Klassifikations- und prognostische Merkmale für $\Delta v > 0,07$ m/s bezogen auf das Kriterium „Bewältigung des Sitz-Steh Tests“	121
Tabelle 6: Modellparameter der Logistischen Regression für das Kriterium Verlust der Fähigkeit zum Selbstständigen Aufstehen vom Stuhl.....	123
Tabelle 7: Merkmale der Bewohner zur Baseline differenziert nach Cut-off für Δv (N=101)	126
Tabelle 8: Einrichtungsbezogene Kenngrößen für die Bewohner zur Baseline differenziert nach Cut-off für Δv (N=101)	128
Tabelle 9: Erkrankungen nach ICD-10 zur Baseline.....	129
Tabelle 10: Merkmale der Bewohner zum Follow-up differenziert nach Cut-off für Δv (N=101)	132
Tabelle 11: Erkrankungen nach ICD-10 aus der Pflegedokumentation zum Follow-up	135
Tabelle 12: Leistungen der Bewohner in der motorischen Testung zur Baseline differenziert nach Cut-off für Δv (N=101)	138
Tabelle 13: Leistungen der Bewohner in der motorischen Testung zum Follow-up differenziert nach Cut-off für Δv (N=101).....	139
Tabelle 14: Zielmerkmale der Bewohner zur Baseline und zum Follow-up differenziert nach Cut-off für Δv (N = 101).....	141
Tabelle 15: Multivariates Repeated Measurement Modell - Zwischen-Subjekt Effekte für das Outcome RMI-Scores im Verlauf.....	145
Tabelle 16: Feste Modellkoeffizienten der multivariaten GLMM für den RMI-Score	147
Tabelle 17: Feste Modellkoeffizienten der multivariaten GLMM für den MMST-Score	149
Tabelle 18: Feste Modellkoeffizienten der multivariaten GLMM für den QUALID-Score	151
Tabelle 19: Feste Modellkoeffizienten der multivariaten GLMM für den NPI-Score	153
Tabelle 20: Parameter der körperlichen Aktivität des Gesamtsamples an Pflegeheimbewohnern mit Demenz (N = 101)	157
Tabelle 21: Parameter der körperlichen Aktivität zur Baseline und zum Follow-Up differenziert nach Cut-off für Δv (N = 101)	158
Tabelle 22: Höhe der Korrelationskoeffizienten der Aktivitätsmaße zum FU (N = 101 Bewohner).....	166

Tabelle 23: Multiple Mediatoranalyse für RMI_{FU} - Model-Koeffizienten für Δv und die Mediatoren Inaktivität und Schrittzahl.....	169
Tabelle 24: Multiple Mediatoranalyse für $MMST_{FU}$ - Model-Koeffizienten für Δv und die Mediatoren Inaktivität und Schrittzahl.....	173
Tabelle 25: Verlauf der monatlichen Rivermead Mobilitäts-Indizes getrennt nach Cut-off für Δv (N = 101)	262
Tabelle 26: funktionelle Fähigkeiten anhand RMI-Scores zwischen BL- und FU-Untersuchung univariate Testung für Cut-off von Δv	263
Tabelle 27: kognitive Testleistung anhand MMST-Scores zwischen BL- und FU-Untersuchung univariate Testung für Cut-off von Δv	263
Tabelle 28: kognitive Testleistungen anhand SISCO zwischen BL- und FU-Untersuchung univariate Testung für Cut-off von Δv	263
Tabelle 29: Lebensqualität anhand QUALID zwischen BL- und FU-Untersuchung univariate Testung für Cut-off von Δv	264
Tabelle 30: nicht-kognitive Symptomatik anhand NPI-Score zwischen BL- und FU-Untersuchung univariate Testung für Cut-off Δv	264
Tabelle 31: Feste Modellkoeffizienten bezogen auf die Zielvariable Änderung im SISCO	265
Tabelle 32: Multiple Mediatoranalyse für $SISCO_{FU}$ - Model-Koeffizienten für Δv und die Mediatoren der körperlichen Alltagsaktivitäten	266

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

@	bei/mit
+/-	positiv/negativ
95%CI	95-prozentiges Vertrauensintervall („Confidence Interval“)
AC	Korrektklassifizierungsrate („Accurate Classification“)
ACSM	American College of Sports Medicine
AD	Alzheimer Demenz/ Demenz vom Alzheimer Typ
ADL	Aktivitäten des täglichen („daily“) Lebens
AHA	American Heart Association
ANOVA	Analysis of Variance
APOE	Apolipoprotein E
AUC	Fläche unterhalb der ROC-Kurve („Area under the curve“)
AWO	Arbeiterwohlfahrt
BAGkgE	Bundesarbeitsgemeinschaft klinisch geriatrischer Einrichtungen
BBS	Berg Balance Scale
BDNF	neurotropher Faktor oder Wachstumsfaktor („Brain-Derived Neurotrophic Factors“)
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BI	Barthel-Index
BISAD	Beobachtungsinstrument für das Schmerzassessment bei alten Menschen mit Demenz
BL	Baseline-Untersuchung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMFSFJ	Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMI	Körpermasseindex („Body-Mass Index“)
BPSD	Behaviorale und psychologische Symptome der Demenz
BUKO-QS	Bundeskonzferenz zur Qualitätssicherung im Gesundheits- und Pflegewesen e.V.
BZgA	Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung
bzgl.	bezüglich/bezogen auf
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CDR	Clinical Dementia Rating - klinische Einschätzung der Schwere der Demenz
cm	Zentimeter
CPU	Central Processing Unit (Zentrale Prozessoreinheit eines Computers)
CV	Variationskoeffizient („Coefficient of Variation“)
DALY	„Disability-Adjusted Life Years“ (Maß der Krankheitslast, welches die um die Beeinträchtigung bereinigten Lebensjahre angibt)
DEGAM	Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin
Δ	Delta (Maß der Veränderung)
Δv	Delta der (Geh-)Geschwindigkeit: Hier Abnahme der (Geh-)Geschwindigkeit
DF	Freiheitsgrade („Degrees of Freedom“)
DGN	Deutsche Gesellschaft für Neurologie
DGPPN	Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde
d.h.	das heißt
DLB	Lewy-Körperchen Demenz („Dementia with Lewy-Bodies“)
DNQP	Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege e.V.
Dr.	Doktor
DSM	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders

DSS	Dementia Screening Scale
engl.	englisch
η^2	Eta-Quadrat (Maß der Effektstärke)
EQ-5D	European Quality of Life-5 Dimensions
etc.	et cetera - Bedeutung in Aufzählungen als "und so weiter"
e.V.	eingetragener Verein
evtl.	eventuell
Exp(B)	transformierter Regressionskoeffizient der logistischen Regression (auch als Odds Ratio bezeichnet)
FamFG	Gesetz über das Verfahren in Familiensachen und in den Angelegenheiten der freiwilligen Gerichtsbarkeit
ff	folgend
FIM	Functional Independence Measure
FINGER	Akronym einer finnischen geriatrischen Interventionsstudie zur Prävention kognitiver Beeinträchtigung und Behinderung („Finnish Geriatric Intervention Study to Prevent Cognitive Impairment and Disability“)
FTD	Frontotemporale Demenz
FU	Follow-up Untersuchung
GDS	Global Deterioration Scale - Bestimmung des Grades der kognitiven Beeinträchtigung
ggf.	gegebenenfalls
GLMM	Verallgemeinertes Lineares Gemischtes Modell („Generalized Linear Mixed Model“)
h	Stunde
H_0	Nullhypothese
H_1	Alternativhypothese
HDL	Lipoprotein mit hoher Dichte („High-Density Lipoprotein“)
HIV	Humane Immundefizienz-Virus
HWA	Hans-Weinberger Akademie der AWO e.V.
ICC	Intraklassen-Korrelationskoeffizient (Intraclass Correlation Coefficient)
ICD	International Classification of Diseases
IDA	Initiative Demenzversorgung in der Allgemeinmedizin
i.d.R.	in der Regel
IG	Interventionsgruppe
IGF-1	Insulinähnlicher Wachstumsfaktor 1 („Insulin-like Growth Factor-1“)
IHI	Institute for Healthcare Improvement
IHME	Institute of Health Metrics and Evaluation
IL-6	Interleukin-6
IQC	Institut für Qualität und Case Management
IQWiG	Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen
IWG	International Working Group
kcal	Kilokalorie
kg	Kilogramm
KG	Kontrollgruppe
KH	Krankenhaus
km	Kilometer
LBD	Lewy-Body Dementias als Überbegriff für Demenzen mit Lewy-Körperchen wie Lewy-Körperchen Demenz und Parkinson Demenz
LIFE-P	Akronym einer US-amerikanischen Interventionsstudie zur Verbesserung der Selbstständigkeit älterer Menschen („Lifestyle Interventions and Independence for Elders Pilot“)
LoA	Grenzen der Übereinstimmung („Limits of Agreement“)
LR	Wahrscheinlichkeitsrate („Likelihood Ratio“)
M	Mediator/Intervenierende Variable

MAPT	Akronym einer französischen Studie zur Prävention der Alzheimer Demenz („Multidomain Alzheimer Preventive Trial“)
Max.	Maximal(e)
MCI	Leichte Kognitive Beeinträchtigung (“Mild Cognitive Impairment“)
MDC	Mimimal Detectable Change
MET	Metabolisches Äquivalent (“Metabolic Equivalent“)
MID, MCID	Kleinster (klinisch) bedeutsamer Unterschied („Minimal (Clinical) Important Difference“)
m	Meter
min	Minute
mind.	mindestens
ml	Milliliter
mm	Millimeter
MMST	Mini-Mental State Test
MPT	Motor Performance Test
m/s	Meter pro Sekunde: Maß der (Geh-)Geschwindigkeit
MS _C	Durchschnittliche Quadrate der Spalten („Mean Squares of Columns“)
MS _E	Durchschnittlicher Fehler der Quadrate („Mean Square Error“)
MS _R	Durchschnittliche Quadrate der Zeilen („Mean Squares of Rows“)
MS _W	Durchschnittliche Quadrate innerhalb der Zeilen („Mean Squares Within Rows“)
MuG III	Möglichkeiten und Grenzen selbstständiger Lebensführung - eine Repräsentativerhebung zur Situation der Hilfe- und Pflegebedürftigen in Privathaushalten
N	Numbers/ Anzahl
NIA-AA	National Institute on Aging and Alzheimer’s Association
n.n.bez.	nicht näher bezeichnet
NPI	Neuro-Psychiatrisches Inventar
NPI-Q	Kurzform des Neuro-Psychiatrischen Inventars
NPV	Negativer Vorhersagewert („Negative Predictive Value“)
NVL	Nationale Versorgungsleitlinie
o.g.	oben genannt
OLS	Gewöhnliche Kleinstquadratmethode zur Parameterschätzung linearer Regressionen („Ordinary Least Squares“)
OR	Quotenverhältnis („Odds Ratio“)
p	Signifikanzniveau
PC	Personal Computer
PD	Parkinson Demenz/ Demenz bei Morbus Parkinson
PDL	Pflegedienstleitung
PDSA	Plan, Do, Study, Act: Zyklen des Rapid-Cycles of Improvement
PIM	Potentiell inadequate Medikation
PPV	Positiver Vorhersagewert (“Positive Predictive Value“)
PreDIVA	Akronym einer holländischen Präventionsstudie der Demenzen („Prevention of Dementia by Intensive Vasular Care“)
PVA	Pflege- und Verhaltensassessment
QALY	Qualitätsadjustierte Lebensjahre (“Quality adjusted Life Years“)
QN I	Qualitätsniveau I
QoL	Lebensqualität (“Quality of Life“)
QoL-AD-5D	Quality of Life in Alzheimer’s Disease-5 Dimensions
QUALID	Quality of Life in Late-Stage Dementia Scale
r	Korrelationskoeffizient/ Produkt-Moment-Korrelation zumeist nach Pearson
R ²	Fehlerreduktionsquote bzw. Anteil der erklärten Varianz einer Regression
RCT	Randomisiert-kontrollierte Studie (“Randomized Controlled Trial“)
Ref.Kat.	Referenz-Kategorie

REM	REM-Schlafphase ("Rapid Eye Movement")
RMI	Rivermead Mobility-Index/ Rivermead Mobilitäts-Index
ROC	Receiver Operating Characteristics
RR	Risiko-Quote ("Risk Ratio")
s, sec	Sekunde
SE	Standardfehler
SEM	Standardmessfehler („Standard Error of Measurement“)
Sen	Sensitivität
SD	Standardabweichung („Standard Deviation“)
SFT	Senior Fitness Test
SIDAM	Strukturiertes Interview für die Diagnose einer Demenz vom Alzheimer Typ, der Multiinfarkt- (oder vaskulären) Demenz und Demenzen anderer Ätiologie nach DSM-III-R, DSM-IV, ICD-10
SISCO	SIDAM-Score (SIDAM Summenwert)
SMART	Spezifisch, Messbar, Akzeptiert/ Attraktiv, Realisierbar und Terminierbar: Akronym der Zielformulierung
s.o.	siehe oben
Spez	Spezifität
SPPB	Short Physical Performance Battery
SPSS	Statistik- und Analysesoftwareprogramm der Softwarefirma International Business Machines Corporation (IBM)
SS	Summe der Gesamtquadrate ("Sum of Squares")
SW3	StepWach 3 (biaxialer Beschleunigungssensor)
TAU	Treatment as Usual - Kontrollgruppenbedingung unter Fortführung der herkömmlichen Versorgung in randomisiert kontrollierten Studien
TESS-NH	Therapeutic Environment Screening Survey for Nursing Homes
TNF- α	Tumor-Nekrose-Faktor α
TUG	„Timed Up & Go“ Test
TV	Television
u.a.	und andere/unter anderem
UB	Unterbringungsverfahren
UV	Unabhängige Variable/ Prädiktor
v	Geschwindigkeit (Hier: Gehgeschwindigkeit)
VD	Vaskuläre Demenz
VEGF	Vaskuläre Endotheliale Wachstumsfaktoren („Vascular Endothelial Growth Factors“)
VIF	Varianzinflationsfaktor
VO ₂ max	Maximale Sauerstoffaufnahmekapazität
vs.	versus/gegenübergestellt
W	Watt
WHO	Weltgesundheitsorganisation („World Health Organisation“)
YLD	„Years Lived with Disability“ (Lebensjahre, die mit beeinträchtigter Gesundheit verbracht werden)
YLL	„Years of Life Lost due to premature mortality“ (Vorzeitig durch Tod verlorene Lebensjahre)
z.B.	zum Beispiel

1 EINLEITUNG

1.1 Das demenzielle Syndrom

Epidemiologie

Laut aktuellen Schätzungen tritt weltweit alle drei Sekunden ein neuer Fall von Demenz auf. In der Gesamtsumme, so wird geschätzt, kommt es dadurch zu ca. 9,9 Millionen Neuerkrankungen pro Jahr (Alzheimer's Disease International, 2015). Derzeit gibt es weltweit 46,8 Millionen Menschen mit Demenz. Davon leben etwas über die Hälfte (ca. 58%) in Ländern mit geringem und mittlerem Einkommen, wobei sich deren Anteil gegenüber dem Anteil an Demenzkranken aus Ländern mit hohem Einkommen in den kommenden Jahren stark erhöhen wird (Alzheimer's Disease International, 2015). In Europa leben gegenwärtig 10,5 Millionen Demenzkranke (Alzheimer's Disease International, 2015).

In Deutschland wird die Anzahl an Demenzfällen auf ca. 1,2 Millionen (DGPPN & DGN, 2016) bis ca. 1,6 Millionen (Bickel, 2016) geschätzt. Jährlich gibt es geschätzt ca. 244.000 (DGPPN & DGN, 2016) bis ca. 303.000 (Bickel, 2016) Neuerkrankungen. In der deutschen Bevölkerung über 65 Jahre liegt die derzeitige mittlere Inzidenzrate pro Jahr bei ca. 2%. Die Prognosen weisen allerdings auf einen Anstieg der Erkrankungsraten hin, sodass sich in Deutschland im Jahr 2050 nach gegenwärtigen Rechenmodellen die Anzahl an Demenzfällen mehr als verdoppeln könnte (Bickel, 2016).

Die primären (hirnorganischen) Demenzen - dazu zählen die neurodegenerativen und vaskulären Demenzen - sind chronisch progredient. Sie machen ca. 90% aller Demenzen aus (Dilling, Mombour, Schmidt, & Schulte-Markwort, 2011). Die primären Demenzen sind eine mit dem Alter assoziierte Erkrankung; d.h. mit fortschreitendem Alter steigt der Anteil erkrankter Personen. Liegt beispielsweise in Mitteleuropa die mittlere Prävalenzrate bei den 65- bis 69-jährigen noch bei 1,6%, so steigt die Prävalenzrate bei den über 90-jährigen auf ca. 41% (Bickel, 2016). D.h. nahezu jeder zweite über 90-jährige leidet an einer Demenz. Aufgrund des demografischen Wandels mit einem starken Anstieg an Menschen im hohen und höchsten Alter und einer gleichzeitigen höheren Überlebensrate von Frauen sind von einer Demenz vor allem Frauen über 65 Jahre betroffen.

Eine Demenz bzw. das demenzielle Syndrom tritt als Folge einer Erkrankung des Gehirns auf. Zum hervorstechenden Charakteristikum einer Demenz gehören Probleme mit dem Gedächtnis und der Kognition. Dazu zählen insbesondere Störungen des Denkens, der Orientierung, der Lernfähigkeit, der Sprache und des Sprechens sowie des Urteilsvermögens. Zusätzlich gesellen sich meist als Folge der kognitiven Beeinträchtigungen auch Beeinträchtigungen der Alltagskompetenzen, Veränderungen der Persönlichkeit und des Verhaltens bzw. der emotionalen Kontrolle hinzu. Mit einer Demenz steigt das Risiko für Komorbidität und verringert sich die Lebenserwartung. Laut Todesursachenstatistik 2014 der USA - wobei unter Todesursache laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) jede Erkrankung

oder Verletzung gezählt wird, die ursächlich für den Prozess, der zum Tode führt, verantwortlich ist (World Health Organization (WHO), 2016) - wird die Alzheimer Demenz als sechsthäufigste Todesursache geführt (Alzheimer's Association, 2017). Auch in Deutschland steht die Demenz (ICD-10 Schlüssel: F03) auf der Todesursachenstatistik 2015 an fünfter Stelle hinter der atherosklerotischen Herzkrankheit (ICD-10-Schlüssel: I25.1), dem Lungenkrebs (C34.9), der Herzinsuffizienz (I50.9), und dem akuten Myokardinfarkt (I21.9) (Statistisches Bundesamt, 2017a)¹. Keine andere Erkrankung erlebte in den letzten Jahren einen derart sprunghaften Anstieg in der Todesursachenstatistik wie die Demenz.

Die Demenz wird häufig anhand von drei Schweregraden (leicht, mittelschwer und schwer) beurteilt. In die Beurteilung fließen der Grad der kognitiven Einschränkung, das Ausmaß der Beeinträchtigung der Alltagsfähigkeiten und die Schwere der nicht-kognitiven Symptomatik ein. Insbesondere im frühen oder leichten Stadium der Demenz lassen sich die unterschiedlichen primären Demenzformen in ihrer Pathologie und klinischen Symptomatik noch relativ gut getrennt voneinander beschreiben. Mit zunehmendem Schweregrad überlagert sich die klinische Symptomatik bzw. konvergieren die pathologischen Kennzeichen. Nachfolgend sollen die unterschiedlichen primären Demenzformen kurz dargestellt werden.

Demenzformen

Die Alzheimer Demenz (AD) ist die bekannteste und gleichzeitig häufigste Form der primären neurodegenerativen Demenzen. Sie wurde nach Alois Alzheimer benannt, der das Syndrom und den möglichen pathologischen Zusammenhang mit β -Amyloid-Plaques 1906 der Fachöffentlichkeit erstmals vorstellte. Etwa 60 bis 80% der Demenzkranken weisen eine AD-Pathologie bzw. klinische Symptome der AD auf (Alzheimer's Association, 2017; DGPPN & DGN, 2016). Die gepoolte Jahresprävalenz der AD liegt in der Allgemeinbevölkerung bei den über 60-jährigen bei 30,4 pro 1.000 Personen und die gepoolte jährliche Neuerkrankungsrate bei 34,1 pro 1.000 Personen (Fiest et al., 2016). Die AD ist von bisher unbekannter Ätiologie, d.h. eine Diagnose wird ausschließlich auf der Basis klinischer Kriterien gewonnen (Symptomdiagnostik). Die AD ist durch einen langsamen Beginn der Symptomatik gekennzeichnet. Frühzeichen der AD sind Verschlechterung des Kurzzeitgedächtnisses, Apathie und depressive Symptomatik. Eine wesentliche Komponente der AD - und dies insbesondere zur Abgrenzung von der sogenannten leichten kognitiven Beeinträchtigung (engl.: „Mild Cognitive Impairment“ oder kurz MCI genannt) - ist die Beeinträchtigung der Alltagsfunktionen, die im fortschreitenden Verlauf eine selbstständige Lebensführung unmöglich macht. Die Folgen von AD bedingten Stürzen wie Oberschenkelhalsbruch,

¹ Zugegebenermaßen ist die Genauigkeit/ Detailliertheit mit der die einzelnen Diagnosen in der Todesursachenstatistik aufgeführt werden nicht kongruent zur Genauigkeit der eigentlichen ICD-10 Diagnosestellung, sodass diverse zerebrovaskuläre Erkrankungen wie Schlaganfall, weitere kardio-vaskuläre oder pulmonale Erkrankungen wie chronische obstruktive Lungenerkrankung oder bösartige Neubildungen wie Mamakarzinom oder Pankreaskarzinom in der Summe ggf. häufiger auftreten.

Dehydration oder Pneumonien sind die häufigsten Todesursachen der AD. Die durchschnittliche Überlebenszeit nach Diagnose einer AD liegt zwischen vier und acht Jahren, in einigen Fällen sogar bis 20 Jahre (Alzheimer's Association, 2017; DGPPN & DGN, 2016). Das National Institute on Aging und der Alzheimer's Association (NIA-AA) hat charakteristische pathologische Kennzeichen einer Alzheimer Demenz als Diagnosekriterien herausgearbeitet:

1. die fortschreitende Anhäufung von Proteinfragmenten - sogenannten β -Amyloid-Plaques (insbesondere β -Amyloid₁₋₄₂) - außerhalb der Neuronen und
2. verdrehte Tau-Proteinstränge - sogenannte Alzheimer- oder Tau-Fibrillen (insbesondere phosphoryliertes Tau_{181p}) - innerhalb der Neuronen.

Beide Abnormitäten tragen dazu bei, dass es zu fortschreitenden Hirnschädigungen aufgrund des Absterbens von Neuronen und synaptischen Verbindungen kommt. So sollen β -Amyloid-Plaques dazu beitragen, die Kommunikation zwischen den Neuronen und damit die Synapsen zu beeinträchtigen und die Tau-Fibrillen den Transport wichtiger Moleküle und Nahrungsbestandteile innerhalb des Neurons zu blockieren. Diese durch β -Amyloid-Plaques und Tau-Fibrillen ausgelösten Veränderungen des Gehirns beginnen bereits mindestens 20-25 Jahre bevor die Symptomatik auftritt (Alzheimer's Association, 2017; Karlawish, Jack, Rocca, Snyder, & Carrillo, 2017). Derzeit gibt es ernstzunehmende Bemühungen der NIA-AA und der International Working Group (IWG) die o.g. Biomarker für die Diagnose und ursächliche Behandlung der AD nutzbar zu machen; hierzu weiterführend: (Deak, Freeman, Ungvari, Csiszar, & Sonntag, 2016; DGPPN & DGN, 2016; Frisoni et al., 2017; B. Hall et al., 2017; Karlawish et al., 2017; Roseborough, Ramirez, Black, & Edwards, 2017; Villemagne et al., 2017).

Die vaskulären Demenzen (VD) stellen neben den neurodegenerativen Demenzen eine weitere Gruppe an Demenzformen dar. Ursprünglich wurde die VD auch als Multi-Infarkt-Demenz bezeichnet, weil sie in Teilen das Ergebnis einer Infarzierung des Gehirns darstellt. Diese Infarzierung des Gehirns kann entweder Folge einer vaskulären Grunderkrankung (z.B. zerebrovaskuläre Hypertonie), einer Kumulation ischämischer Episoden bzw. mehrerer Mikroinfarkte oder Folge eines einzelnen Infarkts in einer strategisch wichtigen Hirnregion (z.B. Thalamus oder Basalganglien) sein. Ebenfalls kann eine vaskuläre Demenz durch Mikro-Angiopathien im subkortikalen Bereich oder durch makroskopische Hirn(ein-)blutungen entstehen. In den letztgenannten Fällen manifestieren sich die Erkrankungen als Marklagerläsionen und Lakunen (Dichgans & Leys, 2017; Raz, Knoefel, & Bhaskar, 2016). Aufgrund des heterogenen Charakters der Pathologien unter dem Begriff VD wird von vielen Autoren seit den frühen 2000er Jahren der Begriff vaskuläre kognitive Beeinträchtigung präferiert (O'Brien & Thomas, 2015). Allen Pathologien der VD gemein ist die mangelhafte Blut- und damit Nährstoffversorgung bestimmter Areale des Gehirns. Es findet eine sogenannte Verinselung des intakten Nervengewebes statt, die strukturellen und funktionellen Gehirnverbindungen gehen verloren und nicht mehr durchblutetes Hirngewebe atrophiert (Dichgans & Leys, 2017).

Die VD wird zu Lebzeiten bei 15-25% der Demenzfälle diagnostiziert (DGPPN & DGN, 2016), obwohl das alleinige Vorliegen der VD-Pathologie weitaus seltener - in etwa 10% der Fälle - auftritt (Alzheimer's Association, 2017). Bereits früh im Verlauf kann es bei der VD im Gegensatz zur AD zu Beeinträchtigungen höherer Exekutivfunktionen wie des Urteilsvermögens, des Abstraktionsvermögens und des Planens und Organisierens (Handlungsvermögens) kommen. Ebenfalls früher als bei der AD treten Beeinträchtigungen der selbstständigen Lebensführung bzw. der Alltagsaktivitäten auf. Es kommt zu Gangstörungen und Beeinträchtigungen der motorischen Kontrolle mit Gleichgewichtsstörungen und Stürzen. Die klinische Symptomatik ist aufgrund des Ausmaßes der betroffenen Hirnregionen weitaus heterogener als bei der AD (Khan, Kalaria, Corbett, & Ballard, 2016). Der Verlauf ist gegenüber dem stetig fortschreitenden Verlauf der AD eher stufenförmig mit abrupten Verschlechterungen und längeren Phasen ohne Progredienz. Aufgrund der kardio- und zerebrovaskulären Ursachen wird für die VD eine Überlebenszeit nach Diagnose von lediglich drei bis fünf Jahren angegeben (O'Brien & Thomas, 2015).

Die Lew-Body Dementias (LBD) leiten sich namentlich von α -Synuclein-Protein Einschlüssen in Neuronen des Hirnstammes ab, die nach ihrem Entdecker dem deutschen Arzt Friedrich Lewy auch Lewy-Körperchen genannt werden. Es wird angenommen, dass die Lewy-Körperchen toxisch auf Neuronen vor allem des dopaminergen Systems wirken, die in der Folge untergehen (Walker, Possin, Boeve, & Aarsland, 2015). Zu den LBD zählen die Lewy-Körperchen- Demenz (engl.: „Dementia with Lewy-Bodies“ kurz DLB) und die Demenz bei Morbus Parkinson oder Parkinson-Demenz (PD)². Beiden Unterformen der LBD ist gemein, dass sich mit fortschreitendem Verlauf die Pathologien und klinischen Merkmale angleichen oder überlappen (Bohnen, Muller, & Frey, 2017; Walker et al., 2015). Die Rolle der kortikalen α -Synuclein Einschlüsse ist derzeit unklar. Sie dienen bisher ausschließlich als Biomarker zur Diagnose der PD (I. G. McKeith et al., 2017). Die PD kann nur dann diagnostiziert werden, wenn eine manifeste Parkinson-Diagnose besteht, d.h. sie entwickelt sich im Verlauf der Parkinson Erkrankung. Die DLB tritt in zeitlicher Nähe bis zu einem Jahr vor oder gleichzeitig mit Parkinsonsymptomatik oder innerhalb eines Jahres nach dem Auftreten motorischer Symptome auf (Walker et al., 2015).

Bis zu 80% der Menschen mit einer diagnostizierten Parkinson Erkrankung entwickeln im Verlauf eine Demenz (Safarpour & Willis, 2016; Walker et al., 2015). Somit scheinen kognitive Beeinträchtigungen im fortschreitenden Verlauf der Parkinson Erkrankung zuzunehmen (Garcia-Ptacek & Kramberger, 2016; Safarpour & Willis, 2016). Die LBD stellen die zweithäufigste neurodegenerative Demenzform nach der AD dar (Gomperts, 2016). Wie viele davon der PD, der DLB oder der Multi-System-Atrophie vom Parkinsontyp zugeordnet

² Eine Übersetzung der LBD in die deutsche Sprache führt zwangsläufig zu begrifflichen Verwirrungen, weil nicht mehr eindeutig ist, ob es sich um den Überbegriff oder die spezifische Lewy-Körperchen Demenz (DLB) handelt. Selbst in der aktuellen S3-Leitlinie Demenzen sind diese Ungenauigkeiten zu finden (DGPPN & DGN, 2016).

werden können, ist sehr unsicher und hängt vom Alter, vom Verlauf der Parkinson Erkrankung und vom Schweregrad der motorischen Störungen ab (Garcia-Ptacek & Kramberger, 2016). Mit dafür verantwortlich ist die häufige Fehldiagnose einer AD oder eines Delirs, da die spezifischen klinischen Merkmale nicht genau beachtet oder missinterpretiert werden (I. G. McKeith et al., 2017). In aktuellen systematischen Übersichtsarbeiten wird geschätzt, dass 6,4% (Spanne von 0,3% bis 24,4%) aller Demenzfälle auf DLB zurückzuführen sind (Hogan, Fiest, et al., 2016) und 25% der an Parkinson-Erkrankten eine PD entwickeln (Walker et al., 2015).

Die klinischen Kernmerkmale der LBD sind die im Verlauf der Erkrankung früh auftretenden schwankenden kognitiven Fähigkeiten und der im Tagesverlauf stark wechselnde Grad an Aufmerksamkeit und Wachheit. Es kommt häufig zu visuellen Halluzinationen, Apathie und depressiver Symptomatik und zur Beeinträchtigung der Exekutivfunktionen. Auch paranoider Wahn (wie Einbrecher im Haus oder Verwandte werden durch Betrüger ersetzt) ist im Verlauf häufig anzutreffen. Als Folge der Parkinson-Erkrankung tritt bei der PD die charakteristische Parkinson-Symptomatik mit extrapyramidal-motorischen Störungen auf. Die Verhaltensstörung während des REM-Schlafs ist charakteristisch für die pathologischen Ablagerungen des α -Synucleins. Neuropathologisch kommt es im Erkrankungsverlauf zu deutlichen Verlusten der Neurotransmitter Dopamin und Acetylcholin. Das führt zur Überempfindlichkeit gegenüber Neuroleptika, zu einer erhöhten Sturzneigung, Synkopen und Urininkontinenz. Die durchschnittliche Überlebensdauer nach Diagnose beträgt etwa sieben bis acht Jahre. Tritt eine PD in Folge der Parkinson Erkrankung auf, verstärkt sich die bestehende Symptomatik deutlich und die Überlebenszeit sinkt rapide (DGPPN & DGN, 2016; I. G. McKeith et al., 2017; Walker et al., 2015). Bisher sind technische Untersuchungen der LBD bzw. Biomarker für die Pathologie einer LBD noch unzureichend für die Diagnostik geeignet (DGPPN & DGN, 2016; I. G. McKeith et al., 2017; Walker et al., 2015). Im fortgeschrittenem Stadium der LBD kommt es häufig zu Überlappungen mit der Pathologie der AD (Gomperts, 2016; I. McKeith, Taylor, Thomas, Donaghy, & Kane, 2016; I. G. McKeith et al., 2017).

Die gemischten Demenzen weisen die Pathologie und klinische Symptomatik sowohl der AD als auch einer anderen Demenzform i.d.R. der VD oder seltener der LBD auf. Aktuelle Studienergebnisse weisen darauf hin, dass eine gemischte Demenzpathologie weitaus häufiger auftritt als ursprünglich angenommen. Dabei steigt die Wahrscheinlichkeit mit fortschreitendem Alter (Alzheimer's Association, 2017). Insbesondere bei postmortalen Untersuchungen zeigte sich, dass bei 50% der Personen, die zu Lebzeiten mit einer AD diagnostiziert wurden, auch eine VD vorlag (Alzheimer's Association, 2017). Hinweise deuten auf eine gegenseitige Verstärkung der Pathologien hin (Gomperts, 2016; Khan et al., 2016).

Die Frontotemporale Demenz (FTD) ist ein Überbegriff für ein neurodegeneratives klinisches Syndrom bestehend aus fortschreitender Persönlichkeitsänderung, Änderungen des Sozialverhaltens und Beeinträchtigungen der exekutiven Funktionen und der Sprache. Ein Synonym für die FTD ist Morbus Pick bzw. Pick-Krankheit, benannt nach Arnold Pick, der das

Syndrom erstmals 1892 beschrieben hat (Bang, Spina, & Miller, 2015). Die charakteristische Symptomatik der FTD wird ausgelöst durch den Untergang der Neuronen im frontalen (Stirnloben) und anterior-temporalen (Schläfenloben) Bereich des Gehirns. Zusätzlich werden die oberen Schichten des Kortex weich und schwammig und es bilden sich abnorme Proteineinschlüsse (u.a. Pick-Körper) (Bang et al., 2015; DGPPN & DGN, 2016). Die FTD ist eine eher seltene Demenzform und macht etwa 2,7% aller Demenzfälle bei Demenzkranken über 65 Jahren aus. Dagegen ist sie mit durchschnittlich 10,2% eher häufig bei Demenzfällen vor dem 65. Lebensjahr zu finden (Hogan, Jette, et al., 2016). Es gibt zwei primäre Varianten der FTD. Zum einen gibt es eine durch Verhaltensauffälligkeiten geprägte Variante (mit enthemmten Verhalten, Verlust von Sympathie und Empathie, stereotypen, zwanghaften oder ritualisierten Verhalten und ggf. veränderten Essgewohnheiten). Zum anderen gibt es eine Variante mit primärer progressiver Aphasie. Diese Variante kann entweder durch Symptome der Wernicke-Aphasie, Symptome der Broca-Aphasie oder durch eine logopenische Aphasie dominiert werden. Allerdings konvergieren im Verlauf der Erkrankung die einzelnen Varianten der FTD. Ebenfalls geht mit der Progression der FTD die Abgrenzung zur AD verloren, weil sich eine Tau-Pathologie nachweisen lässt (B. Hall et al., 2017). Häufig gesellen sich mit fortschreitender FTD auch Symptome der Parkinson Erkrankung hinzu. Die durchschnittliche Überlebenszeit zwischen Ausbruch der ersten Symptome und Tod liegt bei acht Jahren. Nach Diagnosestellung erfolgt insbesondere für die FTD mit Verhaltensauffälligkeiten nach durchschnittlich drei bis vier Jahren der Tod (Bang et al., 2015).

Weitere primäre Demenzformen, die sehr selten auftreten, sind die Creutzfeldt-Jakob Krankheit, verursacht durch eine fehlerhaft gefaltete Proteinsequenz auch als Prion bezeichnet, die Demenz bei Chorea Huntington und die Demenz bei Krankheit durch das humane Immundefizienz-Virus (HIV).

Demenz, nicht-kognitive Symptomatik und Lebensqualität

Häufig ist die Demenz mit einer nicht-kognitiven Symptomatik vergesellschaftet. Die nicht-kognitive Symptomatik, die in der Medizin auch als behaviorale und psychologische Symptome der Demenz (BPSD) oder neuropsychiatrische Symptomatik und in der Pflege als herausforderndes Verhalten bekannt ist (Lyketsos et al., 2011), lässt sich anhand des Neuropsychiatrischen Inventars von Cummings gut erfassen und beschreiben (J. L. Cummings, 1997). Zur Symptomatik gehören depressive Symptome, Apathie, Angst, agitiertes Verhalten oder Aggressivität, Appetitstörungen, Verlust der Inhibitionsfähigkeit, Reizbarkeit bzw. Irritabilität, motorische Unruhe, Störungen des Schlaf-Wach-Rhythmus, Euphorie, Wahn und Halluzinationen aller Modalitäten (Zhao et al., 2016). Mehr als 80% der Demenzkranken erlebt in der Krankheitsphase mindestens eines der o.g. nicht-kognitiven Symptome. Am häufigsten treten Apathie (gepoolte Prävalenz: 49%) und depressive Symptome (gepoolte Prävalenz: 42%) auf (Zhao et al., 2016). Mit dem Auftreten nicht-kognitiver Symptome bei Demenzkranken ist eine gegenüber Demenzkranken ohne diese Symptomatik weitaus größere Krankheitslast verbunden. D.h., diese Symptomatik hat

zusätzliche negative Auswirkungen auf die funktionellen Fähigkeiten, den Erkrankungsverlauf und die damit verbundenen Kosten für die Gesundheitsversorgung. Gleichzeitig steigt die Belastung für die pflegenden Personen (Gitlin et al., 2017; Lyketsos et al., 2011).

In letzter Zeit gibt es auch verstärkte Bemühungen, die Lebensqualität (engl.: „Quality of Life“, kurz: QoL) oder das Wohlbefinden bei Menschen mit Demenz in den Blick zu nehmen (Algar, Woods, & Windle, 2016). Eine vertiefende Betrachtung des Konzepts der Lebensqualität bei Menschen mit Demenz kann im Rahmen dieser Arbeit nicht erfolgen. Dennoch sei auf wichtige - und für die nachfolgend beschriebene Studie relevante - Betrachtungsweisen der Lebensqualität bei Menschen mit Demenz hingewiesen. Das Konzept der QoL beinhaltet Aspekte der körperlichen Gesundheit, des Ausmaßes an Autonomie, des psychischen Befindens, der persönlichen Überzeugungen, der sozialen Beziehungen und der Interaktion mit der Außenwelt. Mit zunehmendem Alter wird dabei insbesondere die Aufrechterhaltung des Zugangs zu Ressourcen bzw. der Teilhabe am gesellschaftlichen Leben und der Erhalt der Autonomie prominenter (Algar et al., 2016). Die Lebensqualität ist somit ein multi-dimensionales Konstrukt, welches per se schwer zu operationalisieren und demnach schwierig zu messen ist. Die Sichtweise bzw. die Bewertung des Konstrukts sollte aus der Ich-Perspektive erfolgen. Allerdings stellt die Messung der QoL bei Menschen mit Demenz aufgrund der kognitiven Beeinträchtigung in der Praxis eine große Herausforderung dar. Das liegt vor allem daran, dass eine valide subjektive Einschätzung der QoL mit zunehmender Demenzschwere unmöglich wird (Castro-Monteiro et al., 2016). Deshalb wird eine Fremdeinschätzung der QoL durch Bezugspersonen oder die Beobachtung bestimmter Verhaltensweisen, die mit QoL oder Wohlbefinden im engen Zusammenhang stehen, bei Menschen mit schwerer Demenz als zulässig erachtet (Algar et al., 2016; Bowling et al., 2015).

Trotz der erwähnten Einschränkungen, die den QoL-Messungen zugrunde liegen, lässt sich festhalten, dass die Lebensqualität bei Demenzkranken deutlich verringert ist. Gründe dafür sind neben der hervorstechenden Demenzsymptomatik das Vorliegen nicht-kognitiver Symptome (insbesondere Depression und Agitiertheit), die erlebten Einschränkungen bei den Alltagsaktivitäten, die häufig gesteigerte Anzahl an zusätzlichen somatischen Erkrankungen sowie die erlebte Einschränkung in der Ausübung sozialer Aktivitäten (Castro-Monteiro et al., 2016; Castro-Monteiro et al., 2014; Moyle & O'Dwyer, 2012). Dabei ist die QoL bei Menschen in stationärer Pflege noch einmal deutlich gegenüber Demenzkranken, die im häuslichen Umfeld leben, reduziert (Olsen et al., 2016), weil die o.g. Gründe noch prägnanter zu Tage treten (Beerens, Zwakhalen, Verbeek, Ruwaard, & Hamers, 2013). Die Auswirkung der nicht-kognitiven Symptomatik auf die Reduktion der Lebensqualität ist dabei sogar noch größer als die Auswirkung einrichtungsbezogener Einflüsse (beispielsweise der teilweise deprivierende Charakter von Pflegeeinrichtungen) auf die QoL (Samus et al., 2005). Mitunter kommt es in Studien, welche die QoL bei Menschen mit mittelschwerer und schwerer Demenz mittels Selbsteinschätzung gemessen hatten, zu dem irritierenden Ergebnis, dass die Lebensqualität bei Menschen mit leichter Demenz niedriger ist als bei

Menschen mit schwerer Demenz (dos Santos, Rocha, Fernandez, de Padua, & Reppold, 2018). Als Erklärung wird das Konzept der Anosognosie herangezogen, indem eine größere kognitive Beeinträchtigung die Fähigkeit zur Wahrnehmung der zunehmenden Einschränkungen reduziert. Diese Erklärung ist häufig die Legitimation für eine Fremdbeurteilung der Lebensqualität bei zunehmend kognitiv beeinträchtigten Menschen (Sousa, Santos, Simoes, Conde-Sala, & Dourado, 2017).

In jüngerer Vergangenheit ist die (gesundheitsbezogene) Lebensqualität von Demenzkranken auch in den Blickpunkt gesundheitsökonomischer Evaluationsstudien geraten. In diesen Studien werden Entscheidungen für oder gegen eine Intervention bzw. Therapie auf der Grundlage von Kosten-Nutzwert-Analysen durchgeführt. Dabei wird nicht das Verhältnis von interventionsbedingten Mehrkosten bezüglich der Veränderung objektiver klinischer Erfolgsmaße dargestellt, sondern die Veränderung der Lebensqualität als subjektives Präferenzmaß mit den dafür erforderlichen Interventionskosten. Die Quantifizierung der Kosten wird dabei vorzugsweise in sogenannten qualitätsbereinigten oder qualitätsadjustierten Lebensjahren (engl.: „Quality-Adjusted Life Years“, kurz QALY) vorgenommen. Im QALY-Konzept werden die Restlebenserwartung (Lebenserwartung ab Beobachtungszeitpunkt) und die damit verbundene Lebensqualität miteinander verrechnet. Die Lebensqualität wird auf einer Skala von 0 (= Tod des Individuums) und 1 (= uneingeschränkte Lebensqualität) subjektiv eingeschätzt³. Das Aggregatmaß QALY entspricht also dem Zuwachs an lebensqualitätsbereinigten verbleibenden Lebensjahren, welche dann im Verhältnis zu den dafür aufgewendeten Kosten betrachtet werden.

Es gibt unterschiedliche Methoden zur Ermittlung von QALYs. Bei Demenzkranken muss ebenfalls die o.g. Einschränkung berücksichtigt werden, dass mit zunehmender kognitiven Beeinträchtigung, eine verlässliche Beurteilung der subjektiven Lebensqualität verzerrt wird. Daher ist die Einschätzung der Lebensqualität auch per Fremdurteil möglich. Gegenwärtig eignen sich zur Berechnung von QALYs bei Demenzkranken nur wenige systematische Instrumente (wie DEMQoL-Proxy-U, EQ-5D-5L, QOL-AD-5D) (Easton, Milte, Crotty, & Ratcliffe, 2018; Li, Nguyen, Comans, & Scuffham, 2018). Das Aggregatmaß QALY ist ein eindimensionales Maß, welches weitreichende Vergleiche zulässt. In der Regel ist die Intervention bzw. Therapie aus möglichen Alternativen zu wählen, die entweder die geringsten Kosten pro Nutzwert (= ein QALY) verursacht oder die für einen fixierten Kostenbetrag mit dem höchsten Nutzwert (Anzahl an QALYs) verbunden ist⁴. Kosten-

³ Es sind theoretisch auch Zustände kleiner als Null (Lebensqualität schlechter als Tod) und größer als 1 (besser als uneingeschränkte Lebensqualität) möglich, aber praktischerweise nicht sinnvoll zu interpretieren.

⁴ Die Entscheidungsfindung ist tatsächlich nicht ganz so trivial wie beschrieben, da sowohl bei patientenbezogenen Datenerhebungen als auch entscheidungsanalytischen Modellen die Punktschätzer mit einer großen Unsicherheit errechnet werden. Die unterschiedlichen Ursachen für die Unsicherheiten können identifiziert und mittels verschiedener Sensitivitätsanalysen oder stochastischer Ansätze kalkuliert werden (Drummond, Sculpher, Claxton, Stoddart, & Torrance, 2015).

Nutzwert-Analysen finden bei Demenzkranken bisher hauptsächlich im Rahmen von Pharmakotherapien statt (Hyde et al., 2013; Pouryamout, Dams, Wasem, Dodel, & Neumann, 2012). In jüngster Zeit werden diese Analysen allerdings auch zur Bewertung psychosozialer und körperlicher Aktivitätsinterventionen vorgenommen. Ergebnisse dieser Studien werden im Kapitel 1.2 benannt.

Demenz und Pflegebedarf

Aufgrund des demographischen Wandels und der Progredienz der Demenz, insbesondere der fortschreitenden Abnahme der kognitiven Fähigkeiten, der Alltagskompetenzen und der Zunahme nicht-kognitiver Symptome, steigt die Anzahl pflegebedürftiger Menschen in der Allgemeinbevölkerung. In vielen Fällen sind es die gravierenden Veränderungen der Persönlichkeit, das Ausmaß der kognitiven Beeinträchtigungen und die Häufigkeit und Schwere nicht-kognitiver Symptome, die gepaart mit der Überlastung pflegender Angehöriger dazu führen, dass ein häusliches Versorgungsarrangement nicht aufrechtzuerhalten ist. Ein Pflegeheimübertritt ist häufig die Folge (Grau, Berth, Lauterberg, Holle, & Grassel, 2016; Toot, Swinson, Devine, Challis, & Orrell, 2017).

Bevor es in Deutschland zu einem Pflegeheimübertritt kommt, werden Menschen mit Demenz mehrheitlich zu Hause versorgt. Von den 2,9 Millionen Menschen, die aktuell in Deutschland auf Pflege angewiesen sind, werden 2,08 Millionen zu Hause versorgt. Von den zu Hause versorgten Pflegebedürftigen werden wiederum 1,38 Millionen allein durch pflegende Angehörige versorgt und betreut (Statistisches Bundesamt, 2017b). Aktuelle Zahlen zur Verteilung der Demenzkranken auf die Pflegebedürftigen gibt es in Deutschland gegenwärtig nicht. In der Infratest-Repräsentativerhebung im Rahmen der MuG III Studie aus dem Jahr 2002 wurde festgestellt, dass ca. die Hälfte aller häuslich versorgten Pflegebedürftigen eine leichte, mittelschwere oder schwere kognitive Beeinträchtigung aufwies. Davon verhielt sich etwa ein Drittel im Alltag weitgehend unauffällig (Schneekloth, 2008). Rechnet man diese Verhältniszahlen auf die aktuellen Zahlen pflegebedürftiger Menschen hoch, dann wären ca. 670.000 der zu Hause lebenden Pflegebedürftigen von einer Demenz betroffen. Das wäre ca. die Hälfte aller aktuell in Deutschland lebenden Demenzkranken.

Gegenwärtig gibt es ebenfalls keine Zahlen zur durchschnittlichen zeitlichen Belastung und Dauer der häuslichen Pflegearrangements. Zahlen aus der MuG III Studie wiesen im Jahr 2002 einen durchschnittlichen Zeitaufwand für die Hilfe und Pflege von mittelschwer bis schwer an Demenz erkrankten Pflegebedürftigen von 47 Stunden pro Woche auf. Der Zeitaufwand für Pflegebedürftige ohne Demenz lag bei durchschnittlich 27,9 Stunden (Schäufele, Köhler, Teufel, & Weyerer, 2008). Es ist auch derzeitig davon auszugehen, dass pflegende Angehörige von Menschen mit Demenz mit zunehmender Schwere der Erkrankung viel Zeit mit der informellen Pflege und Betreuung verbringen. Das bringt enorme finanzielle Belastungen (beispielsweise durch Reduktion der Arbeitszeit, Inanspruchnahme ambulanter Pflegedienstleistungen) und hohe körperliche und psychische Belastungen mit Folgen für die eigene Gesundheit (beispielsweise chronische Erkrankungen

wie Rückenschmerzen oder kardio-vaskuläre Erkrankungen, stressbedingte Erkrankungen, Depressionen) mit sich. Dennoch ist aus Sicht der sozialen Sicherungssysteme eine häusliche Versorgung Demenzerkrankter kostengünstiger als eine institutionalisierte Versorgung. Diese Sichtweise trifft, wie nachfolgend beschrieben wird, jedoch nicht zu, wird eine gesellschaftliche Perspektive auf die Kosten der Demenz gewählt.

Kosten und Krankheitslast der Demenz

Neben der hohen Belastung der pflegenden Angehörigen sind auch die Kosten verbunden mit der Demenzerkrankung sehr hoch. Mittels sogenannter Studien zu den Krankheitskosten soll die ökonomische Belastung einer spezifischen Erkrankung aus unterschiedlichen Perspektiven beziffert werden, um Entscheidungsträger bei der zukünftigen Planung und Finanzierung zu unterstützen. Die Kosten der Demenzerkrankung lassen sich als Gesamtkosten, im Sinne aller auftretenden Kosten für die Versorgung von Menschen mit Demenz, oder als Nettokosten, im Sinne aller Kosten, die allein aufgrund der Demenzerkrankung auftreten, angeben. Die weltweiten Gesamtkosten der Demenzen aus gesellschaftlicher Perspektive betragen im Jahr 2015 ca. 818 Milliarden US-Dollar und entsprachen damit 1,09% des weltweiten Bruttoinlandsproduktes (Alzheimer's Disease International, 2015; Wimo et al., 2017). Weiterhin geschätzt wird, dass die weltweiten Gesamtkosten im Jahr 2018 bereits die Schwelle von einer Billion US-Dollar überschreiten werden. Allein die G7-Staaten tragen gegenwärtig ca. 63% (ca. 509 Milliarden US-Dollar) der gesamtgesellschaftlichen Kosten der Demenzen. Von den Gesamtkosten entfallen über 80% auf direkte nicht-medizinische Kosten (z.B. Pflegekosten beispielsweise vollstationäre Pflege) (Olesen et al., 2012). Die direkten medizinischen Kosten der Demenzerkrankung machen nur 16% und die Diagnose und Behandlung (Pharmakotherapie) lediglich 1% der Gesamtkosten aus (Winblad et al., 2016). Aus diesen Zahlen lässt sich die derzeitige Ineffektivität therapeutischer Maßnahmen ableiten.

Die derzeit aktuellsten verfügbaren Zahlen zu den Krankheitskosten der Demenz in Deutschland datieren aus dem Jahr 2015. In diesem Jahr betragen die direkten Krankheitskosten ca. 15,1 Milliarden Euro mit stark ansteigender Tendenz gegenüber den Kosten der Vorjahre (Statistisches Bundesamt, 2018)⁵. Beispielsweise betragen die direkten Krankheitskosten demenzieller Erkrankungen im Jahr 2008 noch 9,5 Milliarden Euro (Statistisches Bundesamt, 2010). Die aktuellen direkten Krankheitskosten liegen somit um knapp 60% höher als 2008.

⁵ Die direkten Krankheitskosten können als Gesamtkosten demenzieller Erkrankungen verstanden werden. Laut Definition des Statistischen Bundesamtes werden die Kosten für alle präventiven, therapeutischen, rehabilitativen und pflegerischen Maßnahmen der Primärdiagnose nach ICD-10 zugeschlagen. Beim Vorliegen gleichberechtigter Primärdiagnosen werden die Kosten entsprechend der Maßnahmen geteilt. Liegen demenzielle Erkrankungen ausschließlich in der Nebendiagnose vor (Komorbidität), werden die Krankheitskosten im o.g. Sinne gar nicht erfasst.

Welt-, europa- und bundesweit lässt sich zweifelsfrei belegen, dass mit der Demenzprogression die Kosten der Erkrankung signifikant ansteigen (Quentin, Riedel-Heller, Luppá, Rudolph, & König, 2010; Schaller, Mauskopf, Kriza, Wahlster, & Kolominsky-Rabas, 2015). Insbesondere zwei sich zumeist gegenseitig ausschließende Kostenfaktoren sind für die Erhöhung der Kosten der Demenz mit zunehmender Demenzschwere verantwortlich: a) die Kosten verbunden mit der Pflege und Betreuung in Einrichtungen der Langzeitpflege und b) die Kosten verbunden mit der informellen Hilfe meist durch Angehörige bei der Pflege und Betreuung zu Hause lebender Demenzkranker (Schaller et al., 2015). Dabei sind die letztgenannten Kosten schwerer zu kalkulieren und naturgemäß nicht in den direkten Krankheitskosten von derzeit ca. 15,1 Milliarden Euro enthalten. Die Kalkulation der informellen Kosten beruht auf der Zeit die pflegende Angehörige oder andere informell Pflegende unbezahlt für die Pflege und Betreuung leisten. Diese Kosten werden hauptsächlich entweder mittels Wiederbeschaffungskosten- oder Opportunitätskosten-Ansatz bestimmt. Die Wiederbeschaffungskosten (gelegentlich auch als Substitutionskosten bezeichnet) weisen einen Geldwert für die Zeit der informellen Pflege auf der Grundlage der Kosten aus, die diesbezüglich durch professionelle Dienstleister erbracht worden wäre. I.d.R. wird hierzu eine monetäre Bewertung der geleisteten informellen Hilfen bei den basalen und/oder instrumentellen Alltagsaktivitäten („Aktivitäten des täglichen Lebens“, kurz ADL) vorgenommen. Die Opportunitätskosten sind die Kosten, die durch die pflegebedingte Nicht-Inanspruchnahme alternativer Möglichkeiten entstehen, wie Kosten durch Arbeitsausfall pflegender Angehöriger. Daran lässt sich erkennen, dass durch den Einbezug informeller Kosten und der Auswahl des jeweiligen Kalkulationsansatzes die pro Kopf Hochrechnungen der Krankheitskosten der Demenz selbst für Deutschland weit auseinander gehen können.

In einer Kostenanalyse innerhalb einer cluster-randomisierten Interventionsstudie „Initiative Demenzversorgung in der Allgemeinmedizin“ (IDA) Mitte der 2000er Jahre wurden die informellen Kosten der Demenz aus gesellschaftlicher Perspektive mittels Wiederbeschaffungskosten-Ansatz bestimmt (Schwarzkopf et al., 2011). Die durchschnittlichen Gesamtkosten der Demenzversorgung u.a. adjustiert für Alter und Geschlecht beliefen sich auf ca. 47.700 € pro Patienten. Die Kosten der informellen Pflege betragen etwas mehr als 38.000 € und machten etwa 80% der Gesamtkosten der Demenzversorgung aus. Die Kosten der Versorgung von Menschen mit mindestens mittelschwerer Demenz (MMST-Wert kleiner als 17) lagen bei ca. 63.000 €; etwas mehr als 52.000 € wurden für die informelle Pflege veranschlagt. Eine Kostenanalyse der Demenzversorgung aus gesellschaftlicher Perspektive wurde auch im Rahmen der AgeCoDe Studie (German Study on Ageing, Cognition and Dementia in Primary Care Patients) durchgeführt (Leicht et al., 2011). Die Daten für diese Studie wurden in etwa zum selben Zeitraum der Datenerhebung der IDA-Studie erhoben. Die informellen Kosten wurden mittels Wiederbeschaffungskosten-Ansatz ermittelt. Unter Verwendung eines ähnlichen Kosten-Szenarios wie in der IDA-Studie beliefen sich die durchschnittlichen Nettokosten der Demenzversorgung auf etwa 40.500 €. Die informellen Kosten von ca. 22.000 € machten allerdings lediglich etwa 53% der Nettokosten aus. Die jährlichen Nettokosten, aufgeteilt

nach Demenzschweregrad, lagen bei ca. 20.400 € für eine Person mit leichter Demenz, bei 51.600 € für mittelschwere Demenz und bei 53.200 € für schwere Demenz. Beide Studien berücksichtigten ausschließlich in der Gemeinde lebende Demenzkranke. Jedoch wurden in beiden Studien höchst unterschiedliche Kostensätze (Stückkosten) für die geleisteten informellen Hilfen bei den ADL zugrunde gelegt und einmal die Gesamtkosten gegenüber den Nettokosten dargestellt. Ebenfalls ausschließlich die Nettokosten der AD aus gesellschaftlicher Perspektive wurden in einer Querschnittsstudie an ca. 400 AD-Patienten aus der Region Marburg-Biedenkopf exploriert (Reese et al., 2011). In dieser Studie ließ sich der Zusammenhang zwischen den steigenden Nettokosten mit zunehmendem Demenzschweregrad und den steigenden Nettokosten bei zunehmender Beeinträchtigung der ADL bestätigen. Auch die sogenannte GERAS-Studie - eine Vergleichsstudie der Kosten der AD in Frankreich, Großbritannien und Deutschland auf der Grundlage von Beobachtungen in der Gemeinde lebender Menschen mit AD zog über die drei Staaten hinweg denselben Schluss (Wimo et al., 2013). Hier lagen die Gesamtkosten aus gesellschaftlicher Perspektive für Personen mit leichter Demenz (MMST zwischen 21 und 26 Punkten) bei ca. 16.000 €, für die mittelschwere Demenz (MMST zwischen 15 und 20 Punkten) bei ca. 29.000 € und für schwere Demenz (MMST unter 15 Punkten) bei ca. 45.000 € pro Jahr. Die informellen Kosten wurden je nach Höhe des Betrages entweder mittels des Wiederbeschaffungskosten- oder des Opportunitätskosten-Ansatzes bestimmt. Anders als in den o.g. Studien wurde bei den informellen Kosten die Zeit für die Beaufsichtigung demenzkranker Personen nicht berücksichtigt. Das Problem aller o.g. Studien ist, dass trotz der Berücksichtigung informeller Pflege und ggf. Betreuung, die bei informell Pflegenden mit der Pflege einhergehenden gesundheitlichen und ggf. sozialen Probleme in den Kosten nicht enthalten sind. Auch werden die Unterstützungsleistungen für „pflegende Angehörige“ durch Dritte (beispielsweise Beratungsstellen) unzureichend miteinberechnet. Daher wird konstatiert, dass die Krankheitskosten aus gesellschaftlicher Perspektive für zu Hause lebende Demenzkranke in Deutschland derzeit eher unterschätzt werden.

In einer Sekundäranalyse von Aggregatdaten einer großen gesetzlichen Krankenversicherung aus Bayern wurden die Nettokosten von 8.418 Demenzkranken aus den Jahren 2005 und 2006 aus der Perspektive der Sozialsicherungssysteme (Kranken- und Pflegekassen) abgebildet (Schwarzkopf, Menn, Leidl, Graessel, & Holle, 2013). Es sollte insbesondere der Vergleich der Nettokosten zwischen Demenzkranken vorgenommen werden, die in Einrichtungen der Langzeitpflege oder zu Hause versorgt wurden. Aufgeteilt nach den damaligen Pflegestufen eins bis drei konnte nachgewiesen werden, dass unter Berücksichtigung des Alters, Geschlechts, Komorbidität und Mortalität für institutionalisierte Demenzkranke über alle Pflegestufen hinweg signifikant höhere jährliche Nettoversorgungskosten anfielen. Diese beliefen sich auf ca. 17.000 € für die Pflegestufe 1, 22.000 € für die Pflegestufe 2 und 23.000 € für die Pflegestufe 3. Mit zunehmendem Pflegegrad glichen sich allerdings die Nettoversorgungskosten zwischen den zu Hause oder im Pflegeheim versorgten Demenzkranken an. In einer prospektiven Kohortenstudie in acht europäischen Ländern (u.a. Deutschland) wurden die Gesamtkosten des Übertritts

demenzkranker Menschen in Langzeitpflegeeinrichtungen aus gesellschaftlicher Perspektive in den Jahren 2010 bis 2012 untersucht (Wubker et al., 2015). Auch in dieser Studie konnte für alle untersuchten Länder ein Anstieg der Gesamtkosten für zu Hause lebende Menschen mit Demenz aufgrund der Demenzprogression (MMST-Werte) festgestellt werden. Betragen die jährlichen Gesamtkosten für eine Person mit leichter Demenz in Deutschland durchschnittlich ca. 27.000 €, so stiegen die Gesamtkosten auf 40.000 € bei schwerer Demenz. Keinen Unterschied gab es diesbezüglich für Menschen, die in Einrichtungen der Langzeitpflege lebten. Die Gesamtkosten für die Versorgung von Demenzkranken in Einrichtungen der Langzeitpflege lagen signifikant über den Gesamtkosten für zu Hause versorgte Demenzkranke und betragen in Deutschland durchschnittlich zwischen 61.000 und 64.000 € (Wubker et al., 2015).

Neben der monetären Belastung lassen sich die Demenzen auch in ihrer Krankheitslast messen, da sich nicht alle Effekte der Demenzerkrankung monetär messen lassen (intangible oder immaterielle Kosten). Das in der WHO etablierte Maß für die Krankheitslast ist das um die Behinderung oder Beeinträchtigung bereinigte Lebensjahr (engl.: „Disability-Adjusted Life Years“, kurz: DALY). Das DALY ist die Summe aus den durch vorzeitigen Tod verlorenen Lebensjahren (engl.: „Years of Life Lost due to premature mortality“, kurz: YLL) und den in gesundheitlicher Beeinträchtigung verbrachten Lebensjahren (engl.: „Years Lived with Disability“, kurz: YLD). In bisherigen Studien aufgezeigt und wie eingangs beschrieben, verlieren Demenzkranke etwa drei bis fünf Lebensjahre durch die Erkrankung (YLL) und weisen im Median eine Restlebenszeit nach Diagnosestellung zwischen drei bis neun Jahren auf (Winblad et al., 2016). Das DALY repräsentiert die Effekte von Erkrankungen sowohl quantitativ - als verkürzte Lebenserwartung aufgrund vorzeitigem Tod - als auch qualitativ - als Ausmaß der Zeit in Krankheit.

Das Institute of Health Metrics and Evaluation (IHME) schätzte unter Berücksichtigung von Gewichtungsfaktoren auf der Grundlage der Demenzschwere für das Jahr 2010, dass die Demenz zu insgesamt 10 Millionen DALYs beitrug (Alzheimer's Disease International, 2015). Das entsprach 1,7% aller DALYs des Jahres 2010. Damit rangierten die Demenzerkrankungen auf der Liste der zehn Erkrankungen mit der höchsten Krankheitslast von Personen über 60 Jahre auf Rang 9 (Alzheimer's Disease International, 2015). Die Liste wurde 2010 angeführt von den ischämischen Herzerkrankungen mit 77 Millionen DALYs (13,5% aller DALYs) und den Schlaganfällen mit 66,4 Millionen DALYs (11,6% aller DALYs) (Alzheimer's Disease International, 2015). Auf der Grundlage von Gewichtungsfaktoren für die Demenzschwere der WHO wurden für das Jahr 2012 weltweit bereits 18 Millionen DALYs für die Krankheitslast demenzieller Erkrankungen kalkuliert (Winblad et al., 2016). Bei europäischen Frauen über 70 Jahren machen die Demenzen 6% aller DALYs aus. Bewertet man jeden DALY der Demenzerkrankung mit dem Bruttoinlandsprodukt einer betroffenen Person, um den intangiblen Kosten einen monetären Wert zuzuweisen, dann ergeben sich daraus 550 Milliarden US-Dollar weltweit. Das Gros der intangiblen Kosten tragen mit insgesamt 503 Milliarden US-Dollar die Länder mit hohem Einkommen (Winblad et al., 2016).

Demenz, Demenzprogression und Risiko- bzw. Schutzfaktoren

All die genannten Merkmale der Demenz inklusive der Versorgung von an Demenz erkrankten Personen tragen im hohen Maß zu Ängsten und Verunsicherungen in der Bevölkerung bzgl. der Erkrankung bei (Kessler, Bowen, Baer, Froelich, & Wahl, 2012). Das bisher „düstere“ und in der Vorschau wenig ermutigende Bild der Demenzen lässt sich etwas erhellen, schaut man auf die Faktoren, die das Potential besitzen, das Demenzrisiko zu modifizieren. Unter den Risikofaktoren finden sich nicht beeinflussbare aber auch beeinflussbare Faktoren, die einen präventiven Ansatz bieten können.

Zu den nicht-modifizierbaren Risikofaktoren zählen das chronologische Alter und genetische Merkmale. So gibt es eine familiäre Häufung von Demenzerkrankungen insbesondere für Verwandtschaften ersten Grades. D.h. die Wahrscheinlichkeit einer Demenzerkrankung ist gegenüber der Allgemeinbevölkerung überdurchschnittlich erhöht, wenn die eigenen Eltern an einer Demenzerkrankung litten (Jayadev et al., 2008). Der wichtigste genetische Risikofaktor für das Auftreten einer AD und VD im höheren Alter ist das Vorliegen einer Variante des Apolipoprotein E (APOE) auf dem $\epsilon 4$ -Allel. Treten mehrere Mutationen des APOE $\epsilon 4$ gleichzeitig auf, vervielfacht sich das Risiko einer Demenz (Karaca, Wagner, & Ramirez, 2017). Daneben wurden bisher drei autosomal-dominante Genmutationen identifiziert (Präsenilin 1, Präsenilin 2 und Amyloid-Vorläuferprotein), welche insbesondere in jüngeren Jahren eine AD auslösen können (Winblad et al., 2016). Diese Varianten sind aber eher selten (Santos et al., 2017). Die weltweit größte Datenbank „AlzGene“ zu Studien genetischer Risiken und Biomarkern bietet einen detaillierten Überblick über alle Forschungsbemühungen in dieser Richtung (Alzforum, 2017).

Zu den kardio-vaskulären Risikofaktoren für die AD und VD zählen das Vorliegen eines Bluthochdrucks im mittleren Lebensalter (40-60 Jahre), einer Hypercholesterinämie bzw. eines hohen Cholesterinspiegels und eines Diabetes mellitus Typ2 (Deckers et al., 2015; Imtiaz, Tolppanen, Kivipelto, & Soininen, 2014; Mittal & Katare, 2016; Santos et al., 2017).

Viele Risikofaktoren für kardio-vaskuläre Erkrankungen erhöhen das Demenzrisiko. Insbesondere die Lebensstilfaktoren wie hoher BMI bzw. Adipositas im mittleren Lebensalter (40-60 Jahre), fett- (gesättigte Fettsäuren) und (einfach-)zuckerreiche Ernährungsgewohnheiten (auch bekannt als die „westliche Diät“), körperliche Inaktivität bzw. ein sitzender Lebensstil und das Rauchen (Deckers et al., 2015; Imtiaz et al., 2014; Santos et al., 2017). Ebenfalls besteht Konsens, dass Depression und geringe Bildung bzw. geringe kognitive und soziale Aktivitäten das Demenzrisiko erhöhen (Deckers et al., 2015; Imtiaz et al., 2014). Die bisher identifizierten Risikofaktoren wirken i.d.R. nicht singulär, sondern interagieren miteinander und bestimmen dadurch das Risiko des Auftretens demenzspezifischer Symptomatik. Das gilt vor allem für die Lebensstilfaktoren, die sowohl in Interaktion mit den genetischen als auch den kardio-vaskulären Risiken die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Demenz-Symptomatik stark modifizieren (Lista, Dubois, & Hampel, 2015; Solomon et al., 2014).

Da es bisher keinerlei Interventionsmöglichkeiten bzgl. der zeitlich weit vor dem Auftreten der Demenz-Symptomatik liegenden pathologischen Veränderungen des Gehirns gibt, gilt es, das Auftreten der Symptome der Demenz zu verzögern oder zu verhindern. Hier wird vor allem das Konzept der Größe der kognitiven Reservekapazität ins Spiel gebracht. Eine hohe kognitive Reservekapazität kann selbst beim Vorliegen des APOE ϵ 4 das Auftreten der Demenz-Symptomatik hinauszögern, wenn nicht gar verhindern (Sindi, Mangialasche, & Kivipelto, 2015). Damit wird die Primärprävention der Demenz zu einer lebenslangen Aufgabe (Barnett, Hachinski, & Blackwell, 2013). Aus den lebensstilbezogenen Risikofaktoren haben sich in der Vergangenheit diverse teilweise sehr komplexe Interventionsstrategien zur Prävention von Demenzen entwickelt. Zu diesen Strategien zählen auszeichnende und ausgewogene körperliche Aktivität, diätetische Maßnahmen („Mediterrane Diät“) und Teilnahme an sozialen und fordernden kognitiven Aktivitäten. In aktuellen Übersichtsarbeiten zu Präventionsmaßnahmen trägt vor allem die Kombination der Strategien zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit der Ausprägung des Demenz-Syndroms bei (Lista et al., 2015; Solomon et al., 2014; X. Zhu, Yin, Lang, He, & Li, 2016). Aus dem Kanon der multi-modalen Interventionsstudien seien drei große gegenwärtig laufende randomisiert kontrollierte Studien aus dem europäischen Raum genannt: die finnische geriatrische Interventionsstudie zur Prävention kognitiver Beeinträchtigung und Behinderung (Akronym: FINGER) (Kivipelto et al., 2013), die holländische Demenz-Präventionsstudie durch intensive Behandlung kardio-vasculärer Risikofaktoren der Demenz (Akronym: PreDIVA) (Richard et al., 2009) und die französische Studie eines multi-modalen Ansatzes zur Prävention der Alzheimer Demenz (Akronym: MAPT) (Vellas et al., 2014). Erste Ergebnisse multi-modaler Interventionen sind sehr ermutigend (Ngandu et al., 2015).

In einer Hochrechnung zur weltweiten Primärprävention der AD auf der Grundlage von sieben auf die Bevölkerungsgröße zugeschnittenen modifizierbaren Risiken konnte - unter Bereinigung der Interaktion zwischen den Risikofaktoren - gezeigt werden, dass 28,2% der AD-Fälle auf diese Risikofaktoren zurückzuführen sind (S. Norton, Matthews, Barnes, Yaffe, & Brayne, 2014). Zu den modifizierbaren Risiken in der Studie zählten Diabetes mellitus, Bluthochdruck und Adipositas im mittleren Lebensalter, körperliche Inaktivität, Depression, Rauchen und geringe Bildung. Unter Berücksichtigung der Interaktionen zwischen diesen modifizierbaren Risikofaktoren entstehen weltweit 9,6 Millionen Alzheimer Demenzfälle allein aufgrund der o.g. Risiken⁶. Gelänge es jeden dieser sieben Risikofaktoren von jetzt an um 10% pro Dekade zu verringern, reduzierte sich weltweit im Jahr 2050 die Anzahl an Alzheimer Demenzfälle um 8,8 Millionen (S. Norton et al., 2014). In einer Replikationsstudie aus Deutschland unter Verwendung derselben sieben modifizierbaren Risikofaktoren und derselben Methodik ließen sich 30,5% (95%CI: 13,9% bis 45,4%) der Demenzfälle auf diese Risiken zurückführen (Luck & Riedel-Heller, 2016). Das bedeutet, dass sich in Deutschland

⁶ Die auf die Risikofaktoren zurückzuführenden Alzheimer Demenzfälle beziehen sich auf die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Artikels weltweit geschätzten 33,9 Millionen Alzheimer Demenzfälle.

gegenwärtig möglicherweise 305.000 AD-Fälle (95%CI: 139.000 bis 454.000) verhindern ließen.

Gegenwärtig mehren sich die Erkenntnisse, dass die Inzidenz und Prävalenz demenzieller Erkrankungen und kognitiver Beeinträchtigungen insbesondere in Westeuropa und Nordamerika rückläufig ist (Qiu & Fratiglioni, 2018; Wu et al., 2017). Neben dem Wissen um und die aktive Beeinflussung der modifizierbaren Risikofaktoren soll ein besserer Zugang zu Gesundheitsleistungen und der Ausbau der sozialen Sicherungssysteme dazu geführt haben, dass ein möglicher Beginn der Erkrankungen hinausgezögert wird. Doch neben den primärpräventiven Bemühungen anhand von Lebensstilfaktoren das Entstehen einer Demenz zu verhindern oder hinauszuzögern, gibt es auch ein großes Interesse an der Erforschung des Zusammenhangs der Ausprägung der Lebensstilfaktoren bei einer bestehenden Demenzerkrankung. Der Großteil der Demenzkranken erlebt während der Demenzprogression neben der Abnahme der kognitiven Fähigkeiten auch eine Zunahme der nicht-kognitiven Symptomatik, eine Verschlechterung der funktionellen Fähigkeiten und der Lebensqualität. Auch wenn das Mortalitätsrisiko bei Demenzkranken insgesamt steigt, überleben mehr als 50% die ersten fünf Jahre nach einer Diagnose (Green & Zhang, 2016). Das bedeutet, wie im Abschnitt Kosten der Demenz dargestellt, einen enormen Anstieg der Kosten der Demenz. Gerade aus gesundheitsökonomischer und -politischer Sicht und zur Minimierung der Belastung pflegender Angehöriger sollte es das Ziel bei Demenzkranken sein, die Zeit, die Betroffene innerhalb des schweren Demenzstadiums verbringen, zu reduzieren.

Mittlerweile gibt es viele modellbasierte ökonomische Evaluationen (z.B. Markov-Modelle, Überlebenszeitanalysen, Eventsimulationen und andere regressions-basierte Modelle) zur Vorhersage der Demenzprogression respektive der zeitlichen Übergänge zwischen den Demenzstadien (Green, Shearer, Ritchie, & Zajicek, 2011). Diese Modelle sollen nicht nur Aussagen zur Demenzprogression, sondern auch über die damit verbundenen Kosten und die möglichen Wirkungen von Interventionen bieten. Zugegebenermaßen können stochastische Modelle die Komplexität von Erkrankungen nur unzureichend genau wiedergeben, dennoch liefern sie neben Langzeitbeobachtungsstudien, die aufwändig und sehr teuer sind, gute Vorhersagen über zukünftige Veränderungen und deren Übergangswahrscheinlichkeiten. Das Gros dieser Modelle basiert auf pharmako-ökonomischen Studien oder sind Hochrechnungen prospektiver Kohortenstudien.

Als Essenz aus diesen Studien ist bekannt, dass die Demenzprogression - entweder gemessen am Verlauf der MMST-Werte über die Zeit oder der Zeit in den einzelnen Demenzschweregraden - nicht linear verläuft, sondern einer quadratischen Funktion folgt. So wird übereinstimmend eine Beschleunigung der jährlichen Veränderungsrate berichtet (Tschanz et al., 2011; Vellas et al., 2012). Es lassen sich grob drei verschiedene Progressionstypen voneinander unterscheiden bzw. interindividuell verschiedene Typen von Trajektorien beschreiben: der zeitlich stabile Typ mit einer langsamen Beschleunigung erst nach mehreren Jahren nach Diagnosestellung, der langsame Progressionstyp mit einer

zunehmenden Beschleunigung im Verlauf der Erkrankung und der schnelle Progressionstyp mit einer abnehmenden Beschleunigung im Erkrankungsverlauf (Baker et al., 2017; Leoutsakos et al., 2015). Die meisten Demenzkranken scheinen den ersten beiden Progressionstypen anzugehören, obwohl die Bestimmung der Verlaufsformen ganz entscheidend vom Zeitpunkt der Diagnose abhängt (Winblad et al., 2016). Aus diesem Grund ist das Berichten jährlicher Progressionsraten der Demenz wenig sinnvoll. Stattdessen sollte gerade mit Blick auf mögliche Interventionen die Zeit innerhalb der Demenzschweregrade betrachtet werden. Abhängig von der Demenzform überleben Demenzkranke nach Diagnosestellung im Mittel zwischen drei bis neun Jahren. Dabei wird das erste bis zweite Jahr im leichten Demenzstadium, das zweite bis maximal fünfte Jahr im mittelschweren Demenzstadium und ab dem fünften Jahr im schweren Demenzstadium verbracht (Winblad et al., 2016). Allerdings erreichen über 50% der demenzkranken Frauen das schwere Demenzstadium innerhalb von drei Jahren; dort können sie zudem länger überleben als Männer. Demenzkranke mit rapiden Veränderungsrate durchlaufen die einzelnen Demenzschweregrade wesentlich schneller als Demenzkranke mit langsamer Progression (Thalhauser & Komarova, 2012).

Die Identifikation schwerer Demenzverläufe kann durch die Ermittlung der kleinsten klinisch bedeutsamen Veränderungen innerhalb etablierter kognitiver Testungen erfolgen. Bezogen auf den MMST wird eine jährliche Veränderung von mehr als drei Punkten (C. M. Clark, Sheppard, & Fillenbaum, 1999) oder mindestens zwei bis vier Punkte nach 1,5 Jahre als klinisch bedeutsame Veränderung angesehen (Hensel, Angermeyer, & Riedel-Heller, 2007). Zusätzlich gibt es gegenwärtig Bestrebungen die Einschränkungen in den unterschiedlichen kognitiven Domänen oder Fähigkeitsbereichen mit den Punktwerten kognitiver Testungen zu verbinden, um detaillierte (ggf. auch individualisierte) Verläufe zu beschreiben und Behandlungsoptionen zu planen (Henneges, Reed, Chen, Dell'Agnello, & Lebec, 2016). Neben dem Einstiegsalter (Alter bei Diagnose) und dem Geschlecht hat die Ausprägung nicht-kognitiver Symptome einen entscheidenden Einfluss auf die Demenzprogression bei AD (Rabins et al., 2013; Tschanz et al., 2011).

Interventionen bei bestehender Demenzerkrankung

Gegenwärtig ist eine Heilung der primären Demenzen nicht möglich. Alle bisherigen Versuche die Pathologien der Demenzen aufzuhalten, geschweige denn umzukehren, sind gescheitert. Daher setzen Interventionen an den Symptomen der einzelnen Demenzformen an. Es wird insbesondere versucht, die kognitive und funktionelle Symptomatik zu stabilisieren, respektive deren Progression zu lindern. Der bisher stark überwiegende Teil an Interventionen besteht aus pharmakologischen Therapien. Erst in jüngerer Vergangenheit werden auch nicht-pharmakologische Interventionen angeboten, um primär die mit der Demenz einhergehenden Veränderungen in der nicht-kognitiven Symptomatik und der Lebensqualität zu adressieren. Diese Interventionen sind auch mit geringeren Nebenwirkungen hinsichtlich der Linderung der nicht-kognitiven Symptomatik verbunden.

In Deutschland sind für die Behandlung der AD Acetylcholinesterase-Hemmer bei leichter bis schwerer Demenz und Memantine bei mittelschwerer bis schwerer Demenz zugelassen. Grundlage für die Zulassungen in Deutschland waren laut S3-Leitlinie Demenz Kosten-Nutzen-Bewertungen auf der Grundlage von Meta-Analysen durchgeführt vom Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) (DGPPN & DGN, 2016). Es ließ sich nachweisen, dass Acetylcholinesterase-Hemmer bei allen Demenzschweregraden eine Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten (gemessen mittels globaler Kognitionstests) in den ersten sechs Monaten nach Beginn der Therapie bewirken. Danach lässt die Wirksamkeit nach, sodass nach etwa zwölf Monaten nach Therapiebeginn die erkrankten Personen wieder auf dem Ausgangsniveau stehen (G. Perera, Khondoker, Broadbent, Breen, & Stewart, 2014). Demzufolge kann durch eine medikamentöse Behandlung die kognitive Symptomatik der Demenz für etwa ein Jahr stabilisiert werden. Danach lassen sich keine weiteren Effekte zeigen (Bond et al., 2012). Eine vergleichbare Wirkung ließe sich auch für die gemischten Demenzen nachweisen, da eine der gemischten Demenzformen zumeist die AD ist. Gleiches gilt auch für den Acetylcholinesterase-Hemmer Rivastigmin bei PD. Für alle anderen Demenzformen gibt es aufgrund der unterschiedlichen Ätiologie derzeit keine medikamentösen Behandlungen (DGPPN & DGN, 2016).

Interessanterweise konnten die medikamentösen Interventionen in den bisherigen klassischen klinischen Studien als nicht kosten-effektiv oder kostensparend eingestuft werden (Bond et al., 2012). Aufgrund der Limitationen der Studiendesigns, die zumeist nur kurze Interventionszeiträume berücksichtigten, wurden - Großteils gesponsert von Pharma-Unternehmen - o.g. Simulationsstudien oder modellbasierte ökonomische Evaluationen (Sekundäranalysen) durchgeführt (Green et al., 2011), die dann wiederum eine Kosteneffektivität der pharmakologischen Therapien bei Demenzerkrankten nachwiesen (Bond et al., 2012; Winblad et al., 2016). So ließen sich in diesen Analysen auf das Jahr gerechnet zusätzliche Tage in leichteren Demenzstadien gewinnen oder bezogen auf einen festen Zeitraum die Übergangsraten zwischen den Demenzstadien leicht reduzieren (Green et al., 2011). Außerdem wurde auf Grundlage dieser Modelle vorhergesagt, dass bezogen auf die Restlebenserwartung bei AD eine Institutionalisierung um 1,5 bis zwei Monate hinausgezögert werden könne (Bond et al., 2012).

Gleichwohl können die Effekte der pharmakologischen Therapien als unbefriedigend bezeichnet werden. Dennoch wird der Anteil der Kosten pharmakologischer Therapien innerhalb des Sektors direkter medizinischer Kosten zur Behandlung der Demenz aus Krankenkassenperspektive jährlich größer und treibt auch die Gesamtkosten der medizinischen Versorgung in die Höhe (Winblad et al., 2016)⁷. Aus diesem

⁷ Diese Aussage muss vor dem Hintergrund betrachtet werden, dass sich die direkten medizinischen Kosten im Vergleich zu den pflegerischen und informellen Kosten aus gesellschaftlicher Perspektive recht gering ausnehmen. Wer die gesellschaftlichen Kosten letztlich trägt, ist unklar und führt häufig dazu, dass Kosteneffektivitätsbewertungen für klinische Leitlinien aus der Perspektive des Gesundheitssystems erfolgen.

interventionsbedingten Dilemma könnte ein ethisches Dilemma erwachsen. Hierzu sollen ein paar Beispiele dienen, die den vollen Umfang zukünftiger Entscheidungsfindungen erahnen lassen: Bisher sind alle Versuche gescheitert, Medikamente zu entwickeln, die auf die β -Amyloid Plaques und phosphoryliertes Tau abzielen. Die Entwicklung und Erprobung dieser Medikamente sind mit sehr hohen Kosten verbunden und könnten - folgt man diesem Trend - auf Limits der Budgets der Finanzierungs- und Kostenträger stoßen. Eine Beschränkung auf die frühzeitige Diagnose mittels Biomarker und daraufhin eingeleitete Therapien im Prodromalstadium der Demenz und leichter Demenz mit der Hoffnung auf mildere Demenzverläufe bzw. ein Versterben der Demenzkranken vor Erreichen schwerer Demenzstadien könnte zur Folge haben, dass Therapien in den fortgeschrittenen Stadien aufgrund der eingeschränkten oder aufgehobenen Wirksamkeit sukzessive zurückgefahren werden. Der Fokus auf die kognitive Symptomatik der Demenzen verschließt den Blick auf die wirklich kostenintensiven Symptome wie nicht-kognitive Symptomatik, Verlust der ADL und Lebensqualität der Erkrankten und deren Angehörige.

Deshalb sollten auch nicht-pharmakologische Interventionen zur Anwendung kommen, die kurz- und mittelfristig wirksam sein können und nicht nur die Auswirkungen auf die kognitiven Fähigkeiten adressieren, sondern auch die Funktionalität im Alltag (ADL), die Lebensqualität und die nicht-kognitive Symptomatik in den Blick nehmen. Zu diesen Interventionen gehören kognitive Interventionen (wie kognitives Training, Reminiszenz-Verfahren, Realitätsorientierung), Ergotherapie, künstlerische Therapien, sensorische Stimulationen und körperliche Aktivitäten. Ebenfalls sollten Interventionen etabliert werden, die entweder auf die informell Pflegenden (zumeist pflegenden Angehörigen) zugeschnitten sind oder in denen sie gemeinsam mit dem Demenzkranken teilnehmen. Letztlich sollte der Demenzkranke selbst, in alle Entscheidungen, die seine Autonomie und Behandlung betreffen, einbezogen werden. Das Darlegen der Evidenz „psycho-sozialer“ Interventionen würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, jedoch kann konstatiert werden, dass derzeit die Evidenzlage weitaus geringer ist als für die pharmakologischen Therapien. Das gilt auch für die Kosteneffektivität dieser Interventionen (Clarkson et al., 2017). Insgesamt braucht es ggf. neue Denkansätze und Methoden, um der Demenzerkrankung und den damit einhergehenden Einschränkungen in allen Lebensbereichen beizukommen.

1.2 Körperliche Aktivität, körperliche Funktionalität und Demenz

In dieser Arbeit ist bereits darauf hingewiesen worden, dass körperliche Aktivität im Zusammenspiel mit anderen auf den Lebensstil bezogenen Interventionen wirksam die Entstehung einer Demenz vorbeugen kann. Das gleiche Potential scheint auch die ausschließliche Intervention bzw. Ausübung von körperlicher Aktivität zu besitzen. Groß angelegte epidemiologische Studien bei älteren Menschen konnten zeigen, dass das Ausmaß der täglichen körperlichen Aktivität mit einer Reduktion des Risikos einer Demenz und kognitiven Beeinträchtigungen verbunden ist (Abbott et al., 2004; Buchman et al., 2012; Prohaska et al., 2009; Tomata et al., 2017; Willey et al., 2016). Eine Reihe aktueller systematischer Übersichtsarbeiten und Metaanalysen experimenteller Studien belegen, dass körperliche Aktivität und körperliches Training die kognitiven Funktionen bei älteren Menschen erhalten bzw. der Verschlechterung kognitiver Funktionen und damit einer Demenz vorbeugen können (Blondell, Hammersley-Mather, & Veerman, 2014; Gajewski & Falkenstein, 2016; Northey, Cherbuin, Pumpa, Smee, & Rattray, 2017; Sofi et al., 2011). Andere Übersichtsarbeiten beschreiben diesen Zusammenhang als derzeit unzureichend exploriert (Minnesota Evidence-based Practice Center, 2017). Unstrittig scheint, dass es eine Dosis-Wirkungsbeziehung bzgl. der Effekte der körperlichen Aktivität auf die Kognition gibt. D.h., das Ausmaß an Aktivität (Dauer und Frequenz), die Intensität der Bewegungen oder Übungen und das auf die Lebenszeit bezogene rechtzeitige Beginnen mit und Aufrechterhalten der körperlichen Aktivität zeigt die benannten Effekte (Saez de Asteasu, Martinez-Velilla, Zambom-Ferraresi, Casas-Herrero, & Izquierdo, 2017; Stephen, Hongisto, Solomon, & Lonroos, 2017). Wenn sich demnach die körperliche Leistungsfähigkeit (i.d.R. ausgedrückt durch die maximale Sauerstoffaufnahmekapazität) durch einen hohen Energieverbrauch, ausgelöst durch die körperliche Aktivität, steigert, dann wirkt sich das positiv auf die kognitive Funktionsfähigkeit aus (Scherder et al., 2007). Insbesondere das mit dem Alter einhergehende zunehmende Ausmaß an körperlicher Inaktivität ist mit der Verschlechterung kognitiver Funktionen verbunden (Falck, Davis, & Liu-Ambrose, 2017).

Wirkungen körperlicher Aktivität auf das Gehirn und die Kognition

Aktuelle Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen weisen auf einen Zusammenhang zwischen der körperlichen Leistungsfähigkeit (vor allem der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit) und der Dichte des neuronalen Netzwerkes hin (z.B. größeres Volumen des Marklagers bzw. geringeres Ausmaß an Verletzungen des Marklagers) (Oberlin et al., 2016; Sexton et al., 2016). Die möglichen Wirkmechanismen - soweit man sie derzeit versteht - sind vielfältig. Körperlicher Aktivität wurde lange Zeit eine indirekt auf das Gehirn einwirkende Rolle zugeschrieben, weil Risikofaktoren für die Entwicklung kognitiver Beeinträchtigungen wie Adipositas, Diabetes mellitus, kardiovaskuläre Erkrankungen und Krebs reduziert werden (Macpherson, Teo, Schneider, & Smith, 2017). Doch neuere Übersichtsarbeiten weisen auch einen direkten Einfluss der körperlichen Aktivität nach, z.B. eine Erhöhung des Blutflusses zum und innerhalb des Gehirns (Gallaway et al., 2017). Dieser Vorgang erhöht die Versorgung des Gehirns mit wichtigen energetischen Substraten und Sauerstoff. Außerdem

werden der Blutdruck und die Stabilität der Blutgefäße innerhalb des Gehirns beeinflusst und niedrigschwellige chronische Entzündungen sowie oxidativer Stress gehemmt (Cheng, 2016; Lucas, Cotter, Brassard, & Bailey, 2015). Die benannten Mechanismen sind protektive Faktoren der VD. Weiterhin bewirkt die körperliche Aktivität eine Reduktion der Zytokine (z.B. Tumor-Nekrose-Faktor α (TNF- α) und Interleukin-6 (IL-6)), welche die Entzündungen fördern und in Verbindung mit AD gebracht werden (Jensen, Hasselbalch, Waldemar, & Simonsen, 2015). Zusätzlich ist die körperliche Aktivität mit der Neurogenese verbunden. Es werden vermehrt Wachstumsfaktoren (z.B. Brain-derived neurotrophe Faktoren (BDNF), der insulin-ähnliche Wachstumsfaktor 1 (IGF-1) und der vaskuläre endotheliale Wachstumsfaktor (VEGF)) ausgeschüttet (de Assis & de Almondes, 2017; P. P. Foster, Rosenblatt, & Kuljis, 2011). Dadurch werden die bestehenden Neuronen geschützt, neue Neuronen gebildet und die Bildung von Blutgefäßen (Angiogenese) angeregt (P. P. Foster, 2015; Voss, Nagamatsu, Liu-Ambrose, & Kramer, 2011).

Die Plastizität des Gehirns (u.a. durch die Entstehung synaptischer Verschaltungen = Synaptogenese) ist bis ins hohe Alter gegeben (Erickson, Gildengers, & Butters, 2013) und wird durch die körperliche Aktivität auch bei Menschen mit Demenz stimuliert (Paillard, Rolland, & de Souto Barreto, 2015). Systematische Übersichtsarbeiten weisen darauf hin, dass sich die typischen pathologischen Marker der AD wie β -Amyloid-Plaques und phosphoryliertes Tau durch die körperliche Aktivität verringern lassen (Okonkwo et al., 2014; Phillips, Akif Baktir, Das, Lin, & Salehi, 2015). Als möglicher Regulierungsmechanismus bzgl. der β -Amyloid-Plaques wird die Beeinflussung des Cholesterinspiegels und des Verhältnisses der Lipoproteine mit hoher Dichte (HDL) zum Gesamtcholesterin angesehen (P. P. Foster et al., 2011). Die Tau-Ablagerungen könnten durch die Ausschüttung von Enzymen wie der Glykogensynthase-Kinase-3 reduziert werden (Phillips et al., 2015). Mittels bildgebender Verfahren lässt sich nachweisen, dass durch körperliche Aktivität insbesondere die mit einer Demenz assoziierten Atrophien in bestimmten Bereichen des Gehirns (beispielsweise im Präfrontalen Cortex, Hypocampus oder Marklager) gerade auch bei Risikopersonen für AD verhindert werden (Erickson, Weinstein, & Lopez, 2012; J. C. Smith et al., 2014; Tian et al., 2015; Vivar, Potter, & van Praag, 2013). Auch die Höhe der Gehaktivitäten in Minuten pro Woche hat einen protektiven Einfluss auf die strukturellen Hirnveränderungen insbesondere im Hippocampus (Best et al., 2017).

Die benannten Wirkmechanismen der körperlichen Aktivität auf das Gehirn (Neuro-, Synapto-, und Angiogenese und Reduktion der vaskulären Risikofaktoren) und auf die damit verbundenen kognitiven Fähigkeiten sollten sich prinzipiell auch bei Menschen mit einer Demenz nachweisen lassen. In einer aktuellen Meta-Analyse randomisierter kontrollierter Studien (RCT) konnte nachgewiesen werden, dass körperliche Aktivität bei AD und anderen Demenzformen einen positiven Effekt auf die kognitiven Fähigkeiten besitzt (Groot et al., 2016). Eine epidemiologische Studie zum Gehverhalten bei AD konnte zeigen, dass das wöchentliche Gehen von mindestens einer Stunde mit moderater Intensität die kognitiven Fähigkeiten über ein Jahr stabilisierte (Winchester et al., 2013). Diese Erkenntnisse waren in Übereinstimmung mit früheren systematischen Übersichtsarbeiten (Farina, Rusted, & Tabet,

2014; P. Heyn, Abreu, & Ottenbacher, 2004; Strohle et al., 2015) und aktuelleren RCTs mit funktioneller Bildgebung (Hsu, Best, et al., 2017). Andere Übersichtsarbeiten mit Meta-Analysen fanden dagegen keinen Effekt der körperlichen Aktivität auf die Kognition bei Demenzkranken (Forbes, Forbes, Blake, Thiessen, & Forbes, 2015; Lamb et al., 2018; Littbrand, Stenvall, & Rosendahl, 2011; Ohman, Savikko, Strandberg, & Pitkala, 2014).

Das Wechselspiel zwischen körperlicher Aktivität und Leistungsfähigkeit

Bei Menschen mit Demenz wurden neben den kognitiven Fähigkeiten weitere Outcomes im Zusammenhang mit der körperlichen Aktivität in klinischen Studien getestet: die funktionellen Fähigkeiten, die motorischen Fähigkeiten, die körperliche Leistungsfähigkeit und die damit in Beziehung stehenden Aktivitäten des täglichen Lebens. Das Verständnis des komplexen Wechselspiels zwischen der körperlichen Aktivität und den basalen Alltagsaktivitäten ist gerade bei Menschen mit Demenz besonders wichtig, da die Demenz die Ausübung alltäglicher Aktivitäten beeinträchtigt. In vielen Studien besteht allerdings Unklarheit darüber, dass die Begriffe körperliche Funktionalität, körperliche Leistungsfähigkeit und körperliche Aktivität keine Synonyme sind. Da für die hier vorliegende Arbeit die Kenntnis des Unterschiedes und der Beziehung der körperlichen Aktivität zu den funktionellen Fähigkeiten essentiell sind, werden nachfolgend die entsprechenden Begrifflichkeiten kurz erläutert.

Tabelle 1 stellt im Überblick die Definitionen und die Operationalisierungen der körperlichen Aktivität, Leistungsfähigkeit und Funktionalität dar. Aus der Tabelle ist abzulesen, dass diese Begriffe in einem bestimmten Zusammenhang stehen. Es wird offensichtlich, dass das körperliche Training eine Teilmenge der körperlichen Aktivität ist und die körperliche Funktionalität auf der körperlichen Leistungsfähigkeit basiert. Die Verbindung zwischen körperlicher Aktivität und körperlicher Leistungsfähigkeit wird über das Belastungs-Beanspruchungs-Modell hergestellt. Kurzgesagt, soll im Wechselspiel aus Belastung und Beanspruchung langfristig eine Adaption der physiologischen, metabolischen und motorischen Parameter erfolgen.

Dabei ist die Belastung selbst ein objektives Maß (beispielsweise der Fünf-Kilometer-Lauf oder das Heben einer 50 Kilogramm Langhantel), das Ausmaß der Beanspruchung dagegen individuell stark verschieden und zudem abhängig u.a. vom Alter, Geschlecht, dem zirkadianen Rhythmus, der Leistungsbereitschaft und dem psychischen und physischen Wohlbefinden. Da diese Beziehung nicht eindimensional ist, hat auch die Beanspruchung (körperliche Leistungsfähigkeit) einen Einfluss auf die Belastung (körperliche Aktivität). Sinkt die körperliche Leistungsfähigkeit, sinkt auch das Ausmaß bzw. die maximale Intensität der körperlichen Aktivität.

Tabelle 1: Kernbegriffe und Definitionen

Begriff	Definition	Operationalisierung ...
Körperliche Aktivität ...	... ist definiert als jede durch die Skelettmuskulatur ausgelöste Körperbewegung, die mit einer Erhöhung des Energieumsatzes verbunden ist (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985).	... erfolgt über die objektiven Belastungsreize (wie Umfang, Dauer, Frequenz, Intensität) in Form objektiver Messungen (beispielsweise mit Beschleunigungssensoren) oder als Selbsteinschätzung per Fragebogen oder Tagebuch.
Körperliches Training ...	... ist jede geplante, strukturierte [und in ihrer Belastung angepasste] körperliche Aktivität mit dem Ziel, die körperliche Leistungsfähigkeit zu verbessern/ [zu erhalten] (Garber et al., 2011).	
Körperliche Leistungsfähigkeit ...	... die Fähigkeit des Menschen eine bestimmte Aufgabe in der höchsten erreichbaren Belastungsstufe zu erfüllen (Hollmann & Strüder, 2009)	... über die Erfassung der motorischen Fähigkeiten (z.B. Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit, Gleichgewicht) oder das Ausmaß der kardiorespiratorischen und/oder muskuloskelettalen Beanspruchung.
Körperliche Funktionalität ...	... ist die Fähigkeit eines Menschen, die Anforderungen des täglichen Lebens zu bewältigen.	... erfolgt entweder objektiv über Funktionstests (wie Gehgeschwindigkeit, Sitz-Steh-Test oder Timed-Up and Go (TUG)) oder via Einschätzungsskalen zum Ausmaß der Beeinträchtigung der Aktivitäten des täglichen Lebens (via ADL-Skalen wie dem Barthel-Index).

Das Zusammenspiel zwischen körperlicher Leistungsfähigkeit und körperlicher Aktivität soll an einem Beispiel unter Zuhilfenahme der Abbildung 1 verdeutlicht werden. Das Maß für die körperliche (aerobe) Leistungsfähigkeit ist die relative maximale Sauerstoffaufnahmekapazität (VO_2max).⁸ VO_2max wird in Millilitern pro Minute pro Kilogramm Körpergewicht gemessen (ml/min/kg) und setzt eine Spiroergometrie voraus. Da diese im Alltag nicht verfügbar ist, hat sich das Konzept der Metabolischen Äquivalente (engl.: „Metabolic Equivalents“, kurz MET) durchgesetzt (Ainsworth et al., 2011). Dabei entspricht ein MET etwa 3,5 ml/min/kg (VO_2max) oder als Energieverbrauch ausgedrückt einer Kilokalorie pro Kilogramm Körpergewicht pro Stunde (kcal/kg/h). Das ist der Wert einer

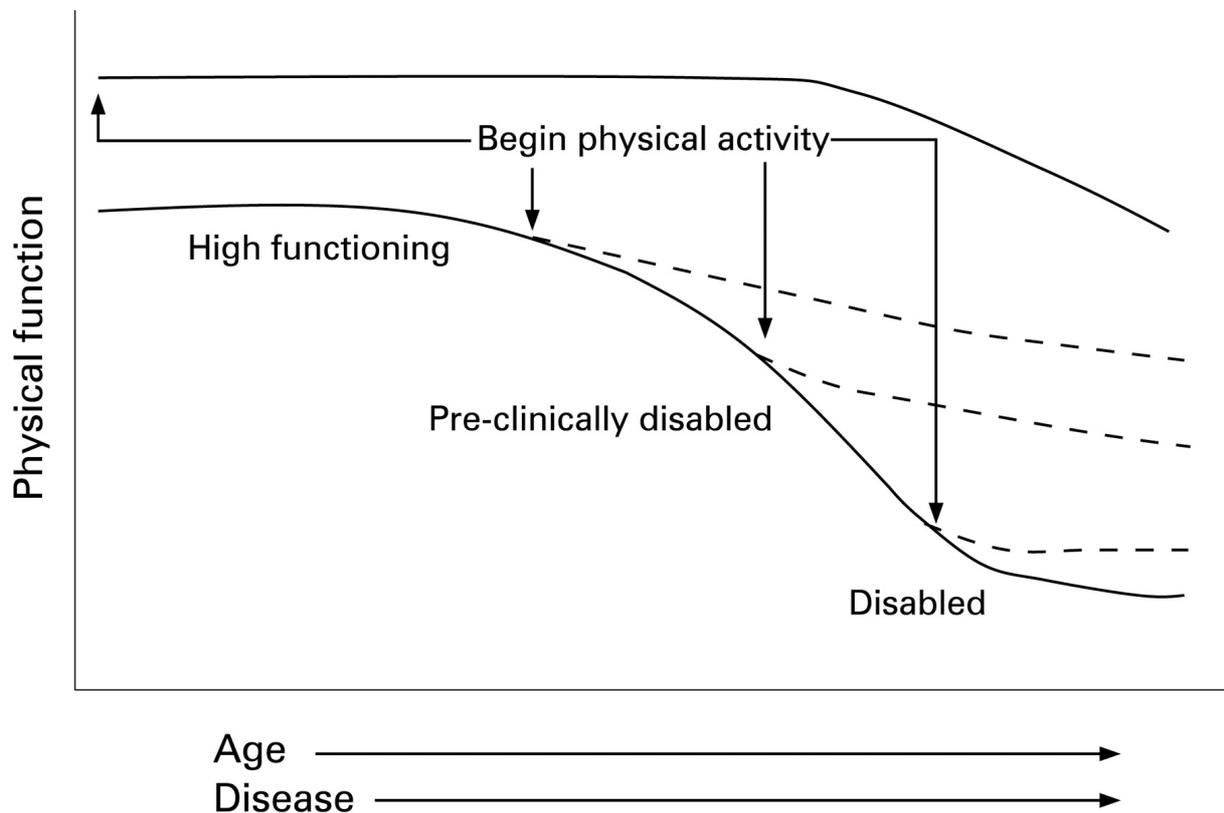
⁸ Zugegebenermaßen ist die Reduktion der aeroben Leistungsfähigkeit auf die VO_2max etwas schematisch, da die VO_2max selbst hoch korreliert ist mit der Qualität und Quantität der eingesetzten Muskelmasse, dem maximalen Herzminutenvolumen (und der Schlagfrequenz als wesentlichem Bestandteil des Herzminutenvolumens), der maximalen Sauerstofftransportfähigkeit des Blutes und der Lungendiffusionskapazität (Hawkins & Wiswell, 2003; Jenkins, Mauger, & Hopker, 2017) sowie der arteriovenösen Sauerstoffdifferenz und der Zunahme der Sauerstoffkosten für vergleichbare Tätigkeiten (Venturelli, Schena, & Richardson, 2012).

Person in liegender Position. Durchschnittlich erreichen Männer als auch Frauen eingangs des 2. Lebensjahrzehnts ihren individuellen Höchstwert der $VO_2\text{max}$, obwohl es genetisch und trainingsbedingten große Abweichungen bzgl. der Höhe und des Alters gibt. Männer erreichen durchschnittlich Werte von 40 bis 45 ml/min/kg und Frauen etwa 32 bis 38 ml/min/kg (Hollmann & Strüder, 2009).⁹ Bei körperlicher Inaktivität reduziert sich ab dem mittleren Erwachsenenalter allmählich die körperliche Leistungsfähigkeit. So nimmt beispielsweise die $VO_2\text{max}$ beginnend mit dem 30. Lebensjahr bei inaktiven Menschen etwa 5-10% oder um 5 ml/min/kg pro Jahrzehnt ab (Hawkins & Wiswell, 2003; Shephard, 2009). Dabei erfolgt die Abnahme nicht linear, sondern beschleunigt sich mit fortschreitendem Lebensalter (Fleg et al., 2005). Ebenfalls reduziert sich die Sauerstoffaufnahme-fähigkeit der Skelettmuskulatur und damit die aerobe Energiebereitstellung (Russ & Kent-Braun, 2004). Auch die Muskelmasse bzw. der Muskelquerschnitt wird ausgelöst durch die Inaktivität während des Alterungsprozesses geringer. Davon sind insbesondere die schnellkontrahierenden Typ II Fasern betroffen (Venturelli et al., 2012). Es reduziert sich die Muskelqualität (Verbindung der kontraktile Einheiten) und die pro Einheit maximal produzierte Muskelkraft (Jasuja & LeBasseur, 2014; McGregor, Cameron-Smith, & Poppitt, 2014). Die sich in den frühen Lebensjahren bis einschließlich Adoleszenz aufgebaute körperliche Leistungsfähigkeit bzw. Reservekapazität nimmt im Zusammenspiel zwischen Inaktivität und biologischer Alterung deutlich ab (siehe hierzu (Manini & Pahor, 2009; M. B. von Bonsdorff & Rantanen, 2011).

Dabei verdichten sich die Hinweise darauf, dass die Ausweitung der körperlichen Inaktivität der entscheidendere Faktor für die Reduktion der körperlichen Leistungsfähigkeit ist (Shephard, 2009; Venturelli et al., 2012; Wang et al., 2014). Wird das Zusammenspiel aus Inaktivität und Alterung zusätzlich durch Krankheiten begleitet, dann wirkt sich die rapide Reduktion der körperlichen Leistungsfähigkeit auch auf die körperliche Funktionalität aus (dargestellt in Abbildung 1 als Abfall der durchgezogenen Linie für die körperliche Funktionalität). D.h., die körperlichen motorischen Funktionen werden in Abhängigkeit von einer reduzierten und sich weiter reduzierenden körperlichen maximalen Leistungsfähigkeit auf einem niedrigeren Niveau angepasst. Dabei fällt in der Regel eine anfängliche Reduktion der körperlichen Leistungsfähigkeit im Alltag kaum ins Gewicht, weil maximale Leistungen - also hohe Intensitäten - im Alltag kaum gefordert oder vermieden werden (z.B. ein 10km-Lauf mit einer Geschwindigkeit von 15 km/h oder ein maximaler Sprint über 100m). Eine dauerhafte kontinuierliche Reduktion der Leistungsfähigkeit infolge des Zusammenspiels aus Inaktivität und Alterung greift irgendwann auch Aktivitäten mittlerer oder gar geringer Intensität an (Hawkins & Wiswell, 2003). Weiterhin ist bekannt, dass die Demenz eine Erkrankung darstellt, die ihrerseits massiv die körperliche Funktionalität negativ beeinflussen kann (Bullain et al., 2013) und das sogar unabhängig von der $VO_2\text{max}$ (Burns, Mayo, Anderson, Smith, & Donnelly, 2008).

⁹ Maximalwerte für Männer liegen zwischen 80-90 ml/min/kg und für Frauen zwischen 60-75 ml/min/kg (Hollmann & Strüder, 2009)

Abbildung 1: Trajektorien der körperlichen Funktionalität unter Berücksichtigung des Alters, chronischer Erkrankungen und körperlicher Aktivität



Reprinted from Br J Sports Med, 43 (1), T. M. Manini, M. Pahor, Physical activity and maintaining physical function in older adults, Figure 1, Page 29, Copyright (2009), with permission from BMJ Publishing Group and British Association of Sport and Exercise Medicine.

Die körperliche Funktionalität ist ein wesentlicher Prädiktor für die Beeinträchtigung der Alltagsaktivitäten und die Selbstständigkeit. Beträgt beispielsweise die $VO_2\text{max}$ einer Person um das 60. Lebensjahr 25 ml/min/kg (Werte einer wenig ausdauertrainierten erwachsenen Person (Shephard, 2009)), dann fällt für das Treppensteigen, für das etwa 16 ml/min/kg veranschlagt werden, bereits eine Ausschöpfung der $VO_2\text{max}$ von 64% an. Bei einer noch geringeren $VO_2\text{max}$, z.B. einer Person mit moderater Herzinsuffizienz (<14 ml/min/kg) kann diese Aktivität gar nicht mehr bewältigt werden, weil die individuelle $VO_2\text{max}$ zu gering ist und die Tätigkeit theoretisch 100% oder mehr der zur Verfügung stehenden $VO_2\text{max}$ betragen würde (Wonisch, 2015).

So ist auch zu erklären, dass bei einer massiven Reduktion der $VO_2\text{max}$ die habituelle Gehgeschwindigkeit beeinträchtigt werden kann. Es kommt zu einer Reduktion der Gehgeschwindigkeit. Es müssen beim Gehen häufiger Pausen eingelegt oder Hilfsmittel zur Fortbewegung verwendet werden (Bootsma-van der Wiel et al., 2002; Middleton, Fritz, & Lusardi, 2015; S. Perera et al., 2016). Die Grenze der individuellen $VO_2\text{max}$, ab der mit Beeinträchtigungen der Alltagsfunktionen und dem Verlust der Selbstständigkeit zu rechnen ist, liegt bei 18 bis 20 ml/kg/min (Arnett, Laity, Agrawal, & Cress, 2008). Liegt die $VO_2\text{max}$ unterhalb dieser Grenze, wird das Ausmaß der Beeinträchtigung bei den Alltagsaktivitäten

unübersehbar und für die betroffene Person deutlich spürbar. Die Menge an Umweltanpassungen muss deutlich größer werden, um im gleichen Maße eine Teilhabe am Leben zu ermöglichen (Verbrugge & Jette, 1994).

Aus vielen epidemiologischen und klinischen Studien ist bekannt, dass die körperliche Leistungsfähigkeit bis ins hohe Alter durch körperliche Aktivität trainierbar ist (Ausprägung der aeroben Reservekapazität). Auch die Wichtigkeit der körperlichen Aktivität zum Erhalt der funktionellen Fähigkeiten und zur Verzögerung funktioneller Beeinträchtigungen ist bei älteren Menschen eindrucksvoll belegt (K. S. Hall et al., 2017; Manini & Pahor, 2009; Tak, Kuiper, Chorus, & Hopman-Rock, 2013; M. B. von Bonsdorff & Rantanen, 2011). Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 1 durch die obere durchgezogene Linie dargestellt, die eine lebenslange Ausübung körperlicher Aktivität bei einem frühzeitigen Beginn propagiert. Ebenfalls sind in Abbildung 1 die Effekte eines späteren Beginns der körperlichen Aktivität im Lebenslauf durch die gestrichelten Linien gekennzeichnet. Diese Linien kennzeichnen das Hinauszögern oder Verhindern von weiteren funktionellen Beeinträchtigungen durch körperliche Aktivität bei bereits reduzierter körperlicher Funktionalität. Dabei ist der Effekt der körperlichen Aktivität umso geringer, desto später mit der körperlichen Aktivität begonnen wird und umso weiter die funktionellen Beeinträchtigungen fortgeschritten sind (Manini & Pahor, 2009).

Eine entscheidende Rolle in diesem Zusammenspiel wird dem Gehen zugeschrieben. Das Gehen ist in vielen Staaten und in der WHO in den Gesundheitsstrategien zur Prävention, zur Gesundheitsförderung („Public Health“ oder „Health Action Plans“) und der Behandlung nicht-übertragbarer Erkrankungen fest verankert (Europäische Union (EU), 2008; Ispah International Society for Physical Activity and Health, 2017). Es ist nicht nur die natürlichste Art der Fortbewegung des Menschen, sondern gleichzeitig auch leicht bzw. jederzeit verfügbar und darum die häufigste Form der körperlichen Aktivität in allen Altersgruppen (Sallis et al., 2016) und insbesondere bei älteren Menschen (Caspersen, Kriska, & Dearwater, 1994). Außerdem wird das Gehen von vielen Experten insbesondere für inaktive und ältere Menschen empfohlen, da es mit geringeren Risiken von Verletzungen verbunden ist und ein besonders günstiges Verhältnis von Aufwand und Kosten zu Vorteilen bzw. Nutzen besitzt (Hanson & Jones, 2015; Morris & Hardman, 1997; Sallis et al., 2016). Der Energieverbrauch und damit die VO_2max steigen nahezu linear mit der Zunahme der Gehgeschwindigkeit bis zu einer Geschwindigkeit von ca. 2m/s (etwa 7,2km/h) an (Morris & Hardman, 1997). Das Erreichen höherer Gehgeschwindigkeiten ist dann sehr energieaufwändig, wobei meist der Übergang zum Laufen erfolgt (Saibene & Minetti, 2003). Das Gehen von Strecken außerhalb der Wohnung mit der habituellen Gehgeschwindigkeit entspricht bei älteren Menschen aufgrund der reduzierten VO_2max durchschnittlich einer moderaten Intensität (Fiser et al., 2010).

Wirkungen körperlicher Aktivität bei Demenzkranken auf Funktionalität und Lebensqualität

Die Wirkung des Gehens bei Menschen mit Demenz ist mit den Wirkungen vergleichbar, die bereits im Zusammenhang mit dem Nutzen körperlicher Aktivität für die kognitiven

Fähigkeiten bei Menschen mit Demenz benannt wurden und die nachfolgend zum Nutzen der körperlichen Aktivität bei Menschen mit Demenz aufgeführt werden. Viele dieser Studien basierten auf Gehaktivitäten als Intervention.

Anhand von Meta-Analysen konnte der Nachweis erfolgen, dass körperliche Aktivität bei Demenzkranken zu einer signifikanten Verbesserung der Bewältigung der Aktivitäten des täglichen Lebens führt und sich die körperliche Funktionalität steigert (Forbes et al., 2015; P. Heyn et al., 2004; Inskip, Mavros, Sachdev, & Fiatarone Singh, 2016; Lewis, Peiris, & Shields, 2017; Pitkala, Savikko, Poysti, Strandberg, & Laakkonen, 2013; Rao, Chou, Bursley, Smulofsky, & Jezequel, 2014; Telenius, Engedal, & Bergland, 2015b) bzw. ein fortschreitender Verlust der Funktionalität verhindern lässt (McLaren, Lamantia, & Callahan, 2013). Auch Kombinationseffekte bzgl. der gleichzeitigen Steigerung der kognitiven und funktionellen Fähigkeiten auf der Grundlage eines angeleiteten Gehprogrammes ließen sich nachweisen (Venturelli, Scarsini, & Schena, 2011). In einem RCT ließen sich durch Widerstandstraining und funktionellem Training die Gangeigenschaften bei Menschen mit leichter Demenz signifikant verbessern (Schwenk et al., 2014). Ebenfalls eine Verbesserung der Gangeigenschaften wurde bei Menschen mit einer mittelschweren Demenz durch ein Mehrkomponenten-Training erzielt (Perrochon, Tchalla, Bonis, Perucaud, & Mandigout, 2015). Außerdem ließen sich in Zusammenschauen experimenteller Studien zu körperlich aktivitätsbezogenen Interventionen die motorischen Fähigkeiten (Kraft-, Ausdauer- und Gleichgewichtsfähigkeiten) bei Demenzkranken verbessern (Blankevoort et al., 2010; P. Heyn et al., 2004; P. C. Heyn, Johnson, & Kramer, 2008). Das Ausmaß körperlicher Aktivität steht auch bei Demenzkranken in einem positiven Zusammenhang mit kardio-vaskulären und -pulmonalen Parametern (S. M. Hayes, Alosco, & Forman, 2014; A. Watts, Walters, Hoffman, & Templin, 2016).

Darüber hinaus scheint die körperliche Aktivität bei der Linderung der depressiven Symptomatik und der Verbesserung des zirkadianen Rhythmus von Demenzkranken wirksam zu sein (de Souto Barreto, Demougeot, Pillard, Lapeyre-Mestre, & Rolland, 2015; P. Heyn et al., 2004; Phillips et al., 2015). Eine systematische Übersichtsarbeit fand Hinweise auf leichte Verbesserungen der Lebensqualität bei Menschen mit Demenz durch körperliche Aktivität (Potter, Ellard, Rees, & Thorogood, 2011). Auf der anderen Seite konnte bisher die Wirksamkeit körperlicher Aktivität auf die Häufigkeit und Schwere nicht-kognitiver Symptomatik nicht nachgewiesen werden (Lowery et al., 2014; Thune-Boyle, Iliffe, Cerga-Pashoja, Lowery, & Warner, 2012). Aber aus der Sicht des britischen Gesundheitssystems waren in einer Studie die inkrementellen Kosten für das körperliche Training niedriger als die Kosten unter herkömmlichen Bedingungen (engl.: Treatment as Usual, kurz TAU) zur Reduktion nicht-kognitiver Symptome (D'Amico et al., 2016). Gleichzeitig verbesserte sich die Symptomatik in der Interventionsgruppe. Zusammengefasst gibt es Hinweise auf eine Kosteneffektivität körperlicher Aktivität bei nicht-kognitiver Symptomatik.

Gesundheitsökonomische Studien zur Bewertung körperlicher Aktivitätsprogramme bei Menschen mit Demenz sind rar. Keine davon stammt derzeit aus Deutschland. Im Rahmen

eines RCTs zur Effektivität aerober körperlicher Aktivität bei VD wurde eine Kosten-Nutzwert-Analyse durchgeführt (J. C. Davis et al., 2017). Nach zwölf Monaten wies die Interventionsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe (TAU) eine höhere inkrementelle Kosten-Nutzwert Rate (QALY) auf. Die höheren Interventionskosten zur Steigerung der Lebensqualität lagen aus Sicht des kanadischen Gesundheitssystems innerhalb der Grenzen der maximalen Zahlungsbereitschaft. Somit stellt ein aerobes Training eine potentiell kosteneffektive Strategie für Menschen mit VD dar. Eine von der Intervention her ähnlich angelegte Studie an AD aus Dänemark erbrachte für aerobe körperliche Aktivität keine Kosteneffektivität (Sopina, Sorensen, Beyer, Hasselbalch, & Waldemar, 2017). Obwohl sich die Lebensqualität in der Interventionsgruppe gegenüber TAU signifikant steigern ließ, lagen die damit verbundenen Kosten für über 50% der Patienten weit außerhalb der maximalen Zahlungsbereitschaft aus Sicht des dänischen Gesundheitssystems. Keine Steigerung der Lebensqualität bei Demenzkranken in Verbindung mit einem kombinierten aeroben und Krafttraining gegenüber TAU erzielte eine britische Studie (Lamb et al., 2018). Da die Kosten der Intervention hoch und der Effekt nicht nachweisbar war, lagen die inkrementellen Kosten weit außerhalb der maximalen Zahlungsbereitschaft aus Sicht des britischen Gesundheitssystems. Diese divergenten Ergebnisse zeigen deutlich, dass Kosteneffektivitäts- und Kosten-Nutzwert-Analysen bei Menschen mit Demenz mit besonderen Herausforderungen bzgl. der Analyse und Erfassung der Kosten, der Erfassung der QoL, der Reliabilität und Vollständigkeit der Daten und der Beschreibung der TAU-Bedingungen einhergehen (J. C. Davis, Bryan, Marra, Hsiung, & Liu-Ambrose, 2015). Hier gibt es bisher kaum zufriedenstellende Ansätze.

Das Problem bisheriger Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen zu den Zusammenhängen zwischen der körperlichen Aktivität und den kognitiven, funktionellen oder motorischen Outcomes war die große Heterogenität der eingeschlossenen Studien (Jansen, Classen, Wahl, & Hauer, 2015). Das lag nicht nur an unterschiedlichen Definitionen der eingeschlossenen Zielgruppe Demenzkranker, sondern vor allem an den unterschiedlichen aktivitätsbezogenen Interventionen. Diese unterschieden sich in ihrer Art, Intensität, Dauer und Frequenz stark voneinander. Dadurch ist die Vergleichbarkeit beeinträchtigt und zudem auch die Aussagekraft herabgesetzt. Das grundsätzliche Problem von Interventionen im Rahmen klinischer oder experimenteller Studien in der Population Demenzkranker ist allerdings deren fehlende Nachhaltigkeit und die schlechte Eignung für eine dauerhafte Umsetzung.

Leitlinienempfehlungen zur körperlichen Aktivität im Alter

Es existieren weltweit klare Empfehlungen zur Art, zum Umfang und zur Intensität von körperlichen Aktivitäten im Zusammenhang mit gesundheits- oder leistungsspezifischen Aspekten. Außerdem bestehen gesicherte Erkenntnisse zu Dosis-Wirkungsbeziehungen der körperlichen Aktivität. Diese leiten sich aus dem Zusammenspiel von körperlicher Aktivität und körperlicher Leistungsfähigkeit als Belastungsstufen ab. Auf der Grundlage der Belastungsstufen oder Intensitätsniveaus können Empfehlungen zum Ausmaß körperlicher

Aktivität zur Erreichung gesundheitsspezifischer Effekte (Garber et al., 2011) oder zur Vermeidung körperlicher Beeinträchtigungen (Paterson & Warburton, 2010) formuliert werden. Diese generellen Empfehlungen sind mittlerweile für viele Zielgruppen modifiziert worden, u.a. für inaktive Menschen (Canadian Society for Exercise Physiology (CSEP), 2012), ältere Menschen (Chodzko-Zajko et al., 2009) und Menschen mit Beeinträchtigungen (Tudor-Locke et al., 2011). Auch für die Bundesrepublik Deutschland ist unlängst eine nationale Empfehlung für Bewegung und Bewegungsförderung erschienen, die für alle Altersgruppen spezifische Empfehlungen ausspricht (Rütten & Pfeifer, 2016).

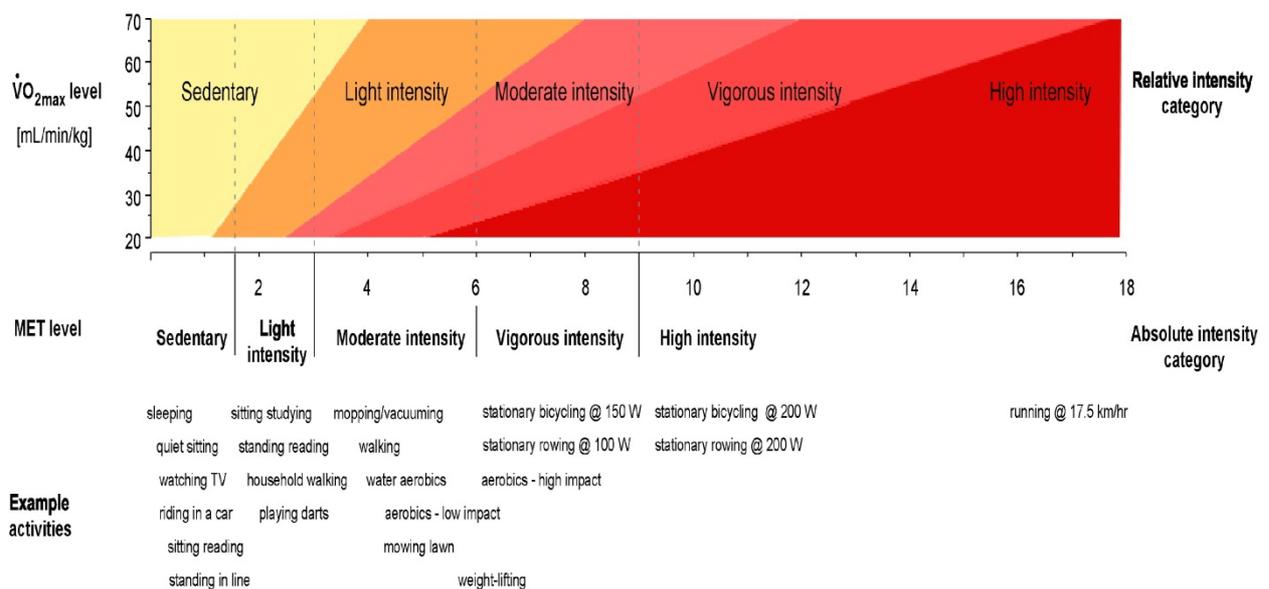
Eine grundlegende Empfehlung für ältere und (vormals) inaktive Menschen ist das Ausüben körperlicher Aktivitäten mind. fünfmal pro Woche mit einer jeweiligen Tagesdauer von mind. 30 Minuten bei moderater bis großer Intensität. Dieser Empfehlung geht eine Eingewöhnungszeit von mind. 16 Wochen mit einer wöchentlichen Steigerung des Umfangs und der Intensität voraus (Chodzko-Zajko et al., 2009). Dabei sollten die jeweiligen körperlichen Aktivitätseinheiten oder Trainingseinheiten mind. Zehn aufeinanderfolgende Minuten betragen. Die wöchentliche Gesamtzeit der körperlichen Aktivität/ des Trainings sollte bei 150 bis 300 Minuten liegen (Almeida et al., 2014; Chodzko-Zajko et al., 2009)¹⁰. In Anzahl an Schritten ausgedrückt, sollten erwachsene Menschen im Durchschnitt mind. 10.000 Schritte pro Tag zurücklegen, wobei auch hier die kürzeste zusammenhängende Aktivitätseinheit zehn Minuten betragen sollte (Choi, Pak, Choi, & Choi, 2007). Da insbesondere ältere und beeinträchtigte Menschen diese Schrittempfehlungen in epidemiologischen Untersuchungen bei weitem verfehlten (Bauman, Merom, Bull, Buchner, & Fiatarone Singh, 2016; Hansen, Kalle, Dyrstad, Holme, & Anderssen, 2012; F. M. Jansen et al., 2015), wurden Spezifizierungen der durchschnittlichen Schrittzahl pro Tag für diese Populationen auf der Grundlage umfassender systematischer Reviews vorgenommen. Demnach sollten ältere Menschen und Menschen mit Beeinträchtigungen mind. 6.500 bis 7.000 Schritte pro Tag gehen, um gesundheitsbezogene Effekte zu erzielen (Aoyagi & Shephard, 2010; Tudor-Locke et al., 2011) und funktionellen Beeinträchtigungen vorzubeugen (de Melo, Menec, & Ready, 2014). Die Empfehlungen der Schrittzahlen leiten sich aus Korrelationsstudien ab, welche bei älteren Menschen die Quantität der Gehaktivitäten und Intensitätsniveaus körperlicher Aktivitäten gegenüberstellten. Beide stehen in einem nahezu perfekten Zusammenhang. So gelten ältere Menschen mit einem Schwellenwert von null Schritten pro Tag als bettlägerig oder äußerst schwer beeinträchtigt, mit einem Cut-off Wert von bis zu 2.000 Schritten pro Tag als abhängig in den basalen Aktivitäten und mit einem Cut-off Wert von bis zu 4.000 Schritten als an das Haus gebunden (Aoyagi & Shephard, 2010). Das Befolgen der o.g. Empfehlungen ist ein hochbedeutsamer Grundstein für ein erfolgreiches Altern wie eine jüngst veröffentlichte Meta-Analyse zur

¹⁰ Mittlerweile ist es Konsens, dass dem Widerstandstraining eine herausragende Rolle beim Erhalt und/ oder bei der Verbesserung der Maximalkraft und Kraftausdauer, der Qualität und Quantität der Skelettmuskulatur, der Sehnen- und Knochengesundheit, der Körperkomposition (beispielsweise durch Straffung des Bindegewebes) und der Funktionalität im Alltag zukommt (Steib, Schoene, & Pfeifer, 2010).

körperlichen Aktivität in populationsbasierten Längsschnittstudien nachwies (Daskalopoulou et al., 2017).

Neben der Definition der Belastungsreize bleibt zu klären, was moderate Intensität genau bedeutet. Eine moderate Intensität wird zwischen drei und 5,9 MET pro Minute erreicht. Das entspricht durchschnittlich 40-59% der $\dot{V}O_2\text{max}$ einer erwachsenen Person, einer Schrittfrequenz von 100 Schritten/min oder einer wahrgenommenen Belastung zwischen elf und 13 Punkten auf der Borg-Skala¹¹ (K. Norton, Norton, & Sadgrove, 2010). Allerdings spielt das Ausgangsniveau einer Person (körperliche Leistungsfähigkeit) eine entscheidende Rolle für das anzustrebende Intensitätsniveau. Die Abbildung 2 stellt den Zusammenhang exemplarisch dar. Die Beziehung zwischen den relativen Intensitätsniveaus und den objektiven Intensitätsstufen ist dabei ähnlich zu betrachten wie der Zusammenhang zwischen körperlicher Leistungsfähigkeit und körperlicher Aktivität. Die relativen Intensitätsniveaus stehen für das Ausmaß der körperlichen Leistungsfähigkeit, die in Abbildung 2 als das Ausmaß der $\dot{V}O_2\text{max}$ dargestellt ist. Die strahlenförmige Ausfächerung der relativen zu den objektiven Intensitätsniveaus in der Abbildung entspricht der individuellen maximalen Sauerstoffaufnahmekapazität zum Bewältigen bestimmter körperlicher Aktivitäten.

Abbildung 2: Intensitätsniveaus der körperlichen Aktivität in Abhängigkeit von MET und $\dot{V}O_2\text{max}$



Reprinted from J Science Med Sport, 12 (5), K. Norton, L. Norton, D. Sadgrove, Position statement on physical activity and exercise intensity terminology, Figure 2, Page 499, Copyright (2009), with permission from Elsevier, Sports Medicine Australia.

¹¹ Die Borg-Skala ist eine Skala des subjektiven Belastungsempfindens. Es können Werte zwischen sechs und 20 erreicht werden. Die Werte ergeben sich aus der Formel: Herzfrequenz x 0,1 = RPE. Der RPE-Wert steht als Abkürzung für „Received Perception of Exertion“.

Hierzu ein Beispiel: Die habituelle Gehgeschwindigkeit korreliert sehr stark mit der individuellen $VO_2\max$ (Aoyagi et al., 2004). Das Gehen mit einer Geschwindigkeit ab ca. fünf km/h bis 6,4 km/h (ca. 1,4 m/s - 1,8 m/s) wird allgemein mit einer moderaten Intensität gleichgesetzt (Ainsworth et al., 2011). Für viele Hochleistungsausdauersportler bedeutet diese Geschwindigkeit jedoch eine leichte Intensität, da deren $VO_2\max$ trainingsbedingt sehr groß ist und beispielsweise bei 70 ml/min/kg liegen kann. Daher ist die Ausschöpfung der $VO_2\max$ (energetische Kosten) durch das Gehen mit Geschwindigkeiten von ca. fünf km/h bis 6,4 km/h bei Hochleistungsausdauersportlern geringer als der Schwellenwert von 40% für die moderate Intensität (Rechtsverschiebung der orangefarbenen Fläche „leichte Intensität“ im oberen Bereich der Abbildung 2). Für ältere Menschen mit Beeinträchtigungen kann das Gehen mit einer Geschwindigkeit von 1,4 m/s weitaus mehr als eine moderate Intensität darstellen. Das liegt am Anstieg der energetischen Kosten, die durch die alters- bzw. inaktivitätsbedingte Reduktion der $VO_2\max$ ausgelöst wird (Coen et al., 2013). Das Gehen mit Geschwindigkeiten von 1,4 m/s bis 1,8 m/s fällt dann in den Bereich der hohen bis höchsten Intensität (Malatesta et al., 2004). Dieser Zusammenhang ist in der Abbildung 2 durch die Linksverschiebung der dunkelroten Fläche „hohe Intensität“ im unteren Bereich dargestellt. Somit können für über 80-jährige Menschen oder Menschen mit Beeinträchtigungen körperliche Anforderungen, die absolut betrachtet einer leichten Intensität entsprechen, ggf. nur mit einer größeren Anstrengung bewältigt werden. Zwar sind die basalen Aktivitäten des täglichen Lebens üblicherweise sämtlich dem Bereich der leichten Intensitäten zugeordnet (Ainsworth et al., 2011), aber bei sehr alten oder chronisch kranken Menschen können die basalen Aktivitäten durch die stark reduzierte $VO_2\max$ nur mit höherer Intensität bewältigt werden. Durch die starke Linksverschiebung der Intensitätsstufen im Bodenbereich der Abbildung 2 lassen sich Beeinträchtigungen der funktionellen Fähigkeiten erklären. Bezeichnenderweise wiesen bereits die Testdaten des Allied Dunbar National Fitness Surveys an einem repräsentativen Sample aus England aus dem Jahr 1992 auf diese Problematik hin, war es doch über 90% der Frauen und 70% der Männer im Alter von 55-64 Jahren nicht möglich, eine Strecke von 1,6 km (1 Meile) mit einer Gehgeschwindigkeit von 6,4 km/h (etwa 1,8 m/s) zurückzulegen (Morris & Hardman, 1997).

Ausmaß körperlicher Aktivität bei Demenzkranken

Doch inwiefern werden die Empfehlungen zur körperlichen Aktivität von Menschen mit Demenz umgesetzt? Wie hoch ist im Allgemeinen das Ausmaß körperlicher Aktivität bei Menschen mit Demenz? Aus systematischen Übersichtsarbeiten von Längsschnittstudien ist bekannt, dass ein sitzender Lebensstil mit verheerenden gesundheits- und funktionsbezogenen Outcomes einhergeht (Kohl et al., 2012; Thorp, Owen, Neuhaus, & Dunstan, 2011). Zwischen 6-10% aller weltweiten Todesfälle durch nicht-übertragbare Erkrankungen gehen zu Lasten der körperlichen Inaktivität (I. M. Lee et al., 2012). Aus großen populationsbasierten Querschnittsstudien in der Allgemeinbevölkerung lässt sich ableiten, dass ein sitzender Lebensstil oder die Bewegungsarmut mit dem Alter zunimmt (Harvey, Chastin, & Skelton, 2013; Nelson et al., 2007). Eine der wenigen Längsschnitt-Untersuchung mit objektiver Bewegungsmessung an etwa 1.500 Menschen zwischen 70-90

Jahren wies nach, dass über 76% der Personen die o.g. Empfehlungen zur körperlichen Aktivität zu keinem Zeitpunkt erfüllten. Die Zahl derjenigen, die über die Messzeiträume hinweg die Empfehlungen nicht mehr erreichen konnten, überstieg die Anzahl derjenigen, welche im Verlauf gemäß den Leitlinien-Empfehlungen körperlich aktiv wurden um nahezu das Doppelte. Nur ca. acht Prozent der Teilnehmer erreichten zu allen Messzeiträumen die Empfehlung von mind. 30 Minuten moderater körperlicher Aktivität (Jefferis et al., 2015). In einem aus den USA stammenden Survey wurde ein repräsentatives Sample von über 10.000 Personen u.a. mit einem Beschleunigungssensor ausgestattet. Ein sitzender Lebensstil wurde unterhalb eines bestimmten Schwellenwerts der Rohdaten des Sensors festgelegt. Anhand der Querschnittsanalysen konnte eine deutliche Zunahme der Bewegungsarmut mit dem Alter festgestellt werden (Healy et al., 2011).

Untersuchungen zum Ausmaß körperlicher Aktivität bei Menschen mit Demenz sind bisher rar. Ungeachtet der unterschiedlichen Begrifflichkeiten um das Ausmaß an Inaktivität zu kennzeichnen und den damit verbundenen uneinheitlichen Definitionen für Inaktivität und sedentäres Verhalten¹², kann davon ausgegangen werden, dass sich der Trend hin zu einem höheren Ausmaß an Inaktivität bei Demenzkranken fortsetzt. Außerdem wirkt die Demenz ihrerseits auf die funktionellen Fähigkeiten und wird dadurch das Ausmaß der körperlichen Aktivität stark begrenzen (Burns et al., 2008). Zusätzlich muss bei Menschen mit fortgeschrittener Demenz auch der Faktor der Institutionalisierung einberechnet werden, der sich - und das ist aus Krankenhausstudien bekannt - nachweislich negativ auf die körperliche Aktivität auswirkt (Brown et al., 2009). Demnach konnte in der bisher einzigen Übersichtsarbeit zur objektiven Bewegungsmessung bei Menschen mit Demenz, die mehrheitlich Erkenntnisse zu Gehaktivitäten bei Menschen mit leichter bis mittelschwerer Demenz zusammenfasste, festgestellt werden, dass Demenzkranke gegenüber Menschen mit einem MCI oder einer gesunden Kontrollgruppe durchschnittlich weniger körperlich aktiv waren (Block et al., 2016).

Auch innerhalb der Gruppe der Demenzkranken unterscheidet sich das Ausmaß an körperlicher Aktivität. Mittels objektiver Bewegungsmessung, die an sechs aufeinander folgenden Tagen für jeweils 24 Stunden durchgeführt wurde, konnte festgestellt werden, dass Demenzkranke in Pflegeheimen weniger körperlich aktiv waren als jene, die (noch) zu Hause lebten. Der Unterschied blieb auch unter Kontrolle des Alters und der Demenzschwere bestehen (van Alphen et al., 2016). Dafür nahm bei den institutionalisierten Menschen mit Demenz das Ausmaß an sitzender oder liegend verbrachter Zeit zu und betrug im Durchschnitt 17,3 Stunden pro Tag. Es muss allerdings davon ausgegangen werden, dass

¹²¹² So wird sedentäres Verhalten methodenabhängig beispielsweise entweder als jedes Verhalten definiert, dass mit einem Energieverbrauch von 1,5 MET und weniger verbunden ist (Falck et al., 2017) oder als die Zeit, die vor dem Bildschirm (Healy et al., 2011) oder liegend (Brown, Redden, Flood, & Allman, 2009) verbracht wird oder als das Unterschreiten eines bestimmten Schwellenwertes der Rohwerte bei Akzelerometer-Messungen (van Alphen et al., 2016)

die Inaktivitätszeit tatsächlich unterschätzt wurde, da ein Beschleunigungssensor verwendet wurde, der am Handgelenk befestigt war und alle Rohwerte unterhalb von 100 Counts als Inaktivität gezählt wurden. In einer weiteren Studie an institutionalisierten Menschen mit Demenz wurde ebenfalls ein Beschleunigungssensor am Handgelenk verwendet, um Aktivitätsmuster über 24 Stunden festzustellen. Dabei wurden insgesamt durchschnittlich 2,4 Stunden an leichter körperlicher Aktivität pro Tag aufgezeichnet (MET-Wert zwischen 1,5 bis 3). Davon fanden 0,6 Stunden zur Nachtzeit aufgrund agitiertem oder Wanderverhalten statt. Es konnte keinerlei moderate oder hochintensive körperliche Aktivität gemessen werden. Insgesamt legten die Demenzkranken durchschnittlich 307,5 Schritte in den 24 Stunden zurück (Moyle et al., 2017). Die Messung wurde aber lediglich an einem einzigen Tag durchgeführt und von den N=415 eingeschlossenen Bewohnern tolerierten nur N=192 Bewohner den Beschleunigungssensor und produzierten valide Daten.

Eine systematische Übersichtsarbeit hat Gründe für die sehr geringe Beteiligung an körperlicher Aktivität und insbesondere an Gehaktivitäten bei Menschen mit Demenz, die in der Gemeinde leben, herausgearbeitet. Aus dieser Arbeit leitet sich ab, dass das Ausmaß der kognitiven Beeinträchtigung selbst nicht verantwortlich für die Beteiligung an körperlicher Aktivität ist. Es sind vor allem die Gehgeschwindigkeit und die Einschränkung der basalen Aktivitäten des täglichen Lebens, die einen großen Einfluss auf die körperliche Aktivität ausüben. Dabei ist eine höhere Gehgeschwindigkeit positiv mit der körperlichen Aktivität assoziiert und eine Zunahme der Beeinträchtigung in den Alltagsaktivitäten negativ (Stubbs et al., 2014). Zusätzlich zeigt eine Übersichtsarbeit, dass (chronische) Schmerzen - unabhängig von der Lokalität - stark mit dem Ausmaß an körperlicher Aktivität bei Menschen mit Demenz verbunden ist. Da, so die Schlussfolgerung der Autoren, Schmerzen bei Demenzkranken schwer zu diagnostizieren sind, werden diese häufig unzureichend erkannt und sind mitverantwortlich für das hohe Maß an Inaktivität (Plooij, Scherder, & Eggermont, 2012). Außerdem scheint die dauerhafte Einhaltung täglicher Gehprogramme bei Menschen mit Demenz von der beständigen extrinsischen Motivation beispielsweise durch Pflegepersonen oder Angehörige abhängig zu sein (McCurry et al., 2010).

Besonderheiten bzgl. der o.g. weiteren Reduktion der körperlichen Aktivität ergeben sich für Menschen mit Demenz, die in Pflegeeinrichtungen leben. Nicht nur, dass sich Pflegeheimbewohner generell in einem schlechteren Gesundheitszustand befinden und damit verbunden, die Medikamentenlast ungleich größer ist als bei in der Gemeinde lebenden älteren Menschen mit Einschränkungen (Onder et al., 2012). Zusätzlich sind sie auch größeren Einschränkungen bei der selbstständigen Lebensführung ausgesetzt (Chen, 2010). Andererseits werden diese wenig erkrankungsspezifischen Faktoren um umgebungsbezogene Faktoren wie erhöhte Sicherheit, erleichterter Zugang zu inner- und außerhäuslichen Angeboten und Gemütlichkeit gewährende räumliche Umgebungen

ergänzt, die bezogen auf Menschen mit Demenz einen zur körperlichen Aktivität animierenden Charakter besitzen sollten¹³ (Douma et al., 2017).

Es geht also zum einen um eine adäquate Person-Umwelt-Passung, indem die Umwelt auf die Möglichkeiten und Ressourcen der demenzkranken Person zugeschnitten ist. Zum anderen aber auch um pflegebezogene Aspekte, wie eine ausreichende Anzahl an Pflegekräften, an Zeit für die Pflegeheimbewohner und an die Einbindung der Pflegebedürftigen in die Pflegehandlungen („aktivierende Pflege“), ganz abgesehen von der individuellen Motivation der Pflegekraft (Douma et al., 2017). Aktuell wird im Rahmen des Programms „Älter werden in Balance“ der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) das Lübecker Modell Bewegungswelten - ein nachhaltiges Trainingsprogramm zur Bewegungsförderung in Pflegeheimen - in einer norddeutschen Modellregion implementiert und wissenschaftlich evaluiert. Es soll der bestehenden Bewegungsarmut der Bewohner in Pflegeheimen entgegenwirken. Die Erkenntnisse aus dem Modellprojekt sollen eine überregionale evtl. bundesweite Einführung des Programmes unterstützen. Ergebnisse werden für 2018 erwartet (Stand September 2017).

Aus den bisherigen Erkenntnissen wird ersichtlich, dass es international und national an Längsschnittstudien zum Verlauf der körperlichen Aktivität bei Menschen mit Demenz fehlt. Es ist bisher wenig bekannt über die Interaktion zwischen der Demenzprogression und der körperlichen Aktivität. Es kristallisieren sich jedoch zwei Zugangswege zu dieser Thematik heraus: zum einen die Auswirkung der körperlichen Aktivität (speziell der Inaktivität) und zum anderen die Auswirkung der Demenzen auf die funktionellen und kognitiven Fähigkeiten. Beide Wege scheinen sich im Verlauf zu kreuzen respektive zu überlagern. Durch diese Überlagerung wird eine Kaskade ausgelöst, die eine Abwärtsspirale der funktionellen und kognitiven Fähigkeiten bewirkt und in einer vollständigen Abhängigkeit bzw. dem Verlust der Selbstständigkeit mündet. Allerdings ist derzeit dieser Zusammenhang noch unzureichend untersucht.

Eine Fähigkeit im Kanon der kognitiven und funktionellen Fähigkeiten ist bedeutungsvoll: die Gehfähigkeit. Diese scheint sowohl sensitiv für funktionelle als auch kognitive Veränderungen zu sein. Begründet wird die Veränderung des Gangbilds im Zusammenhang mit einer Demenz durch die Aufhebung der automatisierten Abläufe des Gehens, die einen erhöhten Gebrauch kognitiver Ressourcen verursachen (Hausdorff, 2005). Im umgekehrten Sinne bedeutet das, dass die Gehaktivität weit mehr kognitive Ressourcen oder Domänen

¹³ Darunter sind beispielsweise breite Korridore mit umfassenden Handläufen und klaren Orientierungshilfen zu verstehen, genau wie der Zugang zu unterschiedlichen Räumlichkeiten innerhalb der Einrichtung für Bewegungsaktivitäten oder zum Essen und Zugangsmöglichkeiten zu einer ansprechenden Außenanlage (Douma et al., 2017). Zusätzlich empfiehlt sich für Menschen mit Demenz helles Licht zur Tageszeit, Hintergrundmusik insbesondere bei Pflegehandlungen und eine wohnähnliche Umgebung. Keinen Effekt bezogen auf die körperliche Aktivität haben hingegen multisensorische Stimulationen und das Konzept des Zusammenlebens in kleinen Wohngruppen (Anderiesen, Scherder, Goossens, & Sonneveld, 2014).

beansprucht als es kognitiv nicht-beeinträchtigten Personen bewusst wird. So weisen erste Ergebnisse darauf hin, dass ein Fortschreiten der Demenz anhand körperlicher Funktionstests abgelesen werden kann (Bullain et al., 2013). Der Gehfähigkeit als Bindeglied zwischen kognitiven und funktionellen Fähigkeiten ist das nächste Kapitel gewidmet.

1.3 Die Gehgeschwindigkeit - die fehlende Verbindung zwischen kognitiven und funktionellen Fähigkeiten

Die Gehfähigkeit ist für den Menschen hochbedeutsam, weil sie die natürliche Fortbewegung für uns Landlebewesen ermöglicht. Es werden grundlegend zwei Gangarten unterschieden; das Gehen und das Laufen. Die Merkmale beider Gangarten unterscheiden sich prinzipiell nicht. Es sind rhythmische und dynamische (aerobe) Tätigkeiten der großen Skelettmuskulatur der Beine, Becken- und Schultergürtel, die aus einer Aufeinanderfolge von Kadenzen bestehen. Eine Kadenz sind jeweils zwei Schritte bei der sich die Beine abwechselnd in einer Stand- und einer Schwungphase befinden. Der Unterschied zwischen beiden Gangarten liegt in der zeitlichen Abfolge bzw. Überlagerung der beiden Phasen, der Kontrolle der Bewegung und der Bewegungsfrequenz. Während beim Gehen ständig mindestens ein Fuß im Kontakt mit dem Boden ist und die Bewegung von der Ausführung her einem Doppelpendel entspricht, gibt es beim Laufen Phasen - Umschaltphase zwischen Stand- zum Schwungbein des einen und Schwung- zum Standbein des anderen Beines - wo beide Füße nicht im Kontakt mit dem Boden sind. Somit sind die Schwungphasen beim Laufen größer als beim Gehen, was für mehr Vortrieb sorgt (größere Schrittlänge und ggf. höhere Frequenz). Auf der anderen Seite sind beim Gehen die Standphasen länger als beim Laufen, was die Kontrolle erhöht. Dadurch ergeben sich für das Laufen größere Amplituden der Muskelkontraktion, eine höhere Belastung des passiven Bewegungsapparates und bei hohen Bewegungsgeschwindigkeiten ein höherer Energieverbrauch (Saibene & Minetti, 2003). Bei einer für beide Gangarten vergleichbaren Geschwindigkeit ist das Laufen ökonomischer, sprich energieeffizienter. In der vorliegenden Arbeit soll das Gehen im Vordergrund stehen, da sich, wie aus dem vorangegangenen Kapitel ersichtlich, mit dem Alter die physiologischen und metabolischen Voraussetzungen verändern (beispielsweise durch Inaktivität und chronische Erkrankungen bedingte Abnahme der VO_2max und des Muskelfaserquerschnitts), um Laufleistungen zu erbringen. Zusätzlich sind die Verletzungs- und Sturzgefahr respektive die Angst vor einem Sturz während des Laufens durch eine verringerte koordinative Leistung im Alter sehr groß.

Schon seit geraumer Zeit ist die Analyse des menschlichen Ganges in den Blickpunkt des wissenschaftlichen Interesses gerückt. Dabei werden für alle Altersgruppen bestimmte Kenngrößen des Gangbildes wie Kadenzen, Schrittfrequenz, Zeit der Doppelstand- oder Schwungphase (zeitliche Parameter) oder Umfang des Base-Supports bzw. der Schrittbreite und Schrittlänge (räumliche Parameter) erfasst (S. Lord, Galna, & Rochester, 2013). Diese zeitlich-räumlichen Gangparameter werden als Veränderung der fraktalen Dynamik (Delignieres & Torre, 2009) oder Variabilität der Schrittfolgen (Hausdorff, 2005) interpretiert, um beispielsweise Gangstörungen festzustellen (N. B. Alexander, 1996) oder den energieeffizientesten Gang zu bestimmen (R. M. Alexander, 2002; Saibene & Minetti, 2003). Neben ersten Ansätzen zuverlässiger klinischer Beobachtungen anhand von Protokollen sind diese Untersuchungen meist laborgebunden oder benötigen bestimmte transportable Druckmattensysteme wie das GAITrite® System und sind damit aufwändig und teuer. Unter

den Kenngrößen für den menschlichen Gang lässt sich die Gehgeschwindigkeit ohne großen technischen Aufwand am leichtesten bestimmen. Hierzu wird lediglich eine fest definierte Strecke mit markanten Anfangs- und Endmarkierungen und eine Stoppuhr benötigt. Rein biomechanisch betrachtet, ist die Gehgeschwindigkeit das Produkt aus Schrittlänge und Schrittfrequenz. Erhöht sich mindestens einer der Faktoren erhöht sich gleichermaßen die Geschwindigkeit. Die Gehgeschwindigkeit wurde in jüngerer Vergangenheit zum Gegenstand vieler Untersuchungen zur Klärung anatomischer und physiologischer Unterschiede bzw. Veränderungen zwischen jungen und älteren Erwachsenen (Kang & Dingwell, 2009; Schmitz, Silder, Heiderscheit, Mahoney, & Thelen, 2009). Außerdem wird gegenwärtig anhand der Gehgeschwindigkeit die Wechselbeziehung zwischen kognitiven und funktionellen Parametern insbesondere bei älteren Menschen geprüft (Cohen, Verghese, & Zwerling, 2016).

Die Bestimmung der Gehgeschwindigkeit kann auf ganz unterschiedlichen Wegen erfolgen. Grob unterschieden werden die zeit- und die distanzlimitierten Verfahren. Zu den zeitlimitierten Verfahren zählen alle Testungen, in denen die Teilnehmer eine fest definierte Zeit in ihrer (zumeist) habituellen Gehgeschwindigkeit zurücklegen müssen. Gemessen wird die zurückgelegte Strecke. Diese Testverfahren finden vor allem Anwendung bei kardiovaskulären und -pulmonalen Erkrankungen. Das bekannteste Beispiel dieser funktionellen Testverfahren ist der Sechs-Minuten-Gehtest (American Thoracic Society (ATS), 2002). Bei den distanzlimitierten Verfahren muss eine bestimmte Strecke zurückgelegt werden. Diese Strecken sind zumeist vier, fünf, sechs oder zehn Meter lang (Rydwik, Bergland, Forsen, & Frandin, 2012). Bei diesen Testverfahren findet eine Aufzeichnung der maximalen und/ oder der normalen bzw. habituellen Gehgeschwindigkeit statt. Um die maximale Gehgeschwindigkeit zu ermitteln, sollen Personen so schnell wie möglich eine bestimmte Distanz zurücklegen, ohne dabei zu laufen, d.h. mindestens ein Fuß sollte immer im Kontakt mit dem Boden sein. Die maximale Gehgeschwindigkeit soll beispielsweise bei älteren Menschen ohne funktionelle Beeinträchtigungen neuromuskuläre und kraftbedingte Veränderungen und Veränderungen der motorischen Steuerung aufdecken, die auf beginnende funktionelle Beeinträchtigungen hinweisen können (D. J. Clark, Manini, Fielding, & Patten, 2013; Ko, Hausdorff, & Ferrucci, 2010). Bisher fanden jedoch mehrheitlich Untersuchungen zur habituellen Gehgeschwindigkeit statt, sodass die Güte der maximalen Gehgeschwindigkeit derzeit noch nicht abschließend bewertet werden kann (Aarsland, Sardahaee, Anderssen, Ballard, & the Alzheimer's Society Systematic Review Group, 2010; Kuys, Peel, Klein, Slater, & Hubbard, 2014; Middleton et al., 2015; Rydwik et al., 2012; Salbach et al., 2015). Darüber hinaus kann die habituelle Gehgeschwindigkeit die o.g. Veränderungen in vergleichbarer Weise vorhersagen (Kim, Park, Lee, & Lee, 2016).

1.3.1 Die Gehgeschwindigkeit als allgemeines Prädiktionsmaß

Die habituelle Gehgeschwindigkeit, die auch als komfortable oder selbst gewählte Gehgeschwindigkeit bezeichnet wird, ist die Geschwindigkeit, die Menschen unabhängig von äußeren Einflüssen frei wählen, um sich ambulatorisch fortzubewegen. Sie ist die

Geschwindigkeit, die mit einer hohen energetischen Effizienz assoziiert ist. Die habituelle Gehgeschwindigkeit und insbesondere deren Veränderung über die Zeit findet als etabliertes Erfolgs- oder Prädiktionsmaß für den Gesundheitszustand und die funktionellen Fähigkeiten Anwendung. Eine der grundlegenden Ableitungen aus longitudinalen und Querschnittsstudien ist die Erkenntnis, dass die Gehgeschwindigkeit mit dem Alter abnimmt (Bohannon, 2008; Bohannon & Williams Andrews, 2011). Diese Erkenntnis wird mittlerweile als ein Index für den Alternsvorgang betrachtet (Himann, Cunningham, Rechnitzer, & Paterson, 1988). Der Gang älteren Menschen wird „vorsichtiger“ und ist geprägt von dem Bedürfnis, eine hohe Stabilität zu erreichen und Gelenksysteme nicht zu überlasten (Beijersbergen, Granacher, Vandervoort, DeVita, & Hortobagyi, 2013). Dadurch werden die Geschwindigkeit und die Schrittlänge reduziert (Nutt, Marsden, & Thompson, 1993). Die altersbedingte Veränderung der Gehgeschwindigkeit spiegelt die Komplexität und das aufeinander abgestimmte Zusammenwirken der menschlichen Organe und Versorgungssysteme wider (Peel, Kuys, & Klein, 2013). So wird die Gehfähigkeit vom zentralen und vom peripheren Nervensystem, von den Wahrnehmungsorganen, den Muskeln, dem Knochen- und Gelenksystem und von der Energieproduktion sowie der Energiebereitstellung beeinflusst (Ferrucci et al., 2000). Ist die Integrität eines dieser Systeme in Mitleidenschaft gezogen, kommt es i.d.R. zu Kompensationsbemühungen durch die anderen Systeme. Allerdings ist deren Spielraum begrenzt, wobei sich akute sowie chronische Krankheiten oder Entgleisungen negativ auf die Gehfähigkeit, sprich die Gehgeschwindigkeit auswirken (Peel et al., 2013).

In einem viel zitierten Review (S. L. Fritz & Lusardi, 2009) und dessen Update wird die habituelle Gehgeschwindigkeit gar als funktionelles Vitalzeichen dargestellt (Middleton et al., 2015), da sie die Eigenschaft besitzt, die o.g. Veränderungen anzuzeigen und sich daraus ergebende Limitationen für die körperliche Funktionalität sowie die Überlebenswahrscheinlichkeit vorherzusagen. Die bisherige wissenschaftliche und klinische Evidenz zur Beziehung zwischen der Gehgeschwindigkeit und spezifischen funktionellen und kognitiven Parametern ist in Abbildung 3 dargestellt. Diese Abbildung ist dem erwähnten Update der viel zitierten Publikation von Middleton und Kollegen entnommen. Die in der Abbildung referenzierten Artikel - dargestellt durch das Zitationsformat der hochgestellten Zahlen - werden in der Folge dieses Kapitels weitestgehend an den entsprechenden Stellen rezipiert.

Eine Gehgeschwindigkeit von 1,4 m/s (ca. fünf km/h) wird bei erwachsenen Männern bis 50 Jahre als normale, d.h. unbeeinträchtigte Gehgeschwindigkeit angesehen (Bohannon & Williams Andrews, 2011; Salbach et al., 2015). Bei Frauen liegen die Referenzwerte für die normale Gehgeschwindigkeit knapp darunter. Im Alter von 70-79 Jahren liegt die Gehgeschwindigkeit bei durchschnittlich 1,18 m/s für Männer und 1,13 m/s für Frauen (Salbach et al., 2015). Bei den über 80jährigen Frauen und Männern liegt die referenzierte Gehgeschwindigkeit knapp unter einem m/s (Bohannon & Williams Andrews, 2011). Das hat eine äußerst praktische Bedeutung für das Verhalten von Fußgängern im Straßenverkehr, vor allem beim Überqueren von Straßen mit Ampelanlagen. In der Bundesrepublik sind die

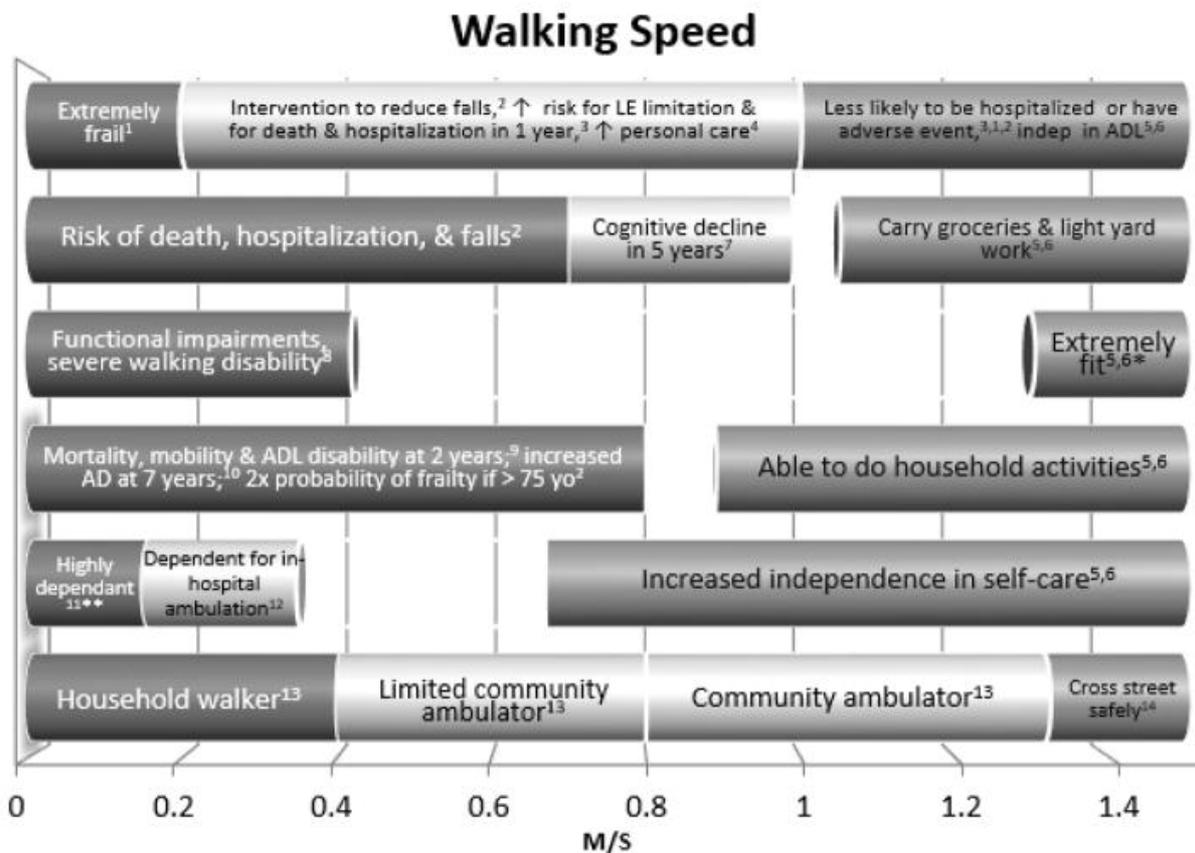
Ampelanlagen weitgehend so geschaltet, dass die Grünphasen auf eine Gehgeschwindigkeit von 1,2 m/s abgestimmt sind. Menschen bis 70 Jahre können demnach komfortabel die Straßen überqueren. Bei einem höheren Alter reicht die altersreferenzierte Gehgeschwindigkeit vielfach nicht mehr aus, um die Straße während der Grünphase sicher passieren zu können. Vielleicht ist dies einer der Bausteine, um zu verstehen, warum eine geringere habituelle Gehgeschwindigkeit mit einer reduzierten Teilhabe bzw. Partizipation älterer Menschen am gesellschaftlichen Leben einhergeht (Ekstrom, Dahlin-Ivanoff, & Elmstahl, 2011; Rydwick et al., 2012). Die in Abbildung 3 dargestellten 1,3 m/s zum sicheren Überqueren der Straße sind einer Publikation aus den USA entnommen und sprechen dafür, dass international ganz unterschiedliche Geschwindigkeiten berücksichtigt werden, um Straßen sicher überqueren zu können (Salbach et al., 2014). Praktischerweise gelten Menschen über 70 Jahre, die eine habituelle Geschwindigkeit von mind. 1,2 m/s respektive 1,3 m/s aufweisen als unabhängig, selbstständig oder - wie in Abb. 3 benannt - als „extremely fit“, d.h., unbeeinträchtigt in den funktionellen und motorischen Fähigkeiten (Studenski et al., 2003).

Doch auch über die altersbedingte Abnahme der Gehgeschwindigkeit hinaus lassen sich Referenzwerte der Geschwindigkeit für viele teils reversible, aber auch irreversible Zustandsänderungen feststellen. So ist die Gehgeschwindigkeit mit Änderungen des Gesundheitszustandes (Cesari et al., 2005; Purser et al., 2005) und der Identifikation von Gebrechlichkeit (auch als Frailty-Syndrom bezeichnet) bei selbstständig lebenden älteren Menschen assoziiert und korreliert sehr hoch mit dem Ausmaß an Gebrechlichkeit (Castell et al., 2013; Ritt et al., 2017). Eine habituelle Gehgeschwindigkeit von weniger als 0,8 m/s ist ein wichtiges Kriterium für die Diagnose einer beginnenden Gebrechlichkeit (Castell et al., 2013; Schoon, Bongers, van Kempen, Melis, & Olde Rikkert, 2014). Gegenwärtige Analysemodelle gehen allerdings davon aus, dass der benannte Cut-off von 0,8 m/s zur sicheren Identifikation des Frailty-Syndroms geschlechtsspezifisch nur für Frauen zutrifft. Für Männer liegt der Cut-off geringfügig höher (Auyeung, Lee, Leung, Kwok, & Woo, 2014).

Vor allem bei neurologischen Erkrankungen wie Schlaganfall oder Morbus Parkinson wird die Gehgeschwindigkeit seit Längerem als wesentliches Prädiktions- und Erfolgsmaß verwendet. Sie dient beispielsweise als Kennzeichen für Fortschritte bei der Rehabilitation von Schlaganfallpatienten: ein Cut-off von 0,8 m/s - in Abb. 3 als „community ambulator“ dargestellt - gilt demnach als Zeichen für die vollumfängliche Zurückerlangung der außerhäuslichen Mobilität, wohingegen Geschwindigkeiten von weniger als 0,41 m/s für eine hausgebundene Mobilität sprechen („household walker“) (Perry, Garrett, Gronley, & Mulroy, 1995). Des Weiteren ist die Gehgeschwindigkeit ein nützliches Maß um bei akut oder chronisch erkrankten älteren Menschen Hospitalisierungen oder Entlassungen aus der stationären Versorgung zu bestimmen (Graham, Fisher, Berges, Kuo, & Ostir, 2010). Ein Cut-off von 0,35 m/s ist mit einer Beschränkung der Mobilität innerhalb des Krankenhauses verbunden und darunter liegende Werte sprechen gegen eine Entlassung (Graham et al., 2010). Eine Geschwindigkeit von 0,6 m/s, gemessen innerhalb von 24 Stunden nach Notfallaufnahme bei älteren Menschen, kann das Ausmaß an Mobilitätsbeeinträchtigungen

30 Tage nach Entlassung vorhersagen (Bodilsen et al., 2016). Gerade für Entscheidungen bzgl. des zu wählenden Settings bei Entlassungen aus dem Krankenhaus (z.B. Überleitung in die ambulante oder vollstationäre Pflege) oder für die Ein- und Ausleitung rehabilitativer Maßnahmen ist die Gehgeschwindigkeit mittlerweile eines der wichtigsten Kriterien (Friedman, Richmond, & Baskett, 1988). Ein hohes Maß an Pflegebedürftigkeit (in Abb. 3 als „highly dependant“ oder „extremely frail“ bezeichnet) liegt bei Geschwindigkeiten unter 0,20 m/s (Studenski et al., 2003) oder unter 0,15 m/s vor (Friedman et al., 1988).

Abbildung 3: Die Beziehung zwischen der Gehgeschwindigkeit und funktionellen sowie kognitiven Parametern



* Fähigkeit, mehrere Treppenläufe zu steigen; ** Höhere Wahrscheinlichkeit für eine Langzeit-Hospitalisierung als für eine Entlassung nach Hause oder in ein Pflegeheim

Legende: m/s = Meter pro Sekunde; ↑ = Anstieg; LE = Untere Extremität („lower extremity“); indep = unabhängig („independent“); ADL = Aktivitäten des täglichen Lebens; AD = Alzheimer Demenz; 2x = zweimal; yo = Jahre alt („years old“)

Reprinted from J Aging Phys Act, 23 (2), A. Middleton, S. L. Fritz, M. Lusardi, Walking speed: The functional vital sign, Figure 1, Page 315, Copyright (2015), with permission from Human Kinetics Inc. and International Coalition for Aging and Physical Activity.

Eine reduzierte Gehgeschwindigkeit geht mit erhöhter Sturzhäufigkeit (Middleton, Fulk, Herter, et al., 2016; Montero-Odasso et al., 2005), verminderter motorischer bzw. posturaler Kontrolle (Woollacott & Shumway-Cook, 2002) und sturzbedingten Verletzungen einher. Auch die Angst vor Stürzen lässt sich anhand der Gehgeschwindigkeit ablesen (Sakurai et al.,

2017). Bei bereits gestürzten älteren Menschen gibt es eine indirekte Beziehung zwischen der Sturzangst und der reduzierten Gehgeschwindigkeit, denn die Änderung der Gehgeschwindigkeit ist der einzige signifikante Prädiktor für die Vergrößerung der Variabilität der Schrittfolge. Die größere Variabilität der Schrittfolgen ist der wichtigste Prädiktor für die Angst vor Stürzen (Ayoubi et al., 2014).

Außerdem gilt die Gehgeschwindigkeit als Prädiktionsmaß für funktionelle Beeinträchtigungen bei selbstständig lebenden älteren Menschen und für den Verlust der Mobilität sowie der Selbstständigkeit bei institutionalisierten älteren Menschen. Dergestalt konnte ein Cut-off von 1,0 m/s bei selbstständig lebenden älteren Menschen identifiziert werden, der innerhalb eines Zeitraumes von einem Jahr Ereignisse wie Hospitalisierung und Beeinträchtigungen der unteren Extremitäten (G. A. Abellan van Kan et al., 2009; Cesari et al., 2005) als auch das Auftreten von Stürzen (Montero-Odasso et al., 2005) vorhersagt. Auf die Verbindung zwischen der Gehgeschwindigkeit und den Alltagsaktivitäten ist in den unterschiedlichen Kontexten und im Kapitel 1.2 bereits hingewiesen worden. Dadurch, dass die Gehgeschwindigkeit in einer linearen Beziehung mit der $VO_2\text{max}$ steht, ist sie ein bedeutsamer Marker für die physiologische Reservekapazität und kardio-vaskuläre Ereignisse (Elbaz et al., 2005; Matsuzawa et al., 2013). Deshalb lässt sich das Ausmaß der Beeinträchtigung der Selbstständigkeit an der graduellen Reduktion der Gehgeschwindigkeit ablesen. Beispielsweise nimmt die Fähigkeit, Einkäufe zu tragen oder außerhäusliche Arbeiten (Gartenarbeit, Reparaturen) zu verrichten bei Gehgeschwindigkeiten unter 1,1 m/s stark ab. Bei Geschwindigkeiten unter 0,9 m/s erhöhen sich die Schwierigkeiten beim Verrichten innerhäuslicher Aktivitäten wie Essen zubereiten und Betten machen (Ainsworth et al., 2011; Studenski, 2009). Schließlich nimmt das Ausmaß der Abhängigkeit bei der Verrichtung basaler Aktivitäten des täglichen Lebens bei Geschwindigkeiten unter 0,8 m/s zu (Shimada et al., 2013) und Gehaktivitäten werden bei Geschwindigkeiten unter 0,6 m/s stark eingeschränkt (Ostir et al., 2015). Ein Cut-off von 0,41 m/s steht für eine hohe Wahrscheinlichkeit einer funktionellen Abhängigkeit (G. A. Abellan van Kan et al., 2009). In einer aktuellen Meta-Analyse sprach eine altersadjustierte Risikoquote pro Zunahme der Gehgeschwindigkeit um 0,1 m/s für eine Reduktion der Abhängigkeit beim Baden und Ankleiden und eine Abnahme der Mobilitätseinschränkungen bei älteren Männern und Frauen (S. Perera et al., 2016).

Ebenfalls ist in vielen Studien der Zusammenhang zwischen der Gehgeschwindigkeit und der Mortalität sicher bestätigt worden (Veronese et al., 2017). Eine geringe habituelle Gehgeschwindigkeit sagt bei älteren Patienten mit Herz-Kreislauf Problemen oder nach Herzoperationen Mortalität voraus (Afilalo et al., 2016; Dodson et al., 2016; Dumurgier et al., 2009) und ist dadurch ein wichtiger Indikator bei der Rehabilitation kardialer Erkrankungen im Alter. In einer aktuellen Meta-Analyse lag die Risikoquote einer geringen Gehgeschwindigkeit für die Gesamtmortalität bei über 65jährigen Personen bei 1,89 (95%CI = 1,46-2,46) (Liu et al., 2016). Bei hospitalisierten älteren Menschen geht eine Geschwindigkeit von 0,6 m/s und weniger in einem adjustierten Modell mit einem 2,9-fachen Risiko einher, innerhalb der nächsten zwei Jahre zu versterben (Ostir et al., 2015).

Aus den oben genannten Gründen wird seit den 2000er Jahren die Bestimmung der Gehgeschwindigkeit als Screening-Instrument für den routinemäßigen Einsatz bei älteren Menschen gefordert (Peel et al., 2013; Studenski, 2009). Ebenfalls besteht die Forderung die Gehgeschwindigkeit als universelles gesundheitsbezogenes Maß kontinuierlich bei älteren Menschen mit multiplen chronischen Erkrankungen einzusetzen (Working Group on Health Outcomes for Older Persons with Multiple Chronic Conditions, 2012). Ein Einsatz wäre sowohl ambulant im Rahmen einer hausärztlichen Untersuchung als auch stationär im Rahmen eines geriatrischen Assessments möglich. Für das Erkennen bestehender oder zukünftiger Probleme oder Risiken ist es unerheblich, ob die Gehgeschwindigkeit und die gesundheitlichen Veränderungen einen gemeinsamen kausalen Zusammenhang besitzen, der derzeit noch unzureichend verstanden wird, oder ob die Veränderungen des menschlichen Ganges eine direkte Folge kardiovaskulärer oder anderer gesundheitsbezogener Probleme ist (Cohen et al., 2016).

Außerdem scheint eine Beziehung zwischen der Lebensqualität und der Gehgeschwindigkeit zu bestehen. Eine verringerte habituelle Gehgeschwindigkeit geht mit einer reduzierten Lebensqualität und dem Auftreten depressiver Symptome einher (Ekstrom et al., 2011). Es wird argumentiert, dass die Abnahme der Geschwindigkeit zu einem Verlust der Motivation zum Gehen führt und als Konsequenz die Inaktivität fördert (Beijersbergen et al., 2013). Des Weiteren wird der Radius für außerhäusliche Aktivitäten durch eine reduzierte Gehgeschwindigkeit derart begrenzt, dass soziale Aktivitäten zwangsläufig eingeschränkt werden, wobei die Lebensqualität verringert und die depressive Symptomatik befördert wird (Ekstrom et al., 2011).

Auch für die Wirksamkeit von Interventionen bei älteren Menschen zur Verbesserung der Mobilität und/ oder der Alltagsfähigkeiten wird die Gehgeschwindigkeit als Erfolgsmaß häufig verwendet (Hortobagyi et al., 2015). Zudem dient die Verbesserung der Gehgeschwindigkeit bei älteren Menschen als Mediator für zusätzliche Effekte beispielsweise die Verbesserung der Teilhabe an sozialen Aktivitäten oder des Aktivitätsgrades (VanSwearingen, Perera, Brach, Wert, & Studenski, 2011). Ebenfalls gibt es eine enge Beziehung zwischen der habituellen Gehgeschwindigkeit und dem täglichen Ausmaß an körperlicher Freizeitaktivität bzw. der Anzahl der täglich absolvierten Schritte (Haight, van der Laan, & Tager, 2013; Middleton, Fulk, Beets, Herter, & Fritz, 2016).

Mit der Gebrechlichkeit steigt das Risiko für eine AD und kognitive Beeinträchtigungen (Boyle, Buchman, Wilson, Leurgans, & Bennett, 2010) selbst bei vorher nicht kognitiv beeinträchtigten älteren Personen (Auyeung, Lee, Kwok, & Woo, 2011). Somit ist es an sich wenig verwunderlich, dass derselbe Cut-off von 0,8 m/s zur Identifikation des Frailty-Syndroms bei kognitiv gesunden älteren Menschen auch das Auftreten einer AD vorhersagen kann (G. Abellan van Kan et al., 2012). Obwohl eine einheitliche und verbindliche Definition von Gebrechlichkeit derzeit noch aussteht, sind die Komponenten reduzierte Gehgeschwindigkeit und beginnende kognitive Beeinträchtigung wesentliche Bestandteile des Frailty-Syndroms (Robertson, Savva, & Kenny, 2013). Da, wie im Kapitel 1.2 dargestellt,

die Gesundheit des Gehirns sehr eng mit der körperlichen Gesundheit verknüpft ist und die körperliche Funktionalität zu einem großen Anteil von der Kognition beeinflusst wird, ist die Assoziation zwischen der Gebrechlichkeit und der kognitiven Beeinträchtigung naheliegend (Kuo, Leveille, Yu, & Milberg, 2007). Daraus lässt sich schließen, dass die Gehgeschwindigkeit ebenfalls mit der Kognition in Beziehung steht, wobei diese Beziehung nicht zwangsläufig auf das Frailty-Syndrom begrenzt sein muss. Auf der anderen Seite ist die Gehgeschwindigkeit eng mit dem Ausmaß körperlicher Aktivität verknüpft. Die Abnahme der körperlichen Aktivität und insbesondere die Zunahme der Inaktivität ist wiederum ein bedeutender Prädiktor für die Entwicklung einer Demenz (Quan et al., 2017). Traten bei älteren Menschen in einer prospektiven Kohortenstudie, die anfangs kognitiv und motorisch relativ unbeeinträchtigt selbstständig lebten, im Verlauf gleichzeitig kognitive Beeinträchtigungen und eine Reduktion der Gehgeschwindigkeit auf, dann erhöhte sich die Wahrscheinlichkeit einer vollstationären Dauerbehandlung (Langzeitpflege) innerhalb der nächsten Jahre um das Fünffache (RR= 4,97; 95%-CI = 2,14 bis 11,17) (M. von Bonsdorff, Rantanen, Laukkanen, Suutama, & Heikkinen, 2006). Die Beziehung zwischen der Gehgeschwindigkeit und der Kognition, der Gehirnstruktur und -funktion und der Demenz soll detailliert im Kapitel 1.3.2 behandelt werden.

Die Gehgeschwindigkeit kann in unterschiedlichen Settings und bei unterschiedlichen Populationen als zuverlässiges Maß dienen. Je nach Grad der vorhandenen Beeinträchtigung variiert die Gehgeschwindigkeit in den unterschiedlichen Populationen. D.h., Empfehlungen zur Gehgeschwindigkeit sind immer auf die entsprechende Population zugeschnitten. Viele Studien fanden beispielsweise mit selbstständig lebenden älteren Menschen statt, ob mit oder ohne chronische gesundheitliche Beeinträchtigungen. Einige Studien wurden im geriatrischen Setting durchgeführt (Peel et al., 2013) und andere wiederum bei Menschen in Langzeit-Pflegeeinrichtungen (Kuys et al., 2014). Zwar reflektiert die Gehgeschwindigkeit das entsprechende Setting, d.h., ist linear mit dem Ausmaß an Beeinträchtigungen assoziiert, aber bisher fehlen Referenzwerte, die den Erfolg von Interventionen in geriatrischen Settings und in der Langzeitpflege widerspiegeln (Graham, Ostir, Fisher, & Ottenbacher, 2008).

Zudem entstammen nahezu alle bisher genannten Erkenntnisse zur Bedeutung der Gehgeschwindigkeit aus Querschnittsdaten. Dadurch ist es zwar möglich einen Cut-off Wert für prospektive oder begleitende Veränderungen zu bestimmen, dennoch können diese Werte Kohorteneffekten unterliegen. Außerdem ist es nur in Längsschnittuntersuchungen verlässlich möglich, Trajektorien der Gehgeschwindigkeit über die Zeit zu entwickeln. Unter Trajektorien soll hier der zeitliche Verlauf der Gehgeschwindigkeit eines Individuums verstanden werden. Auf diesem Wege kann neben den bisher etablierten Cut-off Werten für die Gehgeschwindigkeit auf Populationsebene, ein weiteres Cut-off Maß etabliert werden: ein individueller oder gruppenspezifischer Grenzwert für die Veränderung der Gehgeschwindigkeit in einem definierten Zeitraum bezogen auf ein externes Kriterium wie den Verlust der Autonomie oder die Mortalität. Allerdings sind Längsschnittstudien in diesem Bereich gegenwärtig eher selten. Eine der wenigen Längsschnittstudie an selbstständig lebenden älteren Menschen (Durchschnittsalter zur BL von 78 Jahren) wies

nach, dass eine Abnahme der Gehgeschwindigkeit von 0,15 m/s und mehr pro Jahr mit einer signifikanten Erhöhung der Sturzgefahr assoziiert war (Quach et al., 2011). In einer weiteren Längsschnittstudie war die jährliche Abnahme der Gehgeschwindigkeit von 0,03 m/s (oder 2,4% pro Jahr) bei eingangs funktionell unbeeinträchtigten älteren Menschen (Durchschnittsalter zur BL von 73,5 Jahren) über einen Zeitraum von acht Jahren mit einer erhöhten Mortalität verbunden (White et al., 2013).

1.3.2 Die Gehgeschwindigkeit und kognitive Beeinträchtigungen/ Demenzen

Das Dual-Task Phänomen

Untersuchungen eingangs der 2000er Jahre haben gezeigt, dass die posturale Kontrolle und der menschliche Gang zu weitaus größeren Anteilen von kognitiven Prozessen und Exekutivfunktionen beeinflusst werden als bis dato angenommen (Amboni, Barone, & Hausdorff, 2013; Montero-Odasso, Verghese, Beauchet, & Hausdorff, 2012). Beispielsweise kann eine eingeschränkte Aufmerksamkeitsleistung für die posturale Kontrolle während des Gehens bei älteren Menschen dadurch entstehen, dass die entsprechenden Ressourcen anderweitig genutzt werden, um beispielsweise die eingeschränkte Sensorik zu kompensieren. Vorreiter dieser Erkenntnis war die „Stops walking while talking“ Studie, die bei älteren Pflegeheimbewohnern nachwies, dass die Unfähigkeit gleichzeitig Konversation zu betreiben und sich gehend fortzubewegen ein signifikanter Prädiktor für Sturzereignisse war (Lundin-Olsson, Nyberg, & Gustafson, 1997). Die Erkenntnisse wurden in der Folgezeit durch gezielte Manipulationen des menschlichen Ganges bei gleichzeitiger kognitiver Testung - auch als Dual-Task Paradigma bekannt -, sukzessive erweitert. Gegenwärtig ist folgendes bekannt:

- 1.) Altersbedingte Änderungen des menschlichen Gangbildes können teilweise durch kognitive Strategien - bewusster Einsatz übergeordneter Gehirnfunktionen - kompensiert werden (Plastizität des Gehirns). Diese Allokation kognitiver Ressourcen führt dazu, dass Ressourcen für andere Aufgaben fehlen (Beurskens & Bock, 2012).
- 2.) Mit zunehmendem Alter kommt es zu Veränderungen des Gehirns, die nicht unmittelbar mit einer Demenz assoziiert sind. Diese Veränderungen finden vor allem im Frontallappen statt und sind auf eine natürliche Atrophie des Marklagers und einen Verlust an zentralen Neuronen und synaptischen Verbindungen zurückzuführen. Durch diese selektiven Veränderungen sind vor allem die Exekutivfunktionen (insbesondere Aufmerksamkeit und Handlungsplanung) und das Arbeitsgedächtnis betroffen, deren Sitz im Frontallappen angenommen wird. In der Folge reduziert sich die Funktionsfähigkeit o.g. kognitiver Fähigkeiten und die kognitive Reservekapazität sinkt (Roe Holtzer, Wang, Lipton, & Verghese, 2012). D.h., die kognitiven Ressourcen reduzieren sich im Altersverlauf (Al-Yahya et al., 2011; Beurskens & Bock, 2012).

- 3.) Die gleichzeitige Beanspruchung desselben und ggf. reduzierten Ressourcenpools durch unterschiedliche Anforderungen (beispielsweise Gehen und das Rückwärtsbuchstabieren eines langen Wortes) verschlechtert die Leistung in mindestens einer Anforderung (Hausdorff, Yogev, Springer, Simon, & Giladi, 2005). Dieses Ergebnis wird in der Fachliteratur auch als dysfunktionale kognitiv-motorische Interferenz bezeichnet und dessen Ausmaß als „Dual-Task Kosten“. Eine aktuelle Meta-Analyse zum Dual-Task Paradigma an unbeeinträchtigten selbstständig lebenden älteren Menschen mit einer habituellen Gehgeschwindigkeit von mind. einem m/s konnte diesen Zusammenhang eindrucksvoll bestätigen: die Gehgeschwindigkeit verringerte sich stark, insbesondere wenn die Anforderungen gleichzeitig die Exekutivfunktionen forderten (E. Smith, Cusack, & Blake, 2016).
- 4.) Ist die kognitive Reservekapazität im Zuge kognitiver Beeinträchtigungen oder Demenzen zusätzlich reduziert, dann sind die Leistungen in beiden Anforderungen weitaus geringer (höhere Dual-Task Kosten) als bei kognitiv nicht beeinträchtigten Menschen (Cedervall, Halvorsen, & Aberg, 2014; Ijmker & Lamoth, 2012). Der Schweregrad der kognitiven Beeinträchtigung korreliert dabei sehr stark mit den Testleistungen in beiden Paradigmen (Amboni et al., 2013).

Jedoch ist es nach wie vor schwierig, die Alterseffekte von den pathologischen Effekten bezogen auf das Dual-Task Paradigma zu unterscheiden. Aktuell wird davon ausgegangen, dass sich mit dem Dual-Task Paradigma frühzeitige negative Veränderungen des Gehirns identifizieren lassen (Montero-Odasso & Hachinski, 2014). Mit der etablierten Verbindung zwischen Kognition und Motorik begann die systematische Überprüfung der Beziehungen zwischen Beeinträchtigungen des Ganges und Beeinträchtigung der Kognition in Relation zu Sturzereignissen und dem Auftreten von Demenzen (Bohannon & Glenney, 2014; Montero-Odasso et al., 2012; Rydwick et al., 2012).

Gehgeschwindigkeit und Kognition im Alter

Eine Veränderung der Gehgeschwindigkeit, d.h., eine Reduktion der habituellen Gehgeschwindigkeit geht mit Veränderungen der Exekutivfunktionen (Ble et al., 2005; Callisaya et al., 2015; Inzitari et al., 2007; Watson et al., 2010) des episodischen Gedächtnisses (Beauchet et al., 2014), der Verarbeitungsgeschwindigkeit (Watson et al., 2010; Welmer, Rizzuto, Qiu, Caracciolo, & Laukka, 2014) und einer Reduktion des Markklagers im Frontallappen einher (Rosano et al., 2008; Rosano et al., 2012) und gilt als unabhängiger Prädiktor für leichte kognitive Beeinträchtigungen (Buracchio, Dodge, Howieson, Wasserman, & Kaye, 2010; Dodge, Mattek, Austin, Hayes, & Kaye, 2012; Hsu, Liang, Liao, Chou, & Lin, 2017). Gerade die Beeinträchtigung der Exekutivfunktionen führt im Zusammenhang mit einer reduzierten Gehgeschwindigkeit laut einem systematischen Review zu einer erhöhten Sturzgefährdung älterer Menschen (Kearney, Harwood, Gladman, Lincoln, & Masud, 2013). In einer Meta-Analyse von Längsschnittstudien zur Beziehung zwischen körperlicher Funktionsfähigkeit und Kognition konnte nachgewiesen werden, dass die Reduktion der Gehgeschwindigkeit vor allem mit der Beeinträchtigung der fluiden

Intelligenz im Zusammenhang steht (Clouston et al., 2013). In einer aktuelleren Längsschnittstudie zum selben Gegenstand an mehr als 2.600 Personen zwischen 60 und 90 Jahren konnte der Zusammenhang zwischen reduzierter Gehgeschwindigkeit und verringerter fluider Intelligenz bestätigt werden (Gale, Allerhand, Sayer, Cooper, & Deary, 2014). Allerdings waren in beiden Arbeiten die Effektgrößen eher klein. Die fluide Intelligenz bezieht kortikale Strukturen ein (z.B. Frontallappen), die für das Arbeitsgedächtnis und die Aufmerksamkeit verantwortlich sind und das logische Denken und Problemlöseverhalten beinhalten. In einer weiteren Meta-Analyse von Querschnittsstudien zur Beziehung zwischen spatio-temporalen Gangparametern und Kognition, die hauptsächlich Studien zur Gehgeschwindigkeit beinhaltete, konnten kleine bis mittlere Effekte für die positive Assoziation der Gangparameter auf die globale Kognition, die Exekutivfunktionen, das Gedächtnis und die Verarbeitungsgeschwindigkeit berechnet werden (Demnitz et al., 2016).

Gehgeschwindigkeit und Demenzrisiko

Die leichte kognitive Beeinträchtigung ist ein Risikofaktor für die Entwicklung einer Demenz. In einer aktuellen Meta-Analyse wurde festgestellt, dass 32% der Personen mit MCI innerhalb von fünf Jahren eine Demenz entwickelten (Ward, Tardiff, Dye, & Arrighi, 2013). Eine Arbeitsgruppe um Verghese begann die derzeit nicht einheitlich definierten Kriterien des MCI (hier: Vorliegen subjektiver kognitiver Beeinträchtigung, unbeeinträchtigte Alltagsfunktionalität und Ausschluss einer Demenz), um den Parameter der Gehgeschwindigkeit zu ergänzen. Dabei wurde ein langsamer Gang als das Vorliegen einer Gehgeschwindigkeit unterhalb einer Standardabweichung der alters- und geschlechtsbedingten Norm definiert. Sie benannten das Konglomerat der Kriterien als Motorisch-kognitives Risiko-Syndrom (engl. „Motoric Cognitive Risk Syndrome“). Mithilfe dieses Syndroms ließ sich die prognostische Qualität für das Auftreten einer Demenz (insbesondere der VD) unter den Personen mit MCI stark steigern (Verghese, Wang, Lipton, & Holtzer, 2013). Der Zusammenhang zwischen einer verringerten Gehgeschwindigkeit und MCI ist besonders deutlich für den „amnestischen MCI“ Sub-Typ (Tseng, Cullum, & Zhang, 2014).

Auch außerhalb dieses neuen Syndroms geht eine Reduktion der habituellen Gehgeschwindigkeit mit einem erhöhten Risiko der Entwicklung einer Demenz einher (G. Abellan van Kan et al., 2012; Bullain et al., 2013; Mielke et al., 2013) und zeigt Veränderungen eher an als kognitive Testverfahren zur Unterstützung einer Demenzdiagnose (Camicioli, Howieson, Sexton, & Kaye, 1998; Waite et al., 2005). In einer aktuellen systematischen Übersichtsarbeit von Längsschnittstudien bei anfänglich kognitiv nicht beeinträchtigten älteren Personen wurden die eingangs ermittelten Gehgeschwindigkeiten auf die im Verlauf festgestellten kognitiven Beeinträchtigungen bezogen. Danach wiesen die kognitiv nicht beeinträchtigten älteren Personen die durchschnittlich höchsten Geschwindigkeiten auf (1,1 m/s). Personen, die ein MCI entwickelten, erreichten Geschwindigkeiten von 0,9 m/s und Personen, die eine Demenz oder eine kognitive Beeinträchtigung entwickelten, erreichten Geschwindigkeiten von 0,8

bzw. 0,7 m/s (Kikkert, Vuillerme, van Campen, Hortobagyi, & Lamoth, 2016)¹⁴. Eine ähnliche Ausgangsgehgeschwindigkeit von 0,72 m/s wurden in einer jüngst veröffentlichten prospektiven Kohortenstudie mit einem Follow-up von 4,4 Jahren verzeichnet, um kognitive Beeinträchtigung bei ca. 1.250 anfänglich kognitiv unbeeinträchtigten selbstständig lebenden älteren Menschen vorherzusagen (Veronese et al., 2016). Beide Autorengruppen folgerten, dass eine Reduktion der Gehgeschwindigkeit der globalen kognitiven Veränderung sowie der Veränderung spezifischer kognitiver Funktionen vorausgeht.

Die prognostische Qualität der räumlich-zeitlichen Gangparameter für die Demenz wurde in einer Meta-Analyse untermauert (Beauchet et al., 2016) und ließ den Ruf laut werden, Veränderungen der Gangparameter als Biomarker zur frühen Identifikation einer Demenz oder kognitiver Pathologien zu nutzen (Cohen et al., 2016). Wermutstropfen der genannten Meta-Analyse ist, dass hauptsächlich Studien der Autorengruppe einbezogen wurden, die zudem auf diesen positiven Zusammenhang verwiesen. Studien anderer Autoren zeigten in der Meta-Analyse ein eher heterogenes Bild der Gangparameter (Beauchet et al., 2016). Eine Meta-Analyse, welche die einzelnen Komponenten der motorischen Funktionsfähigkeit auf die Inzidenz einer Demenz prüfte, fand heraus, dass die Gehgeschwindigkeit hochsignifikant die Entstehung einer Demenz bestimmen kann. Die Autoren ermittelten ein Hazard Ratio für die prognostische Qualität der Gehgeschwindigkeit von 1,94 (95%CI = 1,41-2,65) für die Inzidenz einer Demenz (Kueper, Speechley, Lingum, & Montero-Odasso, 2017). Zudem fand eine Meta-Analyse prospektiver Kohortenstudien, welche die eingangs ermittelte Gehgeschwindigkeit der gepoolten Daten in Quantile abbildete und die Gruppe mit der höchsten Gehgeschwindigkeit mit der Gruppe der niedrigsten Gehgeschwindigkeit verglich, gleichfalls einen Zusammenhang zwischen der Verringerung der Gehgeschwindigkeit und dem Risiko einer kognitiven Beeinträchtigung oder einer Demenz (Quan et al., 2017). Anhand dieser Methodik wurden im Vergleich der beiden Gruppen gepoolte Risk-Ratios (RR) von 1,89 (95%CI = 1,54-2,31) für das Risiko einer kognitiven Beeinträchtigung und 1,66 (95%CI = 1,43-1,92) für das Risiko einer Demenz festgestellt. Mit jeder Reduktion der Gehgeschwindigkeit von zehn cm/s (0,1 m/s) stieg das Risiko für eine Demenz um 13% (RR = 1,13; 95%CI = 1,08-1,18) (Quan et al., 2017). In multiplen linearen Regressionsmodellen aus Querschnittsdaten von mehr als 1.700 Menschen über 65 Jahre mit unterschiedlichem kognitivem Status konnte die graduelle Abnahme der Gehgeschwindigkeit den Verlauf der kognitiven Beeinträchtigung exzellent nachzeichnen und nahm sukzessive mit Zunahme der Demenzschwere ab (Allali et al., 2016).

¹⁴ Der Unterschied zwischen Personen mit Demenz und kognitiver Beeinträchtigung beruhte auf den jeweilig in den Primärstudien eingesetzten Verfahren zur Identifikation einer kognitiven Beeinträchtigung. Für Personen mit Demenz lagen demenzspezifische Diagnosen vor. Die Bestimmung kognitiver Beeinträchtigung erfolgte i.d.R. durch etablierte Messverfahren der globalen Kognition oder funktionsspezifischer Messverfahren.

Gehgeschwindigkeiten bei Demenz oder kognitiver Beeinträchtigung

Gangstörungen¹⁵ sind insbesondere bei LBD und VD weit verbreitet. In einer Studie von Allan und Kollegen wiesen alle Teilnehmer mit einer schweren Demenz vom Typ DLB und PD eine Gangstörung auf. Über alle Demenzschweregrade hinweg wurden in der Studie folgende Prävalenzen für Gangstörungen für die einzelnen Demenz-Formen ermittelt: PD = 93%, VD = 79%, DLB = 75% und AD = 25%. Erst mit zunehmender Demenzschwere erhöht sich auch die Prävalenz von Gangstörungen bei AD auf 50% (Allan, Ballard, Burn, & Kenny, 2005). Die FTD blieb in dieser Studie unberücksichtigt. Bei den Gangstörungen werden sämtliche räumlich-zeitlichen Parameter und zusätzlich die Oberkörperschwingungen und der Armeinsatz beim Gehen betrachtet. Die Veränderung der Gehgeschwindigkeit ist dabei nur eine Teilkomponente. Gangstörungen galten bisher bei der Diagnose einer leichten Demenz vom Alzheimer Typ in vielen diagnostischen Manualen als Ausschlusskriterium (Morgan et al., 2007). Gangstörungen traten nach Meinung vieler Experten erst in späteren Stadien der Demenzen auf (Scherder et al., 2007). Dabei ist gerade die Reduktion der Gehgeschwindigkeit im Verlauf der Erkrankung ein prominentes Merkmal aller Demenzformen (van Iersel, Hoefsloot, Munneke, Bloem, & Olde Rikkert, 2004; Wittwer, Webster, & Menz, 2010). Allerdings wurden bisher zumeist kognitiv unbeeinträchtigte oder demenzfreie Personen im Querschnitt mit Personen verglichen, die eine Demenzdiagnose besaßen oder kognitiv beeinträchtigt waren.

Zur Differentialdiagnose der Demenzformen ist die Gehgeschwindigkeit derzeit nicht geeignet. Hier fehlen mögliche Cut-offs oder Verlaufsindikatoren bzw. Trajektorien. Jedoch gibt es erste Befunde, dass Menschen mit VD eine gegenüber Menschen mit AD verringerte Gehgeschwindigkeit aufweisen (Valkanova & Ebmeier, 2017; van Iersel et al., 2004). In einer Studie wurde gefunden, dass Menschen mit LBD signifikant langsamer gehen als Menschen mit einer AD. Dabei ist der Unterschied zwischen der Gehgeschwindigkeit von Menschen mit einer AD und Menschen mit einer DLB noch größer als der Unterschied zwischen Menschen mit einer AD und Menschen mit einer PD. Die Unterschiede zwischen DLB und PD rangieren allerdings im Zufallsbereich (N. E. Fritz et al., 2016). Eine etwas ältere Studie fand keinen Unterschied in der Gehgeschwindigkeit zwischen AD und LBD (Merory, Wittwer, Rowe, & Webster, 2007). Ebenfalls gibt es Hinweise darauf, dass die von Verhaltensauffälligkeiten geprägte Variante der FTD eine über den Zufall hinausgehende Reduktion der

¹⁵ Gangstörungen werden gegenwärtig anhand von zwei verschiedenen Klassifikationssystemen eingestuft. Zum einen werden Gangstörungen in neurologische (Verletzungen der neuronalen Pfade, welche die zentralen kortikal-motorischen mit den peripheren neuromuskulären Systemen verbinden) und nicht-neurologische Subtypen (aufgrund körperlicher Beeinträchtigungen) unterschieden. Zum anderen können die Gangstörungen anhand des Ausmaßes der Nutzung höherer kortikaler Strukturen in geringe, mittlere oder hochgradige Gangstörung unterschieden werden. Die Etablierung von Subtypen wird vielfach als sinnvoll erachtet, um die Lokalisation der Schädigung und die zugrundeliegende Pathologie zu verstehen, sowie die Prognose von Risiken für motorische und kognitive Outcomes zu unterstützen. Dennoch ist die Güte der Klassifikationssysteme bisher nicht bestätigt und bei vielen Subtypen überlagern sich die Symptome (Nadkarni et al., 2014).

Gehgeschwindigkeit im Vergleich zu nicht beeinträchtigten Personen und Personen mit AD gerade beim Dual-Task Paradigma aufweist (Allali et al., 2010). In einer Längsschnittstudie mit einer Studiendauer von acht Jahren wurden die Verlaufslinien (Trajektorien) der Mobilität eines eingangs der Studie kognitiv nicht beeinträchtigten Samples abgebildet. Während der Studie entwickelten viele Teilnehmer des Samples eine Demenz. Alle Demenzformen wiesen gegenüber der kognitiv nicht beeinträchtigten Kontrollgruppe eine signifikant schnellere Verringerung der mobilitätsbezogenen Fähigkeiten auf. Die Gruppe mit einer VD zeigte gegenüber allen anderen Gruppen die stärksten Verluste (Tolea, Morris, & Galvin, 2016).

Die praktische Implikation der benötigten Mindestgeschwindigkeit zum Überqueren von Straßen mit Ampelanlagen hat für Menschen mit Demenz eine weitaus gravierendere Bedeutung. So war es in einem Sample von Personen mit leichter und mittelschwerer Demenz keiner Person möglich, die geforderten 1,2 m/s für das sichere Überqueren der Straße zu erreichen (Callisaya et al., 2017). Das Sample war durchschnittlich 73,3 Jahre alt und hätte eine altersreferenziert weitaus höhere durchschnittliche Gehgeschwindigkeit aufweisen müssen. Bei Menschen mit Demenz, die in betreuten Wohneinrichtungen leben, weist eine reduzierte Gehgeschwindigkeit auf ein erhöhtes Sturzrisiko hin (McGough, Logsdon, Kelly, & Teri, 2013). Für die erhöhte Sturzgefahr bei Demenzkranken mit reduzierter Gehgeschwindigkeit werden Störungen der Exekutivfunktionen verantwortlich gemacht (Sheridan & Hausdorff, 2007). Die Beziehung zwischen Exekutivfunktionen und funktionellen Fähigkeiten wurde in einer prospektiven Kohortenstudie mit einer Beobachtungszeit von einem Jahr bei Menschen mit leichter bis mittelschwerer Demenz untersucht. Dabei wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Ausgangsgehgeschwindigkeit der Teilnehmer und den im Follow-up gemessenen Exekutivfunktionen festgestellt. Die Autoren folgerten, dass eine geringere Ausgangsgehgeschwindigkeit zu größeren Verringerungen der Exekutivfunktionen bei Menschen mit Demenz führt (Taylor et al., 2017).

Weiterführende Erkenntnisse zur Beziehung zwischen demenziellen Erkrankungen und der Gehgeschwindigkeit bezogen auf die funktionellen und globalen kognitiven Fähigkeiten sind nach Kenntnisstand des Autors nicht vorhanden. Bisher ist bei Menschen mit Demenz der Zusammenhang zwischen Gehgeschwindigkeit und Lebensqualität und Gehgeschwindigkeit und nicht-kognitiver Symptomatik gänzlich unbekannt. Die dazu im Vergleich gesicherten Erkenntnisse zur Beziehung zwischen der Gehfähigkeit und der Kognition bei Menschen mit leichten kognitiven Beeinträchtigungen und deren Transition zur Demenz wäre, dass spezifische Gehprogramme - respektive das Befolgen der Empfehlungen der genannten Mindestanforderungen für körperliche Gehaktivitäten - zur Demenzprävention beitragen können (Amboni et al., 2013; Kikkert et al., 2016). Allerdings sind Studien zu Effekten von Gehaktivitäten bei bestehender Demenz oder kognitiven Beeinträchtigung bisher rar und zeigen in der Zusammenschau widersprüchliche Ergebnisse bzgl. der Verlangsamung des kognitiven und funktionellen Abbaus. Ein Grund dafür könnte sein, dass Gangparameter wie eine Reduktion der Gehgeschwindigkeit nicht als mögliche konfundierende Variablen

berücksichtigt werden und Interventionen zumeist von kurzer Dauer und höchst unterschiedlicher Intensität sind (Scherder et al., 2007).

Gehgeschwindigkeit und neuronale bzw. gehirnspezifische Veränderungen

Die bisher genannten Befunde zur engen Beziehung zwischen Gehgeschwindigkeit und Kognition werden durch Ergebnisse bildgebender Verfahren unterstützt. So tragen die Atrophie des Marklagers im Frontallappen und im limbischen System (speziell die Atrophie des Gehirnbalkens („Corpus Callosum“) und des Hippocampus), die Atrophie der grauen Substanz des Kortex, des Kleinhirns und der motorischen Areale, die ventrikuläre Erweiterung (als Zeichen der subkortikalen Atrophie), ein reduzierter Metabolismus im Hippocampus sowohl zu einer Reduktion der Gehgeschwindigkeit als auch zu kognitiven Dysfunktionen bei (Amboni et al., 2013; R. Holtzer, Epstein, Mahoney, Izzetoglu, & Blumen, 2014; Nadkarni et al., 2014; Wennberg, Savica, & Mielke, 2017). Außerdem geht eine Anhäufung von β -Amyloid-Plaques insbesondere im Corpus Striatum aber auch in anderen Gehirnregionen mit einer reduzierten Gehgeschwindigkeit einher (del Campo et al., 2016; Wennberg et al., 2017). Möglicherweise besteht ebenfalls ein Zusammenhang zwischen der Akkumulation von Tau-Fibrillen insbesondere in der Substantia Nigra und der Reduktion der Gehgeschwindigkeit (Wennberg et al., 2017). Die Assoziation der Atrophie des Marklagers mit der Reduktion der Gehgeschwindigkeit ist sogar im Längsschnitt beobachtet worden (Callisaya et al., 2013).

Andere Arbeiten kamen zu widersprüchlichen Ergebnissen in ihren adjustierten Modellen zur Beziehung zwischen der Gehgeschwindigkeit und strukturellen Veränderungen des Gehirns auf der Grundlage von Querschnittsdaten: Ezzati und Kollegen konnten zwar eine Assoziation zwischen der Gehgeschwindigkeit und der grauen Substanz des Kortex nachweisen, aber die vorher genannten strukturellen Veränderungen im Zusammenhang mit der Gehgeschwindigkeit konnten nur in nicht-adjustierten Modellen gefunden werden (Ezzati, Katz, Lipton, Lipton, & Verghese, 2015). Ebenfalls konnten keine bedeutsamen Zusammenhänge zwischen der Gehgeschwindigkeit und spezifischen Gehirnregionen und Gehirnstrukturen in einem ausführlichen Review gefunden werden (Kilgour, Todd, & Starr, 2014). Einen guten Überblick über die derzeitigen Erkenntnisse zu vermeintlich betroffenen Gehirnregionen und kortikalen sowie subkortikalen Kreisläufen im Zusammenhang mit Gangparametern und kognitiven Beeinträchtigungen und Demenzen bieten die Gehirnkarten von Tian und Kollegen (Tian et al., 2017).

Die vorherrschende Theorie zum Zusammenhang zwischen Gangparametern (hier: Gehgeschwindigkeit) und Kognition (Exekutivfunktionen, Verarbeitungsgeschwindigkeit, Arbeitsgedächtnis) ist das Aufbrauchen der kognitiven Reservekapazität, weil beide Parameter auf dieselben Strukturen und Funktionen des Kleinhirns, der Basalganglien und des Parietal- und Frontallappens zurückgreifen (R. Holtzer et al., 2014). Die benannten Gehirnstrukturen bilden die Schnittstelle für somatosensorische, visuelle und auditive Informationen (Jamour, Becker, Synofzik, & Maetzler, 2012). Die Neurodegeneration o.g. Gehirnstrukturen bedingt sowohl die Veränderung der Gehgeschwindigkeit als auch die

kognitive Symptomatik. Neben der Neurodegeneration können auch ischämische Prozesse innerhalb dieses kortikalen Netzwerkes, die mit cerebro-vaskulären Veränderungen und Rückbildungen einhergehen, mit der gleichzeitigen Abnahme motorischer und kognitiver Funktionen verbunden sein (Nakamura et al., 1997). Andere Autoren führen die wechselseitige Beziehung zwischen Gehgeschwindigkeit und Kognition auf den biologischen Prozess der zellulären Seneszenz zurück (Gale et al., 2014). Darunter wird die zelluläre Stressantwort auf die Proliferation von Krebszellen im höheren Alter verstanden. Die zelluläre Seneszenz nimmt mit fortschreitendem Alter weiter zu, wobei die Seneszenz mit der Ausschüttung von entzündungsfördernden Zytokinen, Wachstumsfaktoren und Proteasen begleitet wird. Diese pathologischen Prozesse führen zu einer Verminderung kognitiver und motorischer Funktionen. Auch Entzündungsprozesse könnten für den degenerativen Prozess verantwortlich sein, indem sie den oxidativen Stress erhöhen und dadurch die Neurogenese und die Plastizität des Gehirns gerade in den Kernregionen der kognitiven und motorischen Funktionen beeinflussen (Valkanova & Ebmeier, 2017). Wiederum andere Autoren sehen einen Zusammenhang zwischen den beiden Parametern in der im Alternsverlauf reduzierten Muskelkraft, die wiederum mit einer verringerten Ausschüttung von Sexualhormonen einhergeht. Gerade freies Testosteron scheint ein unabhängiger Risikofaktor für die AD zu sein (Quan et al., 2017).

1.4 Die Bestimmung der Responsivität und Reproduzierbarkeit der Gehgeschwindigkeit

Im Kapitel 1.3 wurde die Verbindung zwischen der habituellen Gehgeschwindigkeit und den funktionellen sowie kognitiven Fähigkeiten dargestellt. Es wurde ebenfalls die prognostische Fähigkeit der Gehgeschwindigkeit zur Bestimmung einschneidender Lebensereignisse beispielsweise der Vorhersage von Demenzen und kognitiven Beeinträchtigungen diskutiert. Es wurde aber auch darauf verwiesen, dass es nur wenige Längsschnittstudien in diesem Bereich gibt, in denen die Trajektorien der Gehgeschwindigkeit bestimmt wurden. Gerade für klinische oder wissenschaftliche Fragestellungen (beispielsweise für Interventionen oder Kalkulationen von Samplegrößen) ist es hochrelevant zu wissen, wann eine bedeutende Veränderung der Gehgeschwindigkeit eingetreten ist (S. Perera, Mody, Woodman, & Studenski, 2006). Obwohl die Bestimmung der Gehgeschwindigkeit per Einmalmessung als valide und zuverlässige Methode gilt (Middleton et al., 2015), ließe sich möglicherweise durch die Bestimmung der Veränderung der Gehgeschwindigkeit die Verlässlichkeit der Aussage für definierte Populationen weiter steigern. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Gütekriterien der Bestimmung der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz. Insbesondere soll die Methodik zur Sicherung der prognostischen Qualität der habituellen Gehgeschwindigkeit und deren Trajektorien über die Zeit dargestellt werden. In diesem Sinne werden in diesem Kapitel die Empfindlichkeit (Responsivität) und die Reproduzierbarkeit (Präzision) der Gehgeschwindigkeit behandelt und abschließend wird der bisherige Kenntnisstand dieser Kriterien bei demenziell Erkrankten aufgezeigt.

Die Gehgeschwindigkeit ist unter den Gangparametern und funktionellen Maßen ein vergleichsweise einfach zu ermittelnder Parameter und wird in der Literatur für unterschiedliche Populationen bzw. Zielgruppen älterer Menschen als zuverlässiges und valides Maß im klinischen und im Forschungsbereich eingesetzt (Graham et al., 2008; Middleton et al., 2015; Rydwick et al., 2012; Tyson & Connell, 2009). Dabei scheint es für die Reliabilität unerheblich zu sein, wie lang die Teststrecke zur Ermittlung der Gehgeschwindigkeit ist (Ng et al., 2013) und ob Handmessungen mit Stoppuhr oder vollelektronische Messtechniken oder Sensormatten eingesetzt werden (Peters, Middleton, Donley, Blanck, & Fritz, 2014; Petersen et al., 2012). Weit verbreitet sind bei den distanzgebundenen Verfahren Längen zwischen vier und zehn Metern. Allerdings geben einige Autoren zu bedenken, dass für die Güte eines Testverfahrens auch objektive Kriterien wie die Standardisierung der Testabläufe, eine definierte Ein- und Auslaufzone und die Wiederholung des Testdurchlaufs innerhalb derselben Messphase dazugehören (Pasma et al., 2014; Rydwick et al., 2012). Eine einzige Messung innerhalb eines Testdurchlaufs ist zur Bestimmung der habituellen Gehgeschwindigkeit nicht ausreichend (Tyson & Connell, 2009). Finden mehrere Wiederholungen des Testlaufes statt, dann lassen sich entweder Durchschnittswerte der Testläufe ermitteln oder es fließt der schnellste Durchgang in die Bewertung ein. Bisher fehlt es hier an einheitlichen Regelungen zur Bestimmung der Gehgeschwindigkeit. Daher lassen sich bisherige Ergebnisse von Reliabilitätsstudien

(beispielsweise zur Identifikation kleinster tatsächlicher Unterschiede) nur schwer miteinander vergleichen (Graham et al., 2008; Pasma et al., 2014). Es muss konstatiert werden, dass die gleichzeitige Gültigkeit („concurrent validity“) der Methoden zur Bestimmung der habituellen Gehgeschwindigkeit aufgrund unterschiedlicher Methoden und Teststrecken möglicherweise eingeschränkt ist (Peters et al., 2014).

Mithilfe von Maßen der Reliabilität soll das Ausmaß der Differenz bzw. der Grad der Übereinstimmung von Messungen bestimmt werden, beispielsweise zwischen Wiederholungsmessung oder zwischen mehreren Ratern. Dahinter verbirgt sich die Zielsetzung, dass bei stabilen Personen Wiederholungsmessungen oder Messungen durchgeführt von unterschiedlichen Personen zum selben Ergebnis führen. Ungleich komplexer gestaltet es sich, soll mit hoher Zuverlässigkeit eine Veränderung über die Zeit auf Personenebene dargestellt werden. Diese Messung muss gleichzeitig frei sein von inter- und intraindividuellen Fehlern. Der Zusammenhang zwischen den Testdurchläufen (Test-Retest Methode) und den Messwerkzeugen oder beurteilenden Personen (Interrater Methode) soll als absolutes Ausmaß der Übereinstimmung in der Maßeinheit der Messung erfolgen¹⁶. Dazu ist neben dem bewährten Konzept der Messung der relativen Reliabilität, das Konzept der absoluten Reliabilität einzuführen (Stratford & Goldsmith, 1997). Die relative und absolute Reliabilität sind beides Maße der Präzision eines Messinstruments, wobei sich auch hierzulande der englischsprachige Begriff der Reproduzierbarkeit (engl. „reproducibility“) für diesen Teil der Reliabilitätsmessungen durchgesetzt hat.

Die Bestimmung der relativen Reliabilität

Die geeignetste Methode zur Bestimmung der relativen Reliabilität für kontinuierliche Maße wie die Gehgeschwindigkeit ist die Berechnung des Intraklassenkorrelationskoeffizienten (ICC). Der ICC ist ein dimensionsloses Maß und kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei ein kleinerer Wert für einen geringeren Zusammenhang steht und ein größerer Wert für einen höheren Zusammenhang. Ein Wert von 1 bezeichnet einen perfekten Zusammenhang. Anders als der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient berechnet der ICC nicht nur die Stärke des Zusammenhangs zwischen beurteilenden Personen oder Testdurchläufen, sondern berücksichtigt gleichzeitig auch die Varianzen der Einzelbeurteilungen oder Testdurchläufe in Bezug zur Gesamtvarianz (Deyo, Dier, & Patrick, 1991; Shrout & Fleiss, 1979). Einfacher ausgedrückt ist der ICC ein Maß des Verhältnisses definierter Varianzen (aus mehreren Möglichkeiten), welche den Objekten einer Messung

¹⁶ Insbesondere in der englischsprachigen Literatur wird häufig zwischen Reliabilität und Übereinstimmung (engl. „agreement“) unterschieden, um das Ausmaß von Messfehlern zu identifizieren (de Vet, Terwee, Knol, & Bouter, 2006). Folgt man dieser Unterscheidung, dann werden die Maße der absoluten Reliabilität dem Konto der Übereinstimmungsmaße zugeschlagen, weil sie das Ausmaß des Messfehlers bestimmen. Die Reliabilität wäre dann ein reines Verhältnismaß im Sinne der relativen Reliabilität, da es um die Güte der Differenzierung zwischen Merkmalsträgern geht.

zugeschrieben werden. So lassen sich ggf. auch systematische Unterschiede zwischen den Objekten (i.d.R. den Testteilnehmern) finden.

Es gibt verschiedene Versionen des ICC bezogen auf die Art der Bestimmung der Varianz, die sich nach dem experimentellen Design und dem konzeptionellen Ziel der Untersuchung richten. Gute Übersichtsarbeiten zur Herleitung der Verwendung bestimmter ICC finden sich in (McGraw & Wong, 1996; Shrout & Fleiss, 1979; Weir, 2005). Für das Verständnis der Berechnung der einzelnen ICC ist es wichtig zu wissen, woraus die Gesamtvarianz besteht. Die Gesamtvarianz ergibt sich aus der Varianz um den wahren Wert und der Fehlervarianz. Fehler können zwischen (interindividuell) den und innerhalb (intraindividuell) der Messobjekte auftreten. Zusätzlich gibt es einen Restfehler, das sogenannte Residuum. Die einzelnen Varianzen lassen sich mittels einer Varianzanalyse (ANOVA) bestimmen. Zur Verdeutlichung stellt Tabelle 2 eine Datenmatrix mit Personen von 1 bis n (Messobjekte), wobei eine Person pro Zeile steht und Messungen von 1 bis k , wobei eine Messung pro Spalte steht, dar. Demnach ist das erste Messergebnis für die erste Person ($\chi_{1,1}$) in der ersten Zeile der ersten Spalte zu finden und das letzte Messergebnis für die letzte Person ($\chi_{n,k}$) in der letzten Spalte der letzten Zeile (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Datenmatrix für die Berechnung der Intraklassenkorrelationskoeffizienten

Messobjekt	Messungen				
	1	2	3	...	k
1	$\chi_{1,1}$	$\chi_{1,2}$	$\chi_{1,3}$	...	$\chi_{1,k}$
2	$\chi_{2,1}$	$\chi_{2,2}$	$\chi_{2,3}$	...	$\chi_{2,k}$
3	$\chi_{3,1}$	$\chi_{3,2}$	$\chi_{3,3}$	...	$\chi_{3,k}$
...
n	$\chi_{n,1}$	$\chi_{n,2}$	$\chi_{n,3}$	...	$\chi_{n,k}$

Mittels ANOVA werden die durchschnittlichen Quadrate (engl.: „Mean Squares“ kurz MS) für die Spalten („Columns“): MS_C , für die Zeilen („Rows“): MS_R , die durchschnittlichen Quadrate innerhalb der Zeilen („Within“): MS_W und der durchschnittliche Quadratfehler (engl.: „Mean Square Error“): MS_E bestimmt. Die grundlegende Entscheidung, die für die Bestimmung des ICC getroffen werden muss, ist die, ob die unterschiedlichen Varianzen auf der Grundlage der unterschiedlichen Messungen und der Fehler zusammengenommen (1-Wege Modelle) oder getrennt betrachtet (2-Wege Modelle) werden sollen. In den 1-Wege Modellen sind alle Fehlerquellen im MS_W vereint. Bei den 2-Wege Modellen muss zusätzlich entschieden werden:

- 1) ob die Spaltenvariablen (also die unterschiedlichen Messungen) zufällig oder zur Gänze (fixiert) in das Modell aufgenommen werden bzw. ob eine Generalisierung der Daten über die Studie hinaus angestrebt wird,
- 2) ob die Einzelmessungen ($\chi_{1,1}$ bis $\chi_{n,k}$) oder die Durchschnittsmessungen der k Spalten (Durchschnittswerte auf Messwiederholungsebene (1 bis k) in die Berechnung mit einfließen und
- 3) ob die Varianz der Spalten aus dem Nenner gestrichen (Konsistenz-Maß) oder im Nenner beibehalten wird (Maß der absoluten Übereinstimmung).

Daraus folgt, dass es bei den 2-Wege Modellen sowohl Random-Effekt mit Einzel- und Durchschnittsmessungen als auch Fixed/Mixed-Effekt Modelle mit Einzel- und Durchschnittsmessungen gibt. Diese werden zumeist nach der Nomenklatur von Shrout & Fleiss (1979) als $ICC_{2,1}$ (= 2-Wege Random-Effekt Modell auf der Basis von Einzelmessungen), $ICC_{2,k}$ (= 2-Wege Random-Effekt Modell auf der Basis von Spaltendurchschnittswerten), $ICC_{3,1}$ (2-Wege Mixed-Effekt Modell auf der Basis von Einzelmessungen) oder als $ICC_{3,k}$ (= 2-Wege Mixed-Effekt Modell auf der Basis von Spaltendurchschnittswerten) bezeichnet (Shrout & Fleiss, 1979). Bei der Bestimmung der relativen Test-Retest Reliabilität kommt gerade in den Bewegungswissenschaften zumeist der $ICC_{3,1}$ zum Einsatz, obwohl dessen Verwendung nicht unumstritten ist, da bestimmte systematische Fehler nicht ausgeschlossen werden können (Weir, 2005).

Unter Berücksichtigung der o.g. Abschnitte repräsentiert der ICC die Varianz um den wahren Wert; d.h., ein ICC von 0,90 bedeutet, dass 90% der beobachteten Varianz auf die Varianz um den wahren Wert zurückzuführen ist und 10% auf die Fehlervarianz. Mit der Feinjustierung des ICC durch die unterschiedliche Berücksichtigung von Fehlerquellen bzw. Einzel- als auch Spaltenwerten wird die Fehlervarianz differenziert. Das hat Auswirkungen auf die Höhe des ICC und dessen Genauigkeit als relatives Maß. Aber auch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Quellen für die Varianz ist die Aussage des ICC darauf begrenzt, dass anhand des ICC nur abgelesen werden kann, wie gut ein Messinstrument die einzelnen Objekte (Testteilnehmer) differenziert.

Die Bestimmung der absoluten Reliabilität

Der Vorteil der Bestimmung der absoluten Reliabilität ist, dass gerade bei kontinuierlichen Messgrößen ein Grenzmaß, Cut-off oder Grenzbereich identifiziert werden kann, der die Maßeinheit der Messung trägt. Dieses Grenzmaß oder dieser Grenzbereich verweist auf den absoluten Fehler zwischen (Wiederholungs-)Messungen oder zwischen Beurteilenden und gibt einen Hinweis auf den wahren Unterschied. Häufig verwendete Maße der absoluten Reliabilität sind die Bestimmung des Standardmessfehlers (engl.: „standard error of measurement“) kurz SEM, des Variationskoeffizient (engl.: „coefficient of variance“) kurz CV und der Grenzen der Übereinstimmung (engl.: „limits of agreement“) kurz LOA beispielsweise mittels Bland-Altman Plot (Bland & Altman, 1986). Hier soll explizit der

Standardmessfehler (SEM) dargestellt werden, weil anhand des SEM ein bedeutsames Präzisionsmaß berechnet werden kann: die kleinste nachweisbare Änderung (engl.: „minimal detectable change“) kurz MDC.

SEM ist gleich der Quadratwurzel der durchschnittlichen Fehlervarianz einer ANOVA (Terwee et al., 2007).

$$(1) \text{ SEM} = \sqrt{\text{VMS}_E}$$

Andererseits lässt sich SEM auch aus dem ICC ermitteln, indem die Wurzel aus Eins minus ICC berechnet und mit der Standardabweichung (SD) multipliziert wird (Weir, 2005).

$$(2) \text{ SEM} = \text{SD}\sqrt{1-\text{ICC}_{n,k}}$$

Je nach Methode der Berechnung des ICC muss dabei allerdings die Höhe des systematischen Fehlers berücksichtigt werden. Deshalb wird auch zwischen SEM als absolutes Konsistenzmaß ($\text{SEM}_{\text{CONSISTENCY}}$) und SEM als absolutes Übereinstimmungsmaß ($\text{SEM}_{\text{AGREEMENT}}$) unterschieden. Interessanter Nebeneffekt der Bestimmung des SEM ist, dass er weitgehend unabhängig ist von der Population mit der SEM bestimmt wurde. D.h., SEM ist ein generalisiertes Maß, das nur marginal durch interindividuelle Variabilität beeinflusst wird. Das liegt daran, dass sich ICC und SD in der Formel zur Berechnung des SEM gegenseitig nahezu aufheben (Weir, 2005).

Mithilfe des SEM lässt sich die kleinste nachweisbare Änderung, kurz MDC, bestimmen. MDC steht für den wahren Unterschied zwischen (Wiederholungs-)Messungen, frei von inter- und intraindividuellen Messfehler. Der MDC wird durch ein Vertrauensintervall (engl.: „Confidence Interval“, kurz CI) umgeben. Dazu wird SEM i.d.R. mit dem 95%CI multipliziert, obwohl auch andere Konfidenzintervalle denkbar wären (Terwee et al., 2007).

$$(3) \text{ MDC}_{95} = \text{SEM} \times 1,96 \times \sqrt{2}$$

Mit dem MDC ist ein Maß geschaffen, welches den Grenzbereich aufzeigt, innerhalb dessen Unterschiede zwischen Messungen fehlerbehaftet sind. Idealerweise sollte in Längsschnittstudien das Veränderungsmaß Änderungen über den Beobachtungszeitraum aufweisen, die größer als der errechnete MDC sind, um zweifelsfrei als „wahre Veränderungen“ angesehen zu werden. Läge z.B. MDC_{95} in einer Studie zur Messung der Gehgeschwindigkeit in einer Population von Pflegeheimbewohner mit Demenz bei 0,1 m/s, dann wäre in einer Interventionsstudie zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit eine Zunahme von 0,06 m/s ein fehlerbehaftetes Ergebnis. Die Veränderung von 0,06 m/s läge innerhalb des Fehlerbereiches und entspräche nicht einer „wahren“ Änderung. Eine Zunahme von mehr als 0,1 m/s nach der Intervention, spräche für eine signifikante fehlerfreie Änderung der Gehgeschwindigkeit.

Die Bestimmung der Responsivität

Von einigen Autoren wird die Bestimmung des SEM und MDC - die wie beschrieben, Maße der absoluten Reliabilität bzw. der Reproduzierbarkeit sind - aufgrund ihrer Methodik und Aussage auch als *verteilungsbasierte Methoden* bezeichnet und damit ein Stück weit in Richtung Responsivität gedrängt (Revicki, Hays, Cella, & Sloan, 2008; Terwee et al., 2010; Turner et al., 2010; Wright, Hannon, Hegedus, & Kavchak, 2012). Hier wird ein Perspektivwechsel weg vom Fehler hin zur untersuchten Person vorgenommen. Es wird sich die Frage gestellt, was bedeutet eine Veränderungsmessung für das untersuchte Klientel respektive die Patienten? Konkreter geht es um die Bestimmung eines bedeutenden (klinischen oder subjektiven) Unterschieds zwischen zwei oder mehr Messungen. Eine Aussage darüber zu treffen, was ein bedeutender Unterschied eines Maßes bzw. eines Instrumentes ist, betrifft den Bereich der Empfindlichkeit oder Responsivität.

„Responsivität ist die Eigenschaft eines Instruments mit hoher Genauigkeit eine [klinische oder subjektiv bedeutsame] Veränderung in einem Prädiktor-Maß oder Outcome-Maß zu erkennen, vorausgesetzt diese Veränderung ist auch aufgetreten“ (Beaton, Bombardier, Katz, & Wright, 2001).

Die gemessene Veränderung wird dabei zumeist quantifiziert durch einen statistischen bzw. numerischen Wert oder anhand der Bestimmung von Effektgrößen. Die Responsivität ist ein Teilbereich der Validität, genauer der Konstruktvalidität, weil es um die Beziehung zwischen einem klinischen oder subjektiven Prädiktor-Maß und einem klinischen oder subjektiven Endpunkt (Erfolgsmaß) geht. Dennoch wird anhand der o.g. Definition gleichfalls deutlich, dass die Empfindlichkeit des Maßes von dessen Präzision abhängt. Darum ist es wenig verwunderlich, dass zur Messung der Responsivität auch die verteilungsbasierten Methoden (SEM und MDC) herangezogen werden.

Trotz der o.g. Unschärfe der Verortung des MDC herrscht in der Literatur weitgehend Einigkeit darüber, dass verteilungsbasierte Methoden zur Bestimmung der Responsivität nicht ausreichen, da sie wie der Name induziert, rein statistisch basierte Grenzwerte oder Cut-off Werte errechnen (Terwee et al., 2007; Wright et al., 2012). Diese Übereinstimmungsmaße zeigen nicht an, ob sich die Person klinisch (oder subjektiv) bedeutsam verändert hat. Außerdem ist der mittels verteilungsbasierten Methoden ermittelte MDC nicht unbedingt der kleinste bedeutende Unterschied, auch wenn es der Name suggeriert (Revicki et al., 2008). Es gibt logisch betrachtet, kein gutes Argument dafür, warum die kleinste nachweisbare Änderung gleichbedeutend mit dem kleinsten bedeutenden Unterschied ist (Terwee et al., 2010). Um den kleinsten bedeutenden Unterschied eines Maßes zu identifizieren wird ein externes Kriterium bzw. ein etablierter externer Endpunkt benötigt. Aus diesem Grund wird die Responsivität eines Maßes oder Instruments mit *Anker- oder Kriterien-basierten Methoden* ermittelt.

Mithilfe von Anker- oder Kriterien-basierten Methoden wird der kleinste (klinisch oder subjektiv) bedeutsame Unterschied (engl.: „minimal (clinical/ subjective) important

difference“) kurz MID¹⁷ berechnet (Beaton et al., 2001; Deyo et al., 1991). MID wird wie MDC in der Einheit des Ausgangsmaßes bestimmt und kann als Grenzmaß oder Cut-off verwendet werden. So lassen sich getestete Samples oder Populationen in signifikant klinisch bedeutsam veränderte und unveränderte Personen unterscheiden. Das Ankermaß oder der gewählte klinische Endpunkt an dem das zu testende Maß oder Instrument angelegt werden soll, muss von hoher Relevanz für das klinische, funktionelle oder subjektive Konstrukt sein. Ein gutes Kriterium sollte zweifelsfrei in der Lage sein, eine bedeutende Veränderung oder einen bedeutenden Unterschied bezogen auf das Konstrukt in der Zielgruppe nachzuweisen. Sowohl das Ankermaß als auch das zu testende Maß müssen zueinander in Beziehung stehen, die nicht notwendigerweise perfekt sein muss (Revicki et al., 2008).

Der MID ist von großem praktischem Nutzen für die Kliniker: Einerseits können anhand des MID Ziele von Interventionen quantifiziert werden, andererseits können durch kontinuierliche Veränderungsmessungen Vorhersagen künftiger oder begleitender Ereignisse vorgenommen oder weiter präzisiert werden (Guyatt, Deyo, Charlson, Levine, & Mitchell, 1989). Es ist ebenfalls möglich, den MID aus Sicht der Krankenkassen oder anderer Finanzierungsträger im Gesundheitswesen zur Allokation von Mitteln zu verwenden, gerade in Zeiten weitgehender Knappheit von Budgets. Der MID ist aber auch von großem wissenschaftlichem Nutzen, weil MID-spezifizierte Werte für Poweranalysen, Kalkulationen von Samplegrößen oder als studienspezifische Endpunkte herangezogen werden können (Wright et al., 2012).

Die wichtigsten Methoden zur Bestimmung des MID sind die Sensitivitätsanalyse und die Receiver Operating Characteristic (ROC) Kurve nach Hanley und McNeil (Hanley & McNeil, 1982). Zusätzlich gibt es eine sehr einfache wissenschaftlich umstrittene, aber praktisch sehr relevante Methode - die Bestimmung des MID als halbierte SD (Revicki et al., 2008) - und eine sehr anspruchsvolle Methode: die Ermittlung der durchschnittlichen Veränderung (Terwee et al., 2010). Die letztgenannte Methode basiert auf einer umfassenden systematischen Literaturrecherche bzgl. Studien, die den MID in einer vergleichbaren Population anhand desselben oder eines vergleichbaren externen Kriteriums bestimmt haben. Aus den unterschiedlichen MID wird ein globaler MID ermittelt und ein Vertrauensintervall berechnet (Terwee et al., 2010). Ist das nicht möglich, wird zumindest versucht, eine Spanne zu bestimmen, in der sich der MID befinden muss (Revicki et al., 2008). Wie noch zu sehen sein wird, ist die Studienlage zum MID für die Gehgeschwindigkeit von Menschen mit Demenz in stationärer Pflege gegenwärtig stark begrenzt, sodass die Methode der durchschnittlichen Veränderung bisher keine Anwendung finden konnte.

¹⁷ In der einschlägigen Literatur finden sich höchst unterschiedliche Bezeichnungen für den kleinsten bedeutsamen oder bedeutenden Unterschied, der hier der englischen Bezeichnung folgend als MID abgekürzt wird. Dennoch steckt hinter allen Bezeichnungen dasselbe Konstrukt. Nur in Fällen, in denen für einige Autoren der Unterschied zwischen verteilungs- und kriteriums-basierten Methoden irrelevant ist, kommt es zu einer Vermischung von MDC und MID.

Für die Ermittlung der Responsivität der Gehgeschwindigkeit geht es um die Fähigkeit zur Unterscheidung zwischen eingetretenen bedeutenden und unbedeutenden Veränderungen auf der Grundlage eines spezifischen Ankermaßes. In dem Sinne unterscheidet der Cut-off hinreichend genau zwischen bedeutend veränderten und unveränderten Personen. Die Veränderungswerte zwischen zwei zeitlich aufeinanderfolgenden Messungen im Sinne eines Prä-Post-Vergleichs werden durch Subtraktion der jeweilig zu den Messzeitpunkten bestimmten Gehgeschwindigkeit gewonnen. D.h., es wird das Delta (Δ) berechnet. Jedes intraindividuelle Δ stellt einen möglichen Cut-off dar. Für die einzelnen Cut-offs werden Sensitivität und Spezifität bestimmt.

Die Sensitivität eines Cut-offs für die Gehgeschwindigkeit ist dessen Fähigkeit, die bedeutend Veränderten zu erkennen. Diese Identifikation wird auch als „richtig-positiv Rate“ bezeichnet. Sie berechnet sich in dem die Anzahl richtig-positiver Fälle, also korrekt als bedeutend Veränderte klassifizierte, durch die Anzahl richtig-positiver und falsch-negativer Fälle geteilt wird. Bei den falsch-negativen Fällen handelt es sich um alle Personen, die mit dem Cut-off als unbedeutend Veränderte identifiziert wurden, obwohl eine bedeutende Veränderung stattgefunden hat. Im Gegensatz dazu ist die Spezifität eines Cut-off für die Gehgeschwindigkeit die Fähigkeit, die unbedeutend Veränderten richtig zu erkennen. Dies wird auch als „richtig-negativ Rate“ bezeichnet. Die Spezifität berechnet sich aus der Anzahl richtig-negativer Fälle, also korrekt als unbedeutend Veränderte identifiziert, durch die Anzahl richtig-negativer und falsch-positiver Fälle. Falsch-positive Fälle sind Personen, die mit dem Cut-off als bedeutend Veränderte erkannt wurden, obwohl sie es tatsächlich nicht sind. Die Sensitivität und Spezifität sind dimensionslos und nehmen Werte zwischen Null und Eins an oder können in Prozent ausgedrückt werden. Je höher beide Werte sind, desto besser diskriminiert der Cut-off in bedeutend und unbedeutend Veränderte. Werden alle mittels Cut-off korrekt klassifizierten Fälle zusammengenommen und durch die Gesamtzahl aller Personen geteilt, erhält man die Korrekturklassifizierungsrate. Zur Berechnung der Sensitivität und Spezifität wird eine Vier-Felder Tafel verwendet. Als Erweiterungen können anhand der Vier-Felder Tafel auch positive und negative Vorhersagewerte oder positive und negative Likelihood-Ratios berechnet werden. Für den mittels Vier-Felder Tafel identifizierten Cut-off ist es zusätzlich sinnvoll, das Odds Ratio mittels logistischer Regression zu ermitteln. Das ermittelte Odds Ratio kann allerdings nur sinnvoll interpretiert werden, wenn gleichzeitig eine Adjustierung um mögliche konfundierende Variablen erfolgt.

Die ROC Kurve bietet den Vorteil der graphischen Inspektion der Veränderungen der einzelnen Cut-offs, die im Zusammenhang mit dem Kriteriums-bezogenen MID stehen sollen. Gesucht wird auch hier der MID, also der Cut-off, der die kleinsten Falschklassifikationen bietet. Für alle Deltas der Gehgeschwindigkeit, die als mögliche Cut-offs auf der Grundlage eines passenden Ankermaßes identifiziert wurden, wird die Sensitivität und Spezifität bestimmt. Danach werden die einzelnen Deltas gemäß ihrer Sensitivitäts- und Spezifitätswerte in ein Koordinatensystem eingetragen. Dabei wird die Sensitivität auf der X-Achse gegenüber der 1-Spezifität auf der Y-Achse gestellt. Verbindet man anschließend alle eingezeichneten Punkte innerhalb des Koordinatensystems, erhält man eine Kurve; die ROC

Kurve. Die Fläche unterhalb der ROC-Kurve ist in diesem Verfahren von außerordentlicher Bedeutung. Die Fläche wird als Fläche unterhalb der Kurve (engl.: „area under the curve“) kurz AUC bezeichnet. AUC muss sich deutlich von einer gedachten Mittellinie unterscheiden, die als Diskriminationslinie oder als 0,5-Linie bezeichnet wird und im 45 Grad Winkel diagonal vom Schnittpunkt der X- und Y-Achse über das Koordinatensystem verläuft (siehe die gestrichelte Linie in Abbildung 6). Demzufolge bedeutet eine AUC von 0,5, dass das eingesetzte Messinstrument oder -verfahren keine hinreichende Genauigkeit besitzt und das Anker-Maß nicht diskriminieren kann. Eine AUC von 1,0 oder 0,0 - je nach Polung der abgetragenen Punkte - bedeutet, dass das Messinstrument respektive Messverfahren höchst präzise ist und perfekt diskriminiert (Hanley & McNeil, 1982). Zusätzlich wird innerhalb des Koordinatensystems der Cut-off gesucht, der am dichtesten an der linken oberen Ecke (Ende der X-Achse) oder am weitesten entfernt von der 0,5-Linie (Youden-Index) liegt. Dieser Cut-off ist gleichzeitig der MID und bietet die höchste Korrektklassifizierungsrate.

Technisch gesehen unterliegen alle hier aufgezeigten Methoden zur Bestimmung des MID gewissen Limitationen. In jüngster Zeit gab es mannigfaltige Versuche den MID zu adjustieren, um dessen Aussagekraft zu erhöhen (Angst, Aeschlimann, & Angst, 2017; Terluin, Eekhout, & Terwee, 2017). Auf dem Wege der Berechnung des MID anhand der Kriterien-basierten Methode kreuzen sich die Wege mit den verteilungsbasierten Methoden. Ein responsives Maß sollte in Relation zur Präzision des Maßes stehen. D.h., MID sollte nicht nur den subjektiv oder klinisch bedeutsamen Unterschied herausstellen, sondern gleichzeitig auch frei von Messfehlern oder systematischen Verzerrungen der Stichprobe sein. Deshalb ist darauf zu achten, dass MID größer oder gleich MDC ist, sonst fiele der MID in den theoretisch fehlerbehafteten Messbereich und die Aussagekraft wäre herabgesetzt (Terwee et al., 2007). Der MID ist abhängig von den Eigenschaften der Population und den kontextualen Faktoren in denen das Maß bestimmt wird (Revicki et al., 2008). Daraus folgt, dass es je nach Population und Setting unterschiedliche MID geben könnte, die als signifikante Erfolgs- oder Prädiktionsmaße eine Rolle spielen. Beispielsweise könnten die MID für die Gehgeschwindigkeit selbst für Menschen mit Demenz aufgrund der unterschiedlichen Schweregrade der kognitiven und funktionellen Beeinträchtigungen oder der unterschiedlichen aktuellen Wohnsituationen variieren (z.B. vollstationäre Pflege im Pflegeheim oder im Krankenhaus oder ambulante Pflege zu Hause). Dadurch kann die Aussagekraft des MID begrenzt sein.

1.4.1 Reproduzierbarkeit und Responsivität der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz

Laut Middleton und Kollegen gibt es gesicherte Erkenntnisse, dass wiederholte Messungen der Gehgeschwindigkeit ein geeignetes Maß sind, um Patienten über die Zeit zu beobachten. In ihrem Review, das wohlweislich mit der Absicht verfasst wurde, die Forschungsdiskussion zu befeuern, anstatt systematisch zu sein, wurden zwei Studien angeführt, die den MDC_{95} bei Demenzkranken angaben. Diese Werte lagen für die habituelle Gehgeschwindigkeit bei 0,16 bzw. 0,27 m/s (Middleton et al., 2015). Ließen sich in der Literatur Belege für die

Reproduzierbarkeit und Responsivität der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz finden, gäbe es konkrete Anhaltspunkte für MDC und MID für die in dieser Arbeit zu untersuchenden Menschen mit Demenz, die in stationären Pflegeeinrichtungen leben.

Werte für die absolute und relative Reliabilität der Messung der Gehgeschwindigkeit liegen sowohl für zu Hause als auch im Pflegeheim lebende Menschen mit Demenz vor. Diese Werte wurden bei Menschen mit unterschiedlich starken kognitiven Beeinträchtigungen und anhand verschiedener Methoden (Sensormatten und manuelle Messungen) sowie unterschiedlicher Teststrecken (Distanzen zwischen 2,4 und 10 Metern) erhoben. Es handelte sich bei den bisherigen Reliabilitätsmessungen zur Reproduzierbarkeit der Gehgeschwindigkeit ausschließlich um verteilungsbasierte Methoden.

Bei den Reliabilitätsmessungen für die Gehgeschwindigkeit von Menschen mit Demenz, die ohne Mobilitätsbeeinträchtigung in der Gemeinde lebten, wurden Sensormatten (in der Regel das „GAITRite®“ System) verwendet (Gras et al., 2015; Suttanon, Hill, Dodd, & Said, 2011; Wittwer, Webster, Andrews, & Menz, 2008; Wittwer, Webster, & Hill, 2013). Es wurde die Test-Retest Reliabilität in einem Abstand von jeweils einer Woche an Samples von 13 (Gras et al., 2015) bis 20 Personen (Wittwer et al., 2008) bestimmt. Die einzelnen Samples hatten einen durchschnittlichen Wert im MMST von 21 bis 24,8 Punkten und waren damit leicht bis moderat kognitiv beeinträchtigt (Gras et al., 2015; Suttanon et al., 2011; Wittwer et al., 2008; Wittwer et al., 2013). Die relative Reliabilität ($ICC_{3,1}$) lag bei Werten zwischen 0,87 bis 0,96 (Wittwer et al., 2008; Wittwer et al., 2013) und kann als ausgezeichnet bewertet werden (Koo & Li, 2016; Shrout & Fleiss, 1979). Das bedeutet, die Übereinstimmung zwischen den Messergebnissen der Gehgeschwindigkeit auf Gruppenebene ist nahezu perfekt. Weiterhin bedeutet das Ergebnis, insbesondere weil der $ICC_{3,1}$ verwendet wurde, dass die Gehgeschwindigkeit in hohem Maße zwischen den untersuchten Menschen mit Demenz unterscheidet. Für die absolute Reliabilität wurde ein Standardmessfehler (SEM) von Werten zwischen 0,06 m/s und 0,08 m/s angegeben (Suttanon et al., 2011; Wittwer et al., 2013) und daraufhin eine kleinste nachweisbare Änderung zwischen MDC_{95} 0,11 m/s und 0,16 m/s berechnet (Gras et al., 2015; Suttanon et al., 2011; Wittwer et al., 2008; Wittwer et al., 2013). D.h., eine wahre Änderung der Gehgeschwindigkeit liegt für zu Hause lebende Menschen mit leichter bis moderater Demenz bei Werten über 0,11 respektive 0,16 m/s. Ab diesen Werten liegt mit 95%iger Wahrscheinlichkeit kein Messfehler mehr vor.

Auch für Menschen mit Demenz, die zum Untersuchungszeitraum in voll- und teilstationärer Pflege waren, wurde die absolute und relative inter- und intraindividuelle Reliabilität für Strecken zwischen 2,4 (Distanz für die SPPB) und 7,62 Metern (25 Fuß) bestimmt. Am häufigsten wurde die sechs Meter Distanz gewählt. Im Gegensatz zu den Messungen an zu Hause lebenden Menschen mit Demenz wurden für die (teil)stationären Testpersonen zumeist manuelle Messungen mit Stoppuhr vorgenommen (Blankevoort, van Heuvelen, & Scherder, 2013; Fox, Henwood, Neville, & Keogh, 2014; Munoz-Mendoza et al., 2011; Tappen, Roach, Buchner, Barry, & Edelstein, 1997; Telenius, Engedal, & Bergland, 2015a; Thomas & Hageman, 2002). Lediglich eine Reliabilitätsmessung basierte auf dem

Sensormattensystem GAITRite® (Ries, Echternach, Nof, & Blodgett, 2009). Die einzelnen Samples in den Reliabilitätsstudien hatten eine Größe von zwölf (Fox et al., 2014) bis 58 Teilnehmern (Blankevoort et al., 2013) und die globalen kognitiven Fähigkeiten - gemessen anhand des MMST - erreichten durchschnittliche Werte zwischen 9,3 (Tappen et al., 1997) und 19,2 Punkten (Blankevoort et al., 2013). Für die Interrater-Reliabilität ($ICC_{2,1}$) wurden Übereinstimmungswerte zwischen 0,88 und 0,97 identifiziert (Munoz-Mendoza et al., 2011; Telenius et al., 2015a). Die Übereinstimmung zwischen zwei Personen, die die Gehgeschwindigkeit von Demenzerkrankten simultan manuell bestimmten, kann als ausgezeichnet angegeben werden (Koo & Li, 2016). Die absolute Reliabilität zwischen Einschätzenden lag bei $MDC_{95} = 0,06$ m/s (SEM = 0,03 m/s) (Telenius et al., 2015a). In der Studie von Tappen und Kollegen wurden nur moderate bis gute relative Übereinstimmungen zwischen den Einschätzenden festgestellt, was vor allem daran lag, dass die Interrater-Reliabilität in einem zeitlichen Abstand von einer Woche gemessen wurde. Die Autoren identifizierten als Hauptgrund für die Varianz zwischen den Einschätzenden die intraindividuelle Variabilität der Testleistung durch die Teilnehmer. Diese machte insgesamt 76% der Varianz aus (Tappen et al., 1997).

Für die Bestimmung der Test-Retest Reliabilität wurde für die manuellen Verfahren ein Messwiederholungszeitraum von jeweils einer Woche veranschlagt (Blankevoort et al., 2013; Munoz-Mendoza et al., 2011; Tappen et al., 1997; Thomas & Hageman, 2002). Die Test-Retest Reliabilität mit dem GAITRite® System wurde an einem Tag durchgeführt mit einer Pausenzeit zwischen den Messungen von 30 bis 60 Minuten (Ries et al., 2009). Für die letztgenannte Testung wurde eine ausgezeichnete relative Test-Retest Reliabilität für die Bestimmung der Gehgeschwindigkeit von $ICC_{2,2} = 0,97$ bis 0,98 gefunden. Für die absolute Reliabilität wurde eine kleinste nachweisbare Änderung von $MDC_{90} = 0,09$ m/s angegeben. Der SEM lag bei 0,06 m/s. Das Sample wurde für vertiefende Analysen zusätzlich in zwei Gruppen unterteilt: in Teilnehmer mit einer leichten bis moderaten Demenz und in Teilnehmer mit einer moderaten bis schweren Demenz. Der Standardmessfehler (SEM) nahm in der Gruppe der Teilnehmer mit moderater bis schwerer Demenz ab: SEM 0,05 m/s vs. 0,06 m/s (Ries et al., 2009). Für die manuellen Messungen wurden relative Test-Retest Werte ($ICC_{3,1}$) zwischen 0,85 und 0,92 identifiziert. Damit sind auch die ICC für die Wiederholungsmessungen mittels Stoppuhr durchweg sehr gut bis ausgezeichnet (Koo & Li, 2016). Lediglich eine Studie berechnete Werte für die absolute Test-Retest Reliabilität und kam auf eher große SEM und MDC. Der Standardmessfehler lag bei 0,10 m/s und der MDC_{95} bei 0,27 m/s für das gesamte Sample (Blankevoort et al., 2013). Wurde das Gesamtsample anhand der Demenzschwere in zwei Gruppen unterteilt, ergaben sich für die moderat kognitiv beeinträchtigten Teilnehmer (Werte im MMST zwischen 10 bis 19 Punkten) geringere Standardfehler und kleinstmögliche nachweisbare Änderungswerte als in der Gruppe der leicht kognitiv Beeinträchtigten (Werte im MMST zwischen 20 bis 28 Punkte). Für SEM wurde ein Wert von 0,09 m/s vs. 0,11 m/s berechnet und für MDC_{95} von 0,25 m/s vs. 0,29 m/s (Blankevoort et al., 2013).

Auf dieser Datenbasis ist die Bestimmung der Gehgeschwindigkeit bei Pflegeheimbewohnern mit Demenz auf Gruppenebene ein sehr verlässliches Maß (relative Reliabilität). Allerdings sind die Messfehler auf Individualebene recht groß (absolute Reliabilität), sodass das Zeichnen individueller Trajektorien bei Menschen mit Demenz stärker fehlerbehaftet ist (Fox, Henwood, Keogh, & Neville, 2016).

Es gibt nach Wissen des Autors gegenwärtig keine Studie, welche die Responsivität der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz untersucht hat. Um dennoch einen Anhaltspunkt für Cut-offs der Gehgeschwindigkeit zu besitzen, sollen an dieser Stelle Studien angeführt werden, welche die Responsivität der Gehgeschwindigkeit bei älteren Menschen mit chronischen Problemen oder funktionellen Limitationen analysiert haben. In einer systematischen Übersichtsarbeit zur Bestimmung des MID der habituellen Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit chronischen Erkrankungen (Durchschnittsalter der Samples zwischen 45 und 81 Jahren) wurden für alle Studien, die in der Analyse via ROC Kurve eine AUC größer als 0,7 besaßen, MID zwischen 0,10 und 0,17 m/s berichtet (Bohannon & Glenney, 2014). Allerdings verwendeten alle Studien unterschiedliche Anker-Maße. In einem Ableger der Einstein Aging Study wurde zur Bestimmung des MID der Gehgeschwindigkeit an 241 älteren Menschen (70 Jahre und älter) mittels Sensormattensystem (GAITRide® System) als Kriterium die Entwicklung von mobilitätsbezogenen Beeinträchtigungen im Beobachtungszeitraum verwendet. In dieser Studie konnte ein MID von 0,05 m/s identifiziert werden (Brach et al., 2010). Ein ähnlicher MID wurde anhand eines vergleichbaren Kriteriums auf der Grundlage einer Sekundärdatenanalyse von drei Studien mit insgesamt 692 älteren Menschen mit leichten bis moderaten funktionellen Beeinträchtigungen respektive Zustand nach Schlaganfall ermittelt (S. Perera et al., 2006). In dieser Analyse galt ein Cut-off von 0,05 m/s als MID und ein Cut-off von 0,10 m/s als große bedeutende Veränderung. Die gleichen Empfehlungen bzgl. der Cut-offs für MID und für eine große bedeutende Veränderung der Gehgeschwindigkeit wurde von den Autoren der Health ABC Study herausgegeben (S. Perera et al., 2014). Als Anker-Maß diente eine kleine oder eine große Veränderung der Teilnehmer beim Bewältigen einer bestimmten Gehstrecke und dem Steigen von Stufen. Interessanterweise waren die Ergebnisse über verschiedene klinisch relevante Subgruppen nahezu identisch (beispielsweise für Krebs- und Diabetespatienten oder Patienten mit Erkrankungen des Herzen). In der Lifestyle Interventions and Independence for Elders Pilot (LIFE-P) Study, ein Multicenter RCT an 424 inaktiven älteren Menschen im Alter zwischen 70 und 89 Jahren, wurde zur Ermittlung des MID als Anker-Maß die subjektiv erlebte Schwierigkeit mobilitätsbezogene Tätigkeiten zu verrichten (d.h., bestimmte Strecke zu gehen, Stufen zu steigen) eingesetzt (Kwon et al., 2009). Der MID lag in dieser Gruppe bei 0,03 m/s. Der Cut-off für eine große bedeutende Änderung lag bei 0,08 m/s.

Einen anderen Ansatz zur Bestimmung der Sensitivität der Gehgeschwindigkeit bzgl. Veränderungen wählten van Iersel und Kollegen. Sie bestimmten den Responsivitäts-Index und die standardisierten durchschnittlichen Veränderungsraten als absolute Zahl und die relative Veränderung in Prozent. Das Sample bestand aus 85 gebrechlichen älteren Patienten

mit einem Durchschnittsalter von 75,8 Jahren. Für die Gehgeschwindigkeit wurde intraindividuell eine Veränderung respektive Abnahme von 5% als klinisch bedeutende Veränderung (MID) identifiziert. Die Autoren beklagten jedoch eine zu geringe Spezifität, im Sinne einer hohen „falsch-positiv“ Rate, für die ausgewiesene Veränderung (van Iersel, Munneke, Esselink, Benraad, & Olde Rikkert, 2008).

Es kann festgehalten werden, dass es bisher keine Studien gibt, die bedeutende Veränderungen der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenzen untersuchten. Bisher aus der Literatur extrahierte bedeutende Veränderungen der Gehgeschwindigkeit bei älteren Menschen mit funktionellen Einschränkungen fallen im Vergleich zu den gefundenen MDC recht klein ausfallen. Die Cut-off Werte liegen für den MID bei ca. 0,05 m/s und für die Identifikation großer bedeutender Veränderungen bei 0,10 m/s. In der Regel wird unter der bedeutenden Veränderung der Gehgeschwindigkeit bei funktionell beeinträchtigten älteren Menschen eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit verstanden (Brach et al., 2010; S. Perera et al., 2014).

1.5 Fragestellung und Hypothesen

Die Gehgeschwindigkeit reduziert sich mit dem fortschreitenden Alter aufgrund natürlicher physiologischer und kognitiver Prozesse. Die genauen Wirkmechanismen sind derzeit noch nicht eindeutig bestimmt. Ebenfalls können pathologische Prozesse die Gehgeschwindigkeit beeinflussen. Auf der Grundlage der Gehgeschwindigkeit lässt sich das Ausmaß funktioneller Beeinträchtigungen, der Verlust der Selbstständigkeit, der Beginn kognitiver Einschränkungen, eine stationäre Aufnahme und die Mortalität vorhersagen. Es gibt erste Erkenntnisse, dass eine verringerte Gehgeschwindigkeit bei älteren Menschen mit somatischen Beeinträchtigungen zu einer reduzierten Lebensqualität beiträgt (Ekstrom et al., 2011; Jylhä, Guralnik, Balfour, & Fried, 2001; Kanwar et al., 2013). Weitgehend unbekannt ist allerdings, ob sich diese enge Assoziation der Gehgeschwindigkeit mit pathologischen Prozessen auch bei fortgeschrittenen kognitiven Einschränkungen finden lässt und ob die Gehgeschwindigkeit auch in diesen Fällen ein bedeutender Indikator für den Verlauf funktioneller und kognitiver Veränderungen bleibt. Dazu soll erstmalig die Responsivität der Gehgeschwindigkeit bei Demenzkranken, die vollstationär versorgt werden, anhand Kriteriums-basierter Methoden festgestellt werden. Außerdem soll nachgewiesen werden, dass sich ein auf der Grundlage eines Anker-Maßes gefundener MID bei Demenzkranken auch auf die globale Kognition, Lebensqualität und nicht-kognitive Symptomatik auswirkt.

Die körperliche Aktivität hat einen protektiven Effekt auf die Entwicklung von chronischen Erkrankungen. Dieser protektive Effekt ist gleichermaßen bei somatischen, neurologischen als auch psychischen Erkrankungen nachgewiesen worden. Eine für die Menschen bedeutende Form der körperlichen Aktivität ist das Gehen. Zunehmend setzt sich in der Wissenschaft als auch der Gesellschaft die Erkenntnis durch, dass insbesondere das Ausmaß der körperlichen Inaktivität reduziert werden soll, um Erkrankungen vorzubeugen oder bei bestehender Grunderkrankung Multimorbidität zu vermeiden. Somit wird der körperlichen Aktivität eine wichtige Rolle für den Verlauf funktioneller und kognitiver Fähigkeiten zugeschrieben. Diese Arbeit möchte die bisherigen Erkenntnisse zur Wirksamkeit der körperlichen Aktivität in der Gruppe von Menschen mit fortgeschrittener Demenz nachweisen und gleichzeitig präzisieren. Es wird davon ausgegangen, dass die körperliche Aktivität - gerade in der Form des täglichen Gehens - eine besondere Rolle in der Ausgestaltung der Beziehung zwischen habitueller Gehgeschwindigkeit und funktionellen als auch kognitiven Fähigkeiten spielt. Dazu soll zuvorderst das bisher wissenschaftlich weitgehend unbekannte Gehverhalten bei Menschen mit Demenzen beleuchtet werden

Die hier vorliegende Arbeit wird sich den folgenden zwei Hauptfragestellungen widmen:

1. Ist die Abnahme der habituellen Gehgeschwindigkeit ein wichtiger Indikator für die Abnahme funktioneller und kognitiver Fähigkeiten bei Menschen mit einer bestehenden demenziellen Erkrankung?

2. Ist die körperliche Aktivität bei Menschen mit Demenz ein bedeutender Mediator für die Beziehung zwischen dem Verlauf der Gehgeschwindigkeit und dem Verlauf der funktionellen und kognitiven Fähigkeiten?

Für die erste Hauptfragestellung wurde neben primären Outcome-Variablen - funktionell-mobilitätsbezogene und globale kognitive Fähigkeiten - auch sekundäre Outcomes wie die Änderung der Lebensqualität und das Ausmaß nicht-kognitiver Symptomatik untersucht. Präzisiert lauten hierzu die einzelnen Fragestellungen und Hypothesen wie folgt:

Fragestellung 1: Lässt sich für Pflegeheimbewohner mit Demenz ein geeigneter Cut-off für die Abnahme der habituellen Gehgeschwindigkeit finden, anhand dessen sich eine Gruppe mit einer bedeutenden Abnahme und eine andere Gruppe mit einer unbedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit identifizieren lässt?

H₁: Ein geeigneter Cut-off Wert lässt sich anhand eines äußeren Kriteriums (Anker-Maß) identifizieren.

H₀: Ein geeigneter Cut-off Wert ist nicht identifizierbar.

Alle weiteren Fragestellungen basieren auf der Annahme, dass sich ein hinreichend genauer Cut-off für die Abnahme der Gehgeschwindigkeit bei Demenzkranken finden lässt.

Fragestellung 2: Ist die bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit ein wichtiger Indikator für die Verringerung der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten bei Menschen mit Demenz?

H₁: Demenzkranke mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit weisen eine größere Abnahme der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten auf als Demenzkranke mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit.

H₀: Beide Gruppen unterscheiden sich nicht im Ausmaß der Abnahme der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten.

Fragestellung 3: Ist die bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit ein wichtiger Indikator für die Verringerung der globalen kognitiven Fähigkeiten bei Menschen mit Demenz?

H₁: Demenzkranke mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit weisen eine größere Abnahme der globalen kognitiven Fähigkeiten auf als Demenzkranke mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit.

H₀: Beide Gruppen unterscheiden sich nicht im Ausmaß der Abnahme der globalen kognitiven Fähigkeiten.

Fragestellung 4: Ist die bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit ein wichtiger Indikator für die Verringerung der Lebensqualität bei Menschen mit Demenz?

H₁: Demenzkranke mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit weisen eine größere Abnahme der Lebensqualität auf als Demenzkranke mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit.

H₀: Beide Gruppen unterscheiden sich nicht im Ausmaß der Abnahme der Lebensqualität.

Fragestellung 5: Ist die bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit ein wichtiger Indikator für die Zunahme der nicht-kognitiven Symptomatik bei Menschen mit Demenz?

H₁: Demenzkranke mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit weisen eine größere Zunahme der nicht-kognitiven Symptomatik auf als Demenzkranke mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit.

H₀: Beide Gruppen unterscheiden sich nicht in der Zunahme der nicht-kognitiven Symptomatik.

Die zweite Hauptfragestellung bzgl. des indirekten Einflusses der körperlichen Aktivität auf den direkten Zusammenhang zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Abnahme der funktionellen und kognitiven Fähigkeiten lässt sich wie folgt konkretisieren:

Fragestellung 6: Hat bei Menschen mit Demenz das Ausmaß an körperlicher Aktivität bzw. Inaktivität einen indirekten Einfluss auf den Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und Verringerung der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten?

Hypothese 6a:

H₁: Bei Menschen mit Demenz ist das Ausmaß der körperlichen Aktivität ein bedeutender Mediator für den direkten Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und Verringerung der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten.

H₀: Bei Menschen mit Demenz beeinflusst das Ausmaß der körperlichen Aktivität den direkten Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und Verringerung der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten nicht.

Hypothese 6b:

H₁: Bei Menschen mit Demenz ist das Ausmaß der Inaktivität ein bedeutender Mediator für den direkten Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und Verringerung der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten.

H₀: Bei Menschen mit Demenz beeinflusst das Ausmaß der Inaktivität den direkten Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und Verringerung der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten nicht.

Fragestellung 7: Hat bei Menschen mit Demenz das Ausmaß der körperlichen Aktivität bzw. Inaktivität einen indirekten Einfluss auf die Beziehung zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und Verringerung der globalen kognitiven Fähigkeiten?

Hypothese 7a:

H₁: Bei Menschen mit Demenz ist das Ausmaß der körperlichen Aktivität ein bedeutender Mediator für den direkten Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und Verringerung der globalen kognitiven Fähigkeiten.

H₀: Bei Menschen mit Demenz beeinflusst das Ausmaß der körperlichen Aktivität den direkten Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und Verringerung der globalen kognitiven Fähigkeiten nicht.

Hypothese 7b:

H₁: Bei Menschen mit Demenz ist das Ausmaß der Inaktivität ein bedeutender Mediator für den direkten Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und Verringerung der globalen kognitiven Fähigkeiten.

H₀: Bei Menschen mit Demenz beeinflusst das Ausmaß der Inaktivität den direkten Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und Verringerung der globalen kognitiven Fähigkeiten nicht.

2 MATERIAL UND METHODEN

Die hier dargestellte Arbeit entstand im Rahmen einer Vertiefungsstudie im Gesamtprojekt „Erhaltung und Förderung von Mobilität, Sicherheit und anderen Komponenten der Lebensqualität bei Menschen mit Demenz. Eine Evaluationsstudie zur Primärprävention in Pflegeheimen“. Das Gesamtprojekt wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen: 01EL0708 gefördert. Die Antragstellung erfolgte durch Frau Dr. Schäufele am ZI Mannheim. Ihr oblag auch die Leitung des Gesamtprojekts. Da die Strategien des Gesamtprojektes zur Auswahl beteiligter stationärer Pflegeeinrichtungen und die eingesetzten Materialien zur Überprüfung der Wirksamkeit der Methoden zur Erhaltung oder Förderung der Mobilität Auswirkungen auf die hier dargestellte Arbeit hatte, soll das Gesamtprojekt anschließend skizziert dargestellt werden. Das Gesamtprojekt hatte auf der einen Seite einen großen Einfluss auf die Gewinnung der Stichprobe und den zeitlichen Ablauf der hier dargestellten Arbeit. Auf der anderen Seite wurden für die hier dargestellte Arbeit aus dem Gesamtfragebogen spezifische Instrumente für die Beantwortung der o.g. Fragestellungen genutzt.

Der Beschreibung des Gesamtevaluationsprojektes sei eine Einführung in den Gegenstand der Evaluation vorangestellt. Im Kapitel 2.1 soll das Qualitätsniveau I dargestellt werden, welches im Rahmen einer Implementierungsstudie in ausgewählten Pflegeeinrichtungen eingeführt wurde. Ebenfalls wird die Implementierung des Qualitätsniveaus I kritisch beleuchtet. Im Anschluss erfolgt im Unterkapitel 2.2 die Darstellung des Design, der Stichprobengewinnung, des Ablaufs und der Materialien des Gesamtevaluationsprojektes. Im Rahmen der Gesamtevaluation fand eine Vertiefungsstudie statt für die der Autor dieser Arbeit verantwortlich war. Das Kapitel 2.3 ist dem Design, der Stichprobengewinnung, dem Ablauf und den Testungen der Vertiefungsstudie gewidmet. Im Kapitel 2.4 werden wiederum die Materialien, die in der vorliegenden Arbeit zur Anwendung kamen, dargestellt, wobei explizit Bezug auf die Kapitel 2.2 und 2.3 genommen wird. Im Kapitel 2.5 sollen abschließend die statistischen Auswertungsmethoden für die vorliegende Arbeit beschrieben werden.

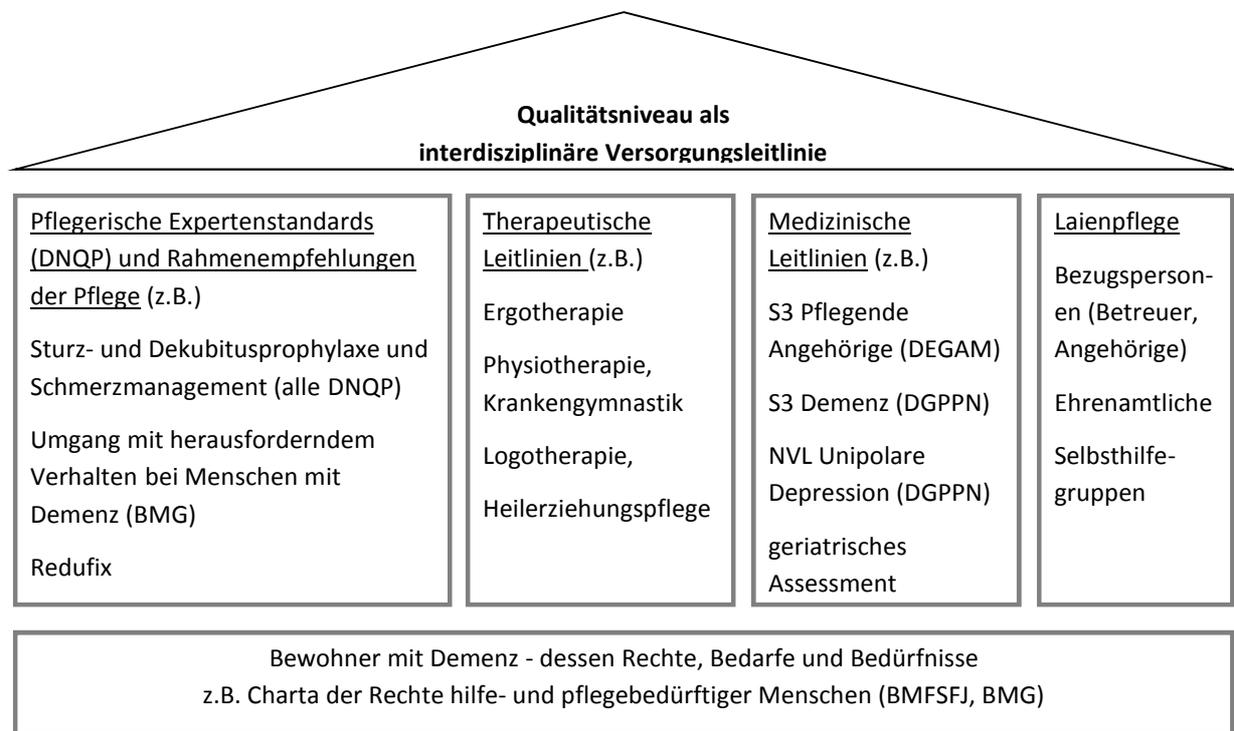
2.1 Das Qualitätsniveau I.

Im Kapitel 1.2 wurde herausgestellt, dass Menschen mit Demenz, die vollstationär versorgt werden, bisher kaum von den Möglichkeiten einer Mobilitätsförderung profitieren. Sie stehen selten im Fokus von Interventionen zur körperlichen Aktivität und es wird bisher gar nicht darauf geachtet, dass sie entsprechend den Empfehlungen des ACSM täglich 30 Minuten moderat intensiv körperlich aktiv sind. Dennoch sollte es das Bestreben sein, für diese Zielgruppe einen Zugang zu mobilitätserhaltenden oder -fördernden Maßnahmen zu ermöglichen, um die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Effekte von körperlicher Aktivität auf kognitive, funktionelle und gesundheitliche Parameter erzielen zu können (Lahmann et al., 2015). Das Qualitätsniveau I „Mobilität und Sicherheit bei Menschen mit demenziellen Einschränkungen in stationären Einrichtungen“ - kurz QN I - bietet die Möglichkeit, diese Versorgungslücke zu schließen (Schäufele, Hendlmeier, Teufel, & Weyerer, 2008). Ziel des QN I ist die Förderung der täglichen körperlichen Aktivität für die Bevölkerungsgruppe der Menschen mit Demenzen, die in Pflegeeinrichtungen leben.

Das QN I wurde von der Bundeskonferenz zur Qualitätssicherung im Gesundheits- und Pflegewesen e.V. (kurz BUKO-QS) in Auftrag gegeben. Den Zuschlag für die Entwicklung und Niederschrift des QN I erhielt die Arbeitsgruppe „Psychiatrische Epidemiologie und Demographischer Wandel“ (zur damaligen Zeit als „Psychogeriatric“ bezeichnet) des Zentralinstituts für Seelische Gesundheit, Mannheim. Das Projekt wurde von Frau Dr. Martina Schäufele geleitet, die 2011 eine Professur an der Fakultät für Sozialwesen der Hochschule Mannheim angenommen hat. Das Qualitätsniveau versteht sich als ein systematisch entwickeltes, multidisziplinäres und evidenzbasiertes Set von überprüfbaren Festlegungen zu einem strategisch relevanten Thema in der Langzeitpflege. Das QN I war das erste von bisher drei entwickelten Qualitätsniveaus in der Pflege und Betreuung, welche den empirisch-wissenschaftlichen Stand unterschiedlicher Professionen oder Wissensgebiete konkretisierten und die funktions- und professionsgebundene Verantwortung interner und externer Akteure benannten. Bei der Entwicklung des QN I wurden gegenwärtige Qualitätsanforderungen berücksichtigt, die den Empfehlungen des Europarates zur Entwicklung einer Methodik für die Ausarbeitung von Leitlinien entsprachen (Empfehlung Rec (2001)13 des Europarates und Erläuterndes Memorandum, 2002). Demzufolge wurde das QN I in der Entwicklungsphase von einer multidisziplinären Expertengruppe fortlaufend kommentiert und abschließend fachöffentlich konsentiert.

In der Abbildung 4 sind das Fundament und die Säulen angegeben, auf denen das QN I fußt. Diese Abbildung soll sowohl den interdisziplinären Charakter des QN I als auch den Anspruch einer evidenzbasierten Herleitung der Empfehlungen widerspiegeln.

Abbildung 4: Überbau des interdisziplinären und evidenzbasierten Qualitätsniveaus I, modifizierte Darstellung in Anlehnung an (Schäufele, Bauer, Hendlmeier, Hoell, & Weyerer, 2011)



Inhaltlich sind im QN I Ziele in den Bereichen Mobilität und Sicherheit für die Pflegeheimbewohner mit Demenz formuliert und Rahmen- als auch Handlungsempfehlungen für alle Professionen und Personen ausgesprochen worden, die zur Erreichung dieser Ziele relevant sind. Das QN I basiert auf der zwingenden Annahme, dass sich die Mobilität und Sicherheit jedes Bewohners mit Demenz unter Berücksichtigung der individuellen Bedürfnisse und Bedarfe fördern lassen. Diese Annahme steht im Mittelpunkt des QN I und ist dessen Kernaussage. Dazu werden sieben (Teil-)Ziele und ein Sonderfall zur Nutzung bewegungseinschränkender bzw. freiheitsentziehender Maßnahmen formuliert. Die Besonderheit in der Formulierung dieser Ziele liegt darin, dass diese gleichzeitig die zum Stand der Entwicklung des QN I bestverfügbare Evidenz jeder Profession oder Personengruppe berücksichtigt, die im Pflegeheim mit Menschen mit Demenz zusammenarbeitet. Daher adressieren die handlungsleitenden Empfehlungen den demenzkranken Bewohner bzw. dessen gesetzlichen Vertreter, die Mitarbeiter der Pflegeeinrichtungen (Pflegekräfte, Hauswirtschaftskräfte, etc.), das Management der Pflegeeinrichtungen, die von außerhalb des Settings kommenden Professionen wie Fachärzte, Therapeuten (z.B. Ergo-, Physiotherapie oder Krankengymnastik), das Betreuungsgericht und die Bezugspersonen der Pflegeheimbewohner wie Angehörige und Ehrenamtliche. Diese Personengruppen agieren gleichzeitig oder schaffen füreinander die Voraussetzungen zur bestmöglichen Umsetzung der Ziele des QN I. Die damit einhergehende Dynamik (Interaktionen) zwischen den Akteuren soll unter den jeweiligen internen und externen Bedingungen der Einrichtungen bzw. handelnden Personen evidenzbasierte Lösungen zulassen, die zur individuellen Umgebung der Pflegeheimbewohner passen.

Nachfolgend werden in Anlehnung an Schäufele und Kollegen die sieben Ziele und der Sonderfall aufgeführt, wie sie sich in der Publikation zur Entwicklung der evidenzbasierten Empfehlungen des QN I wiederfinden (Schäufele, Hendlmeier, et al., 2008):

Ziel 1. Für [...] Bewohner[...] mit Demenz [werden] die infrastrukturellen Voraussetzungen und konzeptionellen Vorgaben geschaffen, sich entsprechend ihren individuellen Bedürfnissen uneingeschränkt fortzubewegen.

Ziel 2. Die Bewohner[...] mit Demenz [nehmen] entsprechend ihren individuellen Bedürfnissen und Bedarfen an Angeboten zur Erhaltung und Förderung der Mobilität teil.

Ziel 3. Gefährdungen der Bewohner[...] mit Demenz beim unbemerkten Verlassen der Einrichtung [werden] erkannt. Durch auf [die] Bedürfnisse und Bedarfe abgestimmten Maßnahmen [verringern] die Wahrscheinlichkeit schwerwiegender Verletzungen.

Ziel 4. Bei [...] Bewohner[n] mit Demenz sind Einschränkungen der Mobilität sowie deren Ursachen identifiziert.

Ziel 5. Einschränkungen der Mobilität werden den individuellen Bedürfnissen und Bedarfen der Bewohner[...] mit Demenz entsprechend behandelt und sind kompensiert.

Ziel 6. Die Bewohner[...] mit Demenz [erhalten] individuell abgestimmte Maßnahmen zur Minimierung von Stürzen und Sturzfolgen.

Ziel 7. Die Bewohner[...] mit Demenz und sehr stark eingeschränkter Mobilität [erhalten] auf ihre Bedürfnisse und Bedarfe abgestimmte Maßnahmen, um das Auftreten von Sekundärkomplikationen zu verringern.

Sonderfall Bei [...] Bewohner[n] mit Demenz sind bewegungseinschränkende und speziell freiheitsentziehende Maßnahmen nur als letzte Möglichkeit einzusetzen, um die Wahrscheinlichkeit schwerwiegender Verletzungen abzuwenden.

Zu den jeweiligen Zielen gehören die handlungsleitenden evidenzbasierten Empfehlungen für die jeweils handelnden Personen. Im QN I werden diese Empfehlungen zielspezifisch in einer Matrix dargestellt. Die Matrix ist zur besseren Orientierung immer gleich aufgebaut: Zuerst wird der Bewohner mit Demenz als auch dessen gesetzlicher Vertreter adressiert. Dann werden Empfehlungen für die Einrichtung ausgesprochen. Diese sind unterteilt in Empfehlungen für die Mitarbeiter und für die Träger oder das Management. Abschließend folgen Empfehlungen für die extern beteiligten Personengruppen. Das sind zum einen die im oder um das Pflegeheim herum handelnden Professionen wie Mediziner, Therapeuten, Sanitätshäuser und Apotheken und zum anderen die Bezugspersonen wie Angehörige oder freiwillig dienstleistende Personen. Da die einzelnen Empfehlungen vom Charakter her Bündelungen eines Themenbereichs darstellen, werden zum besseren Verständnis detaillierte Hinweise formuliert, wie die einzelnen Verantwortlichen evidenzbasiert vorgehen sollen. Zum besseren Verständnis des Aufbaus der Matrix und den darin enthaltenen Empfehlungen und Hinweisen für die handelnden Personen wird in Abbildung 5 das Ziel 4 exemplarisch

Abbildung 5: Ziel 4 „Beim Bewohner mit Demenz sind Einschränkungen der Mobilität sowie deren Ursachen identifiziert“ in Anlehnung an die Darstellung des Ziels 4 im QN I aus (Schäufele, Hendlmeier, et al., 2008)

Bewohner		Einrichtung		Extern Beteiligte	
Bewohner mit Demenz	Gesetzlicher Vertreter	Mitarbeiter	Träger/Management	Professionen	Bezugspersonen
A willigt im Rahmen seiner Möglichkeiten in die ärztliche Abklärung und Diagnostik der Einschränkungen von Mobilität und mobilitätsassoziierten Funktionen ein	A willigt in die ärztliche Abklärung und Diagnostik der Einschränkungen von Mobilität und mobilitätsassoziierten Funktionen ein	A erhebt, evaluiert und dokumentiert im Rahmen der Pflegeanamnese systematisch Ressourcen und Einschränkungen der Mobilitäts-assoziierten Funktionen ^① B wirkt bei Personen mit einem Risikoprofil auf die ärztliche Abklärung und Diagnostik der Einschränkungen der Mobilität und mobilitätsassoziierten Funktionen hin	A ermöglicht bei Bedarf fachärztliche Betreuung der Bewohnerin mit Demenz ^③	A Arzt: stellt mit geeigneten Verfahren im Rahmen des geriatrischen Assessments den Mobilitätsstatus sowie Art und Ausmaß weiterer funktioneller Störungen fest ^② B Arzt: diagnostiziert die Ursachen der Mobilitäts-einschränkungen ^④ C Arzt: dokumentiert die Diagnosen in der bewohnerbezogenen Pflegedokumentation	A Angehörige: informieren über vorhandene Mobilitätseinschränkungen und - sofern bekannt - über deren Ursachen

① z.B. durch Assessmentinstrumente wie Barthel-Index; Feststellen von Seh- und Hörbeeinträchtigungen; Einschätzen von Schmerzen und Angst vor Stürzen;

② z.B. Screening nach Lachs; Durchführen eines modifizierten Romberg-Tests; Sitz-Steh-Test; Messung der Gehgeschwindigkeit; TUG; SPPB;

③ z.B. enge Kooperation mit Fachärzten in der Umgebung, um Fachärzte zu Besuchen im Heim zu motivieren; Fahrdienstangebote zu Facharztpraxen;

④ z.B. Balancedefizit; Sehstörungen; Muskelatrophie; unsachgemäße Medikation und Nebenwirkungen von Medikamenten, besonders bei Psychopharmaka, Depression, Schmerzen.

Ein wesentliches Element in der erfolgreichen Umsetzung des QN I ist die Kooperation der unterschiedlich handelnden Personengruppen. Da die Pflegeheimbewohner mit Demenz zum Zeitpunkt der Umsetzung des QN I vollständig in die Versorgungsstruktur einer Pflegeeinrichtung integriert sind, fällt der Einrichtung und hier insbesondere dem Pflegepersonal eine zentrale Steuerungsaufgabe zu. Gleichzeitig sollte das QN I den Pflegekräften Handlungssicherheit zum Thema „Mobilität und Sicherheit von Bewohnern mit Demenz“ geben, indem die eigenen Handlungsfelder und Kompetenzen (z.B. DNQP-Expertenstandards und Rahmenempfehlungen) und die Handlungsfelder der anderen Professionen (z.B. in Form medizinischer Leitlinien) klar benannt und damit auch klar voneinander abgegrenzt sind. Um zu testen, ob das QN I die Mobilität von Bewohnern mit Demenz erhalten oder gar verbessern kann, sollte das QN I in bestimmten Einrichtungen, verteilt über mehrere Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland, modellhaft implementiert werden.

Die Implementierung des Qualitätsniveaus I.

Die Implementierung des QN I wurde im Rahmen des Modellprojektes QuInT-Essenz durch die Hans-Weinberger-Akademie der AWO e.V. (HWA) in Kooperation mit der Hochschule Bremen, Institut für Qualität und Case Management (IQC) durchgeführt. Detaillierte Informationen zur Umsetzung des QN I finden sich in (Qualitätssicherung im Gesundheits- und Pflegewesen e.V. (BUKO-QS), 2010). Gefördert wurde die Implementierung des QN I vom Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ). Die Implementierung fand zwischen Mai 2008 und Juni 2010 statt. Der 24-monatige Implementierungszeitraum wurde unterteilt in eine Vorbereitungs- eine Haupt- und eine Nachbereitungsphase. Während der Vorbereitungsphase wurden die Voraussetzung für die teilnehmenden Einrichtungen gemeinsam mit den Trägern der Einrichtungen konkretisiert und eine Auswahl respektive Zuteilung der Einrichtungen in Implementierungs- und Kontrollgruppe getroffen. Außerdem wurden die Kooperationsvereinbarungen mit den Implementierungseinrichtungen unterzeichnet. Es konnten 20 Einrichtungen für die modellhafte Implementierung des QN I gewonnen werden. Die Hauptphase der Implementierung begann mit dem Kick-off Workshop im September 2009 und endete mit dem letzten Workshop im Februar 2010. Ein Abschlusstreffen mit Vertretern der Einrichtungsträger, den lokalen Implementierungsteams und der Implementierungsgruppe fand im Juni 2010 statt.

Während der Hauptphase der Implementierung wurden die teilnehmenden Einrichtungen auf Regionalcluster verteilt. Innerhalb der einzelnen Cluster wurden Regionalworkshops mit Netzwerkarbeit angeboten. Regionale Clusterworkshops fanden alle drei Monate statt. Zusätzlich gab es zwei überregionale Workshops - einmal nach zwölf Monaten und einmal zum Abschluss der Implementierung. Die Implementierungsgruppe orientierte sich an den Erkenntnissen aus erfolgreichen und nicht erfolgreichen Implementierungsprozessen und überließ aus diesem Grund den Pflegeeinrichtungen die Verantwortung zur Implementierung des QN I. Diese mussten in der Folge lokale Implementierungsteams

bilden. Durch die Identifikation der Pflegeeinrichtungen als verantwortlich für die Einführung des QN I wurden insbesondere die Pflegekräfte als Steuerorgane für die multiprofessionelle Versorgung von Pflegeheimbewohnern befördert. An dieser Personengruppe setzte die Implementierung mit einem Methodenmix an Implementierungsmaßnahmen an.

Handlungsleitend für die Implementierungsgruppe war die Fragestellung wie der Transfer von neuem Wissen in die Versorgungspraxis unter der Vermeidung von Schwierigkeiten und Barrieren stattfinden kann. So bediente sich die Implementierungsgruppe vor allem an Konzepten, welche das Ziel verfolgten, einen einrichtungsinternen und -übergreifenden kollegialen Lernprozess zu befördern. Dabei wurde konsequent auf den passiven Wissenstransfer beispielsweise in Form von Präsentationen oder Referaten verzichtet. Der angewandte Methodenmix, der dem Bottom-Up-Verfahren entsprach, soll nachfolgend kurz umrissen werden.

Die Implementierungsgruppe orientierte sich am Transfermodell von Rogers, welches die Phasen Dissemination, Adoption, Implementation, Adaption, Institutionalisierung und Diffusion aufweist (Rogers, 2003). An oberster Stelle des angewandten Methodenkanons stand die sogenannte „Breakthrough“ Methode, auch bekannt als Methode des „kollegialen Lernens“ (Institute for Healthcare Improvement (IHI), 2003; Kilo, 1998). Anhand der „Breakthrough“ Methode sollten insbesondere die Hemmnisse für Innovationen erkannt und beseitigt werden. Zur Unterstützung der Methode des „kollegialen Lernens“ wurden Qualitätsverbesserungszyklen geplant (Institute for Healthcare Improvement (IHI), 2003). Diese Zyklen (sogenannte PDSA-Zyklen) enthielten die Elemente Planung (engl. „Plan“), Erprobung (engl. „Do“), Messung von Veränderungen (engl. „Study“) und Umsetzung oder Neuplanung (engl. „Act“). Ein PDSA-Zyklus entsprach in etwa dem Zeitraum zwischen zwei Regionalworkshops. Innerhalb dieses Zeitraums sollten von den einrichtungsinternen Implementierungsteams Interventionen geplant, erprobt, weitestgehend Veränderungen erfasst und abschließend reflektiert werden.

Die PDSA-Zyklen wurden unterstützt durch die Methodik der SMART-Zielformulierung, insbesondere um spezifische Ziele des QN I für die Einrichtung zu konkretisieren und um Demotivations- oder Überlastungserlebnisse zu vermeiden. Das Akronym SMART steht für Spezifisch, Messbar, Akzeptiert oder Attraktiv, Realisierbar und Terminierbar (Doran, 1981). Außerdem sollte bei der Umsetzung von Zielen des QN I die Ausgangssituation der Einrichtungen und die möglicherweise damit einhergehenden Barrieren vor allem beim Personalstamm berücksichtigt werden. In der Antizipation möglicher Barrieren bei der Einführung neuer Maßnahmen wurde das zehnstufige Adaptationsmodell von Grol eingesetzt, welches Veränderungsphasen der Einstellungen und des Verhaltens mehrerer Ebenen berücksichtigt (Grol, 1992). Mit diesem Adaptationsmodell ist es anhand der Kernelemente „Orientierung“, „Verstehen“, „Akzeptieren“, „Ändern“ und „Aufrechterhalten“ gleichermaßen möglich, im Prozess auftretendes Annahme- oder Widerstandsverhalten auszuloten.

Die Implementierungsgruppe bot den Einrichtungen innerhalb des 24-monatigen Implementierungszeitraums Unterstützung bei der Einführung der o.g. Methoden. Außerdem stellte die Implementierungsgruppe den Einrichtungen diverse Instrumente zur Verfügung. So wurde eine Stärke-Schwächen-Analyse durchgeführt, ein Bewohner- und Management-Audit eingeführt und der Grad der Dissemination gemessen. Darüber hinaus verwendete die Implementierungsgruppe zur Unterstützung der einzelnen PDSA-Zyklen sogenannte Pflege-Prozessaudits und das Implementierungsbarometer. Mithilfe des Prozessaudits und des Implementierungsbarometers sollten die eingetretenen Veränderungen an einer ausgewählten Bewohnerschaft mit Demenz messbar gemacht werden. Die oben erwähnten Instrumente (Bewohner- und Management-Audit und Implementierungsbarometer) wurden während der Implementierungsphase vom Implementierungsteam entwickelt und in den Einrichtungen erprobt.

Ein typischer Implementierungszyklus mit den Phasen Erprobung und Verstetigung zu einem spezifischen Ziel des QN I war gekennzeichnet durch:

- die Teilnahme am Regionalworkshop in dem die o.g. Methoden eingeführt und anschließend wiederholt wurden,
- die einrichtungsinterne Arbeit in lokalen Implementierungsteams, da den Einrichtungen mithilfe der dafür benannten Pflegekräfte die Umsetzung der auf dem Workshop vereinbarten Ziele und Methoden oblag und
- die Erprobung, Messung und ggf. Anpassung der Implementierungsmethoden und eingeführten Instrumente der Implementierungsgruppe wie Prozessaudit und Implementierungsbarometer.

Wie sich unschwer aus der Darstellung ablesen lässt, gehörte es zur Praxis der Implementierungsgruppe, dass die explizite Bearbeitung der Ziele des QN I und der damit verbundenen professionsspezifischen handlungsleitenden Empfehlungen und Hinweise zu deren Umsetzung nicht im Vordergrund stand. Die einrichtungsbezogenen Implementierungsteams wurden ausdrücklich und ausschließlich in den o.g. Methoden geschult und die Instrumente eingewiesen (Qualitätssicherung im Gesundheits- und Pflegewesen e.V. (BUKO-QS), 2010). Das führte zu einem sehr heterogenen Vorgehen bei der Implementierung der Ziele des QN I. Die Handlungsempfehlungen des QN I wurden dabei in der Praxis häufig modifiziert und teilweise fachlich unzureichend umgesetzt (Schäufele, Hoell, & Hendlmeier, 2016). Die während der Implementierungsphase entwickelten Messmethoden veranlassten die Implementierungsgruppe der Einfachheit halber, ihre Bemühungen zumeist einzelfallbezogen und auf Bewohner auszurichten, die entweder kognitiv weniger stark beeinträchtigt waren oder innerhalb des Implementierungszeitraumes neu in die Einrichtungen einzogen (Schäufele et al., 2016).

Die Idee auf lokale Implementierungsteams zurückzugreifen, die aus Mitarbeitern der Pflegeeinrichtungen bestanden, erwies sich im Nachhinein als unglücklich, da die Erkenntnisse aus den Regionalworkshops in den Einrichtungen häufig entweder zu spät oder gar nicht ankamen. So war es auch wenig verwunderlich, dass eine Mitarbeiterbefragung

zum Abschluss der Implementierung ergab, dass nur etwa die Hälfte der Mitarbeiter das QN I kannten (Qualitätssicherung im Gesundheits- und Pflegewesen e.V. (BUKO-QS), 2010). Außerdem musste das Implementierungsteam zur Projektmitte eingestehen, dass die Methode des kollegialen Lernens in der Praxis scheiterte. Aus diesem Grunde wurde ein „Best-Practice“ Katalog entworfen, der auf dem abschließenden Workshop am Ende der Implementierungsphase den teilnehmenden Einrichtungen vorgelegt wurde (Qualitätssicherung im Gesundheits- und Pflegewesen e.V. (BUKO-QS), 2010).

Das Gesamtevaluationsprojekt stand im Spannungsfeld, die Effekte für die demenzkranken Bewohner auf Basis der in diesem Kapitel beschriebenen Implementierung des QN I nachzuweisen und im Sinne der Implementierungsforschung, die Implementierung des QN I zu bewerten.

2.2 Das Gesamtevaluationsprojekt

2.2.1 Zielsetzung, Design und Stichprobengewinnung

Das Hauptziel des Gesamtprojektes galt der Prüfung der Wirksamkeit des QN I hinsichtlich der Prävention von Einschränkungen der Mobilität, Sicherheit und Lebensqualität bei Menschen mit demenziellen Einschränkungen in stationären Einrichtungen. Dazu wurden sowohl eine Interventions- als auch eine Kontrollgruppe aus stationären Einrichtungen gewonnen, die bezüglich folgender Merkmale miteinander verglichen wurden: 1) strukturelle, organisatorische und prozessuale Merkmale der Einrichtungen, 2) Zusammenarbeit und Kommunikation beteiligter Berufs- und Personengruppen und 3) zentrale gesundheitsbezogene Merkmale der Menschen mit Demenz. Es wurden auf der Ebene der Einrichtungen und der Bewohner Ziele und Wirksamkeitsindikatoren festgelegt. Nachfolgend ist eine Kurzbeschreibung der einzelnen Zielebenen des Gesamtevaluationsprojektes dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung des Gesamtprojektes findet sich in Schäufele und Kollegen (Schäufele et al., 2011; Schäufele, Hoell, Hendlmeier, Köhler, & Weyerer, 2015).

Die zentralen Ziele auf der Einrichtungsebene hinsichtlich mobilitätsfördernder Maßnahmen bezogen sich zum einen auf Strukturen und Prozesse wie die Etablierung multidisziplinärer Beratungen (beispielsweise Fallkonferenzen) und gerontopsychiatrischer Pflegefachkräfte und zum anderen auf den Grad der Einbindung externer Personen wie Angehörige und Freiwillige und Kooperationen mit externen pflegerelevanten Berufsgruppen wie Therapeuten, Pharmazeuten und Ärzten. Außerdem sollten räumliche und materielle Bedingungen untersucht werden, die im Zusammenhang mit der Mobilitätsförderung stehen wie Lichtverhältnisse, Beschaffenheit der Flure, mögliche Mobilitätsbarrieren und taktile und visuelle Bewegungsanreize. Dafür wurde eine mobilitätsfördernde Umgebung auf der Grundlage eines modifizierten Scores des Therapeutic Environment Screening Surveys for Nursing Homes (TESS-NH) (Sloane et al., 2002) definiert.

Zur Aufgabe der Wirksamkeitsprüfung zählte ebenfalls die Begleitung und Bewertung der Implementierung des QN I durch die HWA und das IQC der Hochschule Bremen. Zur Erreichung dieses Zieles wurde der Implementierungsgrad des QN I nach Implementierung gemessen. Dazu wurde eine mehrdimensionale Einschätzungsskala geschaffen. Für jede Dimension wurde ein dreistufiges Rating von „wenig umgesetzt“ über „teilweise umgesetzt“ bis „(nahezu) vollständig umgesetzt“ abgegeben. Anschließend erfolgte auf der Grundlage der Einschätzung pro Dimension ein ungewichtetes Globalrating. Grundlage für die Bewertungen des Implementierungsgrades waren Struktur- und Prozessmerkmale der teilnehmenden Einrichtungen, die per Interview und Einrichtungsbegehung (TESS-NH), aus Protokollen der Teilnahme an den Implementierungs-Workshops und teilnehmenden explorativen Beobachtungen der Einrichtungen gewonnen wurden. Ergebnisse bzgl. der gelingenden Umsetzung des QN I sind in Schäufele und Kollegen nachzulesen (Schäufele et al., 2016) und sind in aggregierter Form im Kapitel 2.1. kurz dargestellt.

Auf der Personenebene wurde zuvorderst der Erhalt bzw. die Verbesserung der Mobilität untersucht. Hierbei spielte die Gehfähigkeit eine herausragende Rolle. Des Weiteren wurden mobilitäts- und sicherheitsbezogene Faktoren wie die Häufigkeit des Auftretens von Stürzen und sturzbedingten Verletzungen, die Häufigkeit des Einsatzes bewegungseinschränkender Maßnahmen und die Inaktivität betrachtet. Außerdem wurden das Auftreten depressiver Symptome und Symptome der Apathie in den Blick genommen.

Im Sinne des Fokus der Antragstellung auf Primärprävention im Pflegeheim wurden im Vorfeld der Evaluationsstudie zwei Einschlusskriterien definiert. Es wurden ausschließlich demenzkranke Bewohner in die Auswertungen eingeschlossen, die zum Zeitpunkt der Ersterhebung selbstständig oder mit Unterstützung gehen konnten¹⁸. Dieses Kriterium wurde mittels eines Fragebogens erhoben, welcher von Bezugspflegekräften, also von Pflegekräften, welche hauptsächlich einen bestimmten Bewohner pflegen und versorgen, beantwortet wurde. Das Kriterium einer „vorliegenden Demenz“ wurde anhand eines unter der Leitung von Frau Dr. Schäufele entwickelten Fremdeinschätzungsinstruments, der Dementia Screening Scale (DSS), erhoben (siehe Kapitel 2.2.3). Es galt ein Cut-off von größer oder gleich drei Punkten für das Vorliegen von Symptomen der Demenz (Kohler, Weyerer, & Schaufele, 2007).

Zur Prüfung der gesundheitsbezogenen Ziele wurde ein quasi-experimentelles Design mit Prä-Post-Vergleich einer Interventions- und einer Kontrollgruppe gewählt. In den Einrichtungen der Interventionsgruppe wurden über 24 Monate hinweg anhand der Breakthrough-Methode die Ziele des QN I implementiert (siehe Kapitel 2.1). Zu jedem Zeitpunkt war den einzelnen Einrichtungen bekannt, welcher Gruppe sie angehörten. Neben dem reinen Vergleich der gesundheitsbezogenen Maße vor und nach der Implementierung des QN I wurden auch engmaschige monatliche Veränderungsmessungen - sogenannte Mobilitätschecks - durchgeführt (siehe Kapitel 2.2.3).

Das Besondere an der Evaluationsstudie war, dass neben den Verlaufsuntersuchungen zum zweiten Messzeitpunkt erneut eine Stichtagspopulation erhoben und anschließend anhand der gesundheitsbezogenen Maße untersucht wurde. Dies war zum einen der hohen Ausfallrate der im Längsschnitt untersuchten Bewohner geschuldet (insbesondere durch eine hohe Mortalitätsrate) und zum anderen der Strategie der Implementierungsgruppe, die häufig die Implementierung auf Bewohner ausweitete, die im Verlauf der Intervention in die Einrichtungen einzogen.

Vor Beginn der Evaluationsstudie fand die Rekrutierung der Träger stationärer Pflegeeinrichtungen statt. Insgesamt konnten bundesweit 15 Träger für das Projekt

¹⁸ Die exakte Definition der Gehfähigkeit lautete: „War der Pflegeheimbewohner mit Demenz in der Lage, in den letzten 2 Wochen selbstständig oder mit Unterstützung eines Hilfsmittels oder -person innerhalb der Einrichtung 10 Meter zu gehen?“ und wurde dem Rivermead Mobilitäts-Index (Collen, Wade, Robb, & Bradshaw, 1991) entnommen.

geworben werden. Die Träger wurden aufgefordert mindestens zwei Einrichtungen zu benennen, wobei eine Einrichtung an der Implementierung des QN I teilnehmen und mindestens eine andere Einrichtung als Kontrolleinrichtung fungieren sollte. Voraussetzung für die Teilnahme von Einrichtungen war:

- ein funktionierendes Qualitätsmanagement und Erfahrung in der Arbeit mit Qualitätszirkeln,
- die erfolgreiche Implementierung der DNQP-Expertenstandards „Dekubitusprophylaxe in der Pflege“ und „Sturzprophylaxe in der Pflege“,
- die Verfügbarkeit ausreichender personeller und finanzieller Ressourcen (z.B. Benennung und Abstellung eines träger- oder einrichtungsinternen Projektbeauftragten und des lokalen Implementierungsteams) und
- insbesondere für die Teilnahme an der Implementierung des QN I, die Bereitschaft trägerübergreifend zu lernen und Informationen auszutauschen.

Letztlich nahmen 31 Einrichtungen am Evaluationsprojekt teil; 20 Einrichtungen ließen sich der Implementierungsgruppe zuordnen und elf Einrichtungen der Kontrollgruppe.

Vor Beginn der Implementierung des QN I wurde in allen teilnehmenden Einrichtungen an einem vorher definierten Stichtag die Population der Bewohner bestimmt. Dazu bereisten Mitarbeiter der Evaluationsstudie und der Implementierungsgruppe die bundesweit verstreuten Implementierungseinrichtungen. Diese Erstbesuche dienten seitens der Evaluationsstudie der Besprechung des Ablaufs der Studie, der Vorstellung der einzusetzenden Instrumente und der Festlegung verbindlicher Zeiten a.) für den Stichtag, b.) für die Bearbeitung des Hauptinstruments der Evaluationsstudie, c.) den Beginn und Turnus der monatlichen Mobilitätschecks und d.) der Vorstellung der Vertiefungsstudie im Rahmen der Evaluationsstudie. Nur der Vollständigkeit halber genannt werden soll, dass bei diesen Erstbesuchen mit den Einrichtungen zusätzlich das Vorgehen für die Hausarzt- und Angehörigenbefragung geklärt wurde. Ebenfalls fanden, falls genügend Zeit blieb, ein Gespräch mit der Einrichtungsleitung zu strukturellen, organisatorischen und prozessualen Merkmalen und eine Einrichtungsbegehung statt. Falls es die Zeit nicht zuließ, wurde diesbezüglich ein zweiter Termin in zeitlich enger Nähe zum Erstbesuch vereinbart.

Zum vereinbarten Stichtag sollten alle an diesem Tage in der Einrichtung lebenden und zu diesem Zeitpunkt vitalen Bewohner erfasst und anschließend innerhalb eines Zeitraumes von vier bis maximal sechs Wochen anhand des Hauptinstruments eingeschätzt werden. Die monatlichen Mobilitätschecks begannen vier Wochen nach Versand des Hauptinstruments. Da die Implementierungseinrichtungen an die Zeiten der Implementierungsphasen und Workshops gebunden waren, lagen die Stichtage in dieser Gruppe deutlich früher und fanden zeitlich deutlich straffer statt als in der Kontrollgruppe. Die Stichtage lagen für die Implementierungsgruppe zwischen dem 14.07.2008 und 07.11.2008 und für die Kontrollgruppe zwischen dem 01.09.2008 und 06.04.2009.

Vor der zweiten Erhebung nach der letzten aktiven Implementierungsmaßnahme der Implementierungsgruppe (6. Workshop im Februar 2010) wurden alle Einrichtungen erneut gebeten an einem bestimmten Stichtag, die Population der Bewohner zu erfassen, die zu diesem Zeitpunkt in der Einrichtung lebend gemeldet war. Die Stichtage lagen sowohl für die Implementierungs- als auch für die Kontrollgruppe durchschnittlich 16 Monate auseinander. Allerdings betrug die Spanne in der Implementierungsgruppe 15 bis 17 Monate und in der Kontrollgruppe 12 bis 17 Monate. Mit der zweiten Erhebung endeten die monatlichen Mobilitätschecks. Ansonsten wurde zur zweiten Erhebung dasselbe Procedere wie zur ersten Erhebung vorgenommen. Einzig die Hausarztfragebögen wurden aufgrund mangelnder Beteiligung und damit ungünstigem Kosten-Nutzen-Aufwand nicht erneut verteilt.

Während die Implementierungsgruppe in die Methoden aus Kapitel 2.1 geschult wurde, fand in der Kontrollgruppe die Pflege und Versorgung der Bewohnerschaft im herkömmlichen Sinne statt. Die Kontrollgruppe führte ihre Pflege- und Betreuungsmaßnahmen im Rahmen der Empfehlungen des DNQPs zur Sturz- und Dekubitusprophylaxe durch. Aus ethischen Gründen war die Kontrollgruppe als Warte-Kontrollgruppe zu verstehen, da sich die Träger darauf geeinigt hatten, nach Beendigung der Implementierungs- und Evaluationsstudie, das QN I in allen Einrichtungen einzuführen. Des Weiteren wurde es den Kontrolleinrichtungen nicht verwehrt, sich an weiterqualifizierenden Maßnahmen im Sinne der Pflege und Versorgung der Bewohner zu beteiligen.

2.2.2 Deskription der Stichproben

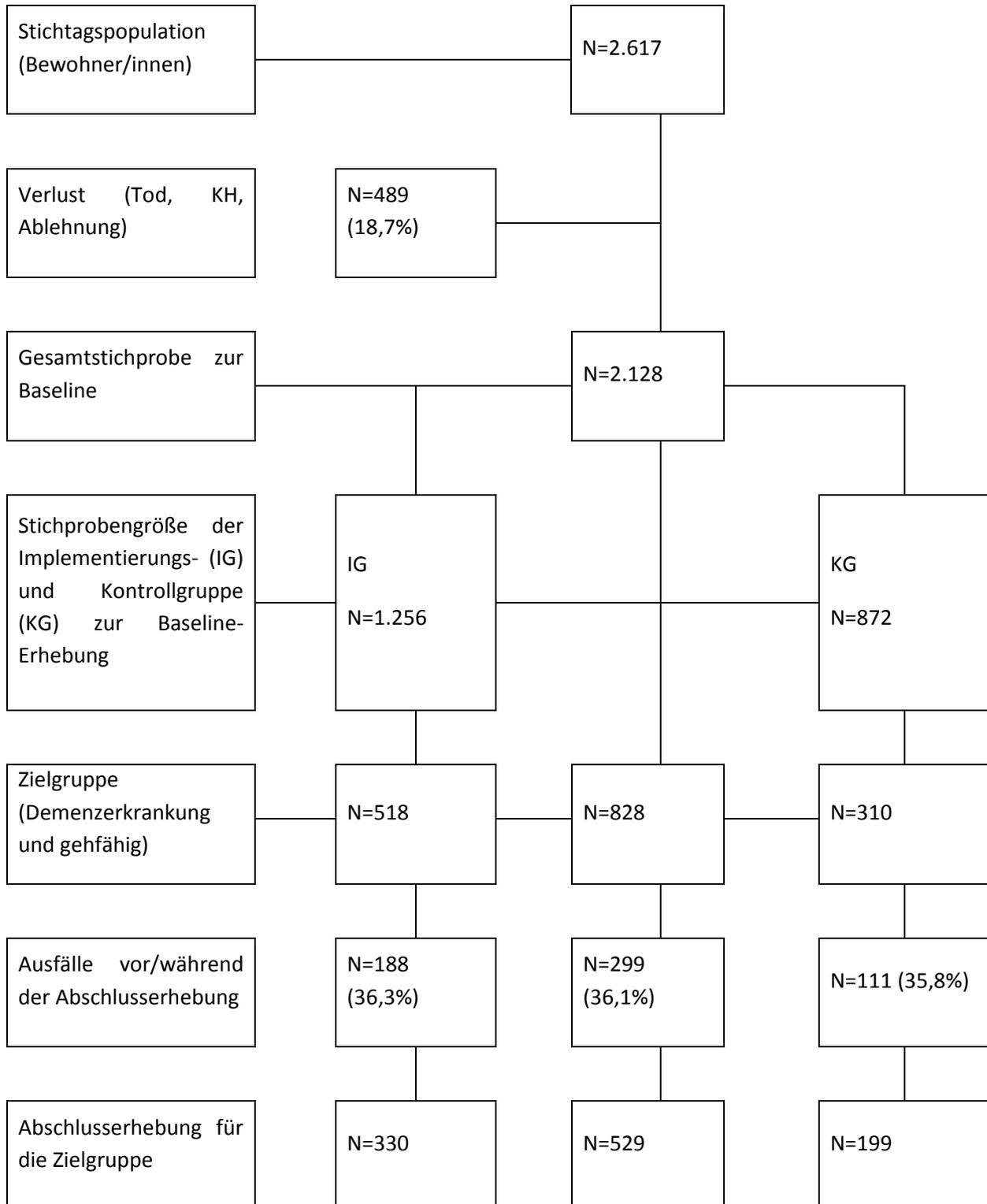
Eine detaillierte Beschreibung der Merkmale der teilnehmenden Einrichtungen findet sich im Abschlussbericht der Evaluationsstudie (Schäufele et al., 2011).

Für die Planung der benötigten Nettostichprobe an gehfähigen Bewohnern mit Demenz wurde im Vorfeld der Evaluationsstudie eine Poweranalyse durchgeführt. Dabei wurde von der Annahme ausgegangen, dass sich durch die Implementierung des QN I kleine bis mittlere Effekte für die zentralen gesundheitsbezogenen Merkmale messen ließen. Die Analyse ergab eine Stichprobengröße von insgesamt 910 Personen, gleichmäßig verteilt auf die Implementierungs- und Kontrollgruppe. Durch bundesweit repräsentative Untersuchungen zur durchschnittlichen Anzahl an Personen in stationären Einrichtungen und zur Prävalenz von Demenzen konnte die Zahl benötigter Einrichtungen auf 30 bis max. 40 begrenzt werden. Allerdings musste eine durchschnittlich 90%ige Ausschöpfungsquote in den Einrichtungen erreicht werden. Diese sollte durch die Erhebung von Stichtagspopulationen realisiert werden (siehe Abbildung 6).

Nach Abzug des Verlusts konnten von insgesamt 2.128 Bewohnern BL-Daten erhoben werden. Von diesen Bewohnern entsprachen insgesamt 828 den Einschlusskriterien und wurden als gehfähig mit einer Demenzerkrankung eingestuft. Es konnten 518 Bewohner der Interventions- und 310 Bewohner der Kontrollgruppe zugeordnet werden. Die Ausfallrate war prozentual gesehen während des Implementierungszeitraumes und der Follow-up Datenerhebung in beiden Gruppen etwa gleich groß und betrug ca. 36%. Somit ließen sich

von 330 Bewohnern der Implementierungsgruppe und von 199 Bewohnern der Kontrollgruppe Längsschnittanalysen zu gesundheits- und mobilitätsbezogenen Merkmalen durchführen.

Abbildung 6: Stichtagspopulation, Ausschöpfungsquote und Panelverlauf



modifizierte Darstellung aus Schäufele et al 2011, Seite 55

2.2.3 Instrumente

Die Instrumente für das Gesamtprojekt sollen ausführlich dargestellt werden, da die hier vorliegende Arbeit diese Instrumente nutzte, um die eigenen Fragestellungen zu beantworten. Das Hauptinstrument des Gesamtprojektes war das Pflege- und Verhaltensassessment, kurz PVA. Das PVA ist ein multidimensionales Instrument zur Beurteilung von Bewohnern in stationären Pflegeeinrichtungen. Im PVA sind einerseits etablierte Skalen und Inventare und andererseits selbstentwickelte Skalen enthalten. Die Bearbeitung der Skalen und Inventare erfolgte durch examinierte Bezugspflegerkräfte. Das Assessment wurde in leicht modifizierter Weise bereits in weiteren Untersuchungen der Arbeitsgruppe „Psychiatrische Epidemiologie und Demographischer Wandel“ eingesetzt (Schäufele, Köhler, Lode, & Weyerer, 2009) und erreicht im Mittel hohe Interrater-Reliabilitätswerte und ist ökologisch valide (Köhler, Schäufele, Hendlmeier, & Weyerer, 2010).

Das PVA bestand aus folgenden etablierten Skalen: dem Barthel-Index (Mahoney & Barthel, 1965) modifiziert nach dem Hamburger Einstufungsmanual (Bundesarbeitsgemeinschaft klinisch geriatrischer Einrichtungen (BAGkgE), 2002), dem Rivermead Mobility-Index (Collen et al., 1991), der Quality of Life in Late-Stage Dementia Scale (Weiner et al., 2000), dem Neuropsychiatrischen Inventar (J. L. Cummings, 1997) in einer abgewandelten Kurzversion (NPI-Q) von Kaufer (Kaufer et al., 2000), der Dementia Screening Scale (DSS) (Kohler et al., 2007) und dem Beobachtungsinstrument für das Schmerzassessment bei alten Menschen mit schwerer Demenz (BISAD) (BISAD[©] 2005, 2007 der deutschen Version: Thomas Fischer, Charité - Universitätsmedizin Berlin). Ebenfalls enthielt das PVA Angaben zur Soziodemographie, zu gesetzlichen Betreuungs- und Pflegeleistungen, zu Funktions- und Bewegungseinschränkungen, zur Nutzung von Hilfsmitteln speziell der Fortbewegung, zum „Wanderverhalten“ - dem scheinbar rastlosen Hin- und Herlaufen auf der Station oder dem Versuch des Verlassens der Einrichtung -, zur Anwendung freiheitsentziehender Maßnahmen und zum Vorliegen von Dekubitalulcera. Außerdem konnten im PVA Angaben zu Art und Umfang von Betreuungs- und Pflegeleistungen, die durch Angehörige und Freiwillige erbracht wurden und zu Aktivitäten des Bewohners innerhalb und außerhalb der Einrichtung erfasst werden. Abschließend wurden im PVA medizinische Diagnosen und die aktuelle Medikation aus der Pflegedokumentation sowie Art und Umfang der medizinischen Versorgung und Therapien aufgelistet.

Nachfolgend werden diejenigen Skalen und Fragebogenbestandteile des PVA detailliert dargestellt, die in der hier vorliegenden Arbeit verwendet wurden.

Barthel-Index (BI)

Mit dem BI wurde bei den demenziell erkrankten Bewohnern das Ausmaß an Einschränkungen in der Verrichtung von Alltagsaktivitäten gemessen. Der BI wurde ursprünglich entwickelt, um das Ausmaß an Unabhängigkeit von Dritten bzw. die Selbstständigkeit bei Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen bzw. Erkrankungen des

Bewegungsapparates zu bestimmen. Insbesondere sollte der BI als einfach zu handhabendes Messinstrument dienen, um den Fortschritt bei der Rehabilitation in den basalen Aktivitäten aufzuzeigen (Mahoney & Barthel, 1965). Häufig werden im alltäglichen Sprachgebrauch die basalen Aktivitäten auch als „Aktivitäten des täglichen Lebens“ oder ADL-Aktivitäten bezeichnet. Schnell entwickelte sich das Instrument zur Standardskala für Schlaganfallpatienten und als Indikator der Selbst-Pflege-Aktivitäten von älteren Menschen (Dickinson, 1992; Wade & Collin, 1988), vor allem weil der BI alle basalen Aktivitäten enthielt, die für die Bestimmung des Grades an körperlicher Einschränkung als wichtig erachtet wurden. Der BI ist das weltweit am häufigsten im Rahmen von Pflege-Assessments eingesetzte Instrument und liegt in mehreren Sprachen vor. Die Inhaltsvalidität ist exzellent und auch die Kriteriumsvalidität (Übereinstimmungs- und Vorhersagevalidität) ist sehr gut, da der BI im hohen Maße mit dem Ausmaß des Verlusts motorischer Fähigkeiten, der Mortalität, dem Ausmaß an sozialer Teilhabe, Depression, dem Schweregrad eines Schlaganfalls und dem Grad an Unterstützung zur Teilhabe am Leben in der Gemeinde korreliert (Wade & Collin, 1988). Vielfach wurde der BI als Goldstandard verwendet und es zeigte sich, dass der BI gegenüber dem für die Wissenschaft entwickelten Functional Independence Measure (FIM) genauso sensitiv für Veränderungsmessungen ist (van der Putten, Hobart, Freeman, & Thompson, 1999). Das Instrument ist in verschiedenen Versionen im Einsatz: als Performance-Test und Selbst- und Fremdrating. Dabei zeigen alle Versionen ein hohes Maß an Übereinstimmung (Collin, Wade, Davies, & Horne, 1988).

In der vorliegenden Studie wurde die modifizierte deutsche Version des BI der BAGkgE verwendet, in der die zehn basalen Aktivitäten auf einer mehrstufigen Skala (0 Punkte, 5 Punkte, 10 Punkte und gelegentlich 15 Punkte) bewertet wurden (Bundesarbeitsgemeinschaft klinisch geriatrischer Einrichtungen (BAGkgE), 2002). Dabei gab es umso weniger Punkte, desto geringer die Kompetenzen bei der selbstständigen Verrichtung der entsprechenden Aktivität waren. Folgende Alltagskompetenzen wurden mit dem BI erfasst: Essen, Aufsetzen und Umsetzen (im Sinne eines Transfers), Sich Waschen (im Sinne einer einfachen Körperpflege wie Hände und Gesicht waschen oder Zähne putzen), Toilettenbenutzung, Baden und Duschen, Aufstehen und Gehen oder Rollstuhlnutzung, Treppe steigen, An- und Auskleiden, Stuhl- und Harnkontinenz. Die Angaben sollten sich auf die vergangenen vier Wochen beziehen. Errechnet wurde ein Summenscore der Aktivitäten, der Werte zwischen 0 und 100 annehmen konnte. Ein geringerer Summenwert stand für größere Einschränkungen.

Rivermead Mobility-Index (RMI)

Der RMI wurde in der Studie eingesetzt, um die funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten der demenziell erkrankten Bewohner zu erfassen. Das Instrument ist insbesondere zur Messung der körperlichen Mobilität von neurologischen Patienten (insbesondere Schlaganfall-Patienten) geeignet (Collen et al., 1991). Die Original-Version, die als Selbstbefragungsinstrument ausgelegt ist, enthält 15 Items. Diese Version wurde von Schindl und Kollegen ins Deutsche übertragen und deren psychometrischen Eigenschaften geprüft

(Schindl et al., 2000). Dabei wurde der deutsche RMI als Fremdbeobachtungsinstrument verwendet. Es konnte eine hohe Interrater-Reliabilität und Übereinstimmung (Kriteriumsvalidität) mit dem 10-Meter-Gehgeschwindigkeitstest und der motorischen Sub-Skala des FIM berichtet werden. Ebenfalls wurde eine hohe Veränderungssensitivität festgestellt (Schindl et al., 2000).

In einer modifizierten Version des RMI, die als Funktionstest durchgeführt wurde, wurde die Anzahl an Items von 15 auf acht Items reduziert (Lennon & Johnson, 2009). Zusätzlich wurde die dichotome Beantwortung bzgl. der Fähigkeiten der Verrichtung der Mobilitätsaufgaben durch eine, die Leistung differenziert erfassende sechsstufige Likert-Skala ersetzt. Die modifizierte Version wies bessere psychometrische Eigenschaften auf als das Original (Lennon & Johnson, 2009; Walsh et al., 2010).

Die Version des RMI, die im PVA der vorliegenden Studie verwendet wurde, war auf die Mobilität demenziell erkrankter Menschen in stationären Pflegeeinrichtungen abgestimmt. Von den in der modifizierten Version enthaltenen acht Items wurden sieben Items übernommen und zwei zusätzliche Items aus der Originalversion eingefügt. Diese neun Items behandelten die Lageveränderung im Bett, den Lagewechsel vom Liegen zum Sitzen, die Sitzbalance, den Wechsel vom Sitz in den Stand, die Stehbalance (das freie Stehen), den Transfer zwischen Bett und Stuhl, das Gehen innerhalb geschlossener Räumlichkeiten (mind. 10m), das Gehen auf ebenem Grund außerhalb geschlossener Räumlichkeiten und das Aufheben von Gegenständen vom Boden. Per Fremdbeurteilung konnten die Items auf einer vierstufigen Skala von „ja, allein in der Lage“ (3 Punkte), über „ja, unterstützt durch Hilfsmittel“ (2 Punkte) oder „ja, unterstützt durch Hilfsperson“ (1 Punkt) bis „nein, nicht in der Lage“ (0 Punkte) eingeschätzt werden. Bezugszeitraum waren die vergangenen 14 Tage. Anschließend wurde durch Addition der Einzelwerte ein Summenwert gebildet (0 bis 27 Punkte). Je höher die Ausprägung des Summenwertes, desto höher wurden die funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten eingestuft.

Quality of Life in Late-Stage Dementia (QUALID)

Um die Lebensqualität von demenziell erkrankten Menschen zu messen, wurde der QUALID eingesetzt. Das Instrument wurde für das stationäre Setting entwickelt und als Fremdbeobachtung durchgeführt (Weiner et al., 2000). Grundlage für die Entwicklung dieses Instruments waren die Affektivitäts- und Aktivitätsmessungen bei Menschen mit schweren Demenzen von Alberts und Kollegen (Albert et al., 1996). Der QUALID besteht aus elf fünfstufigen Items (1 bis 5 Punkte), welche sowohl positive als auch negative Dimensionen direkt beobachtbarer Stimmungen, Verhaltensweisen und körperlicher Signale der Zufriedenheit und Teilhabe abbilden. Eingeschätzt werden sollte die entsprechende Stimmung oder Verhaltensweise für den Zeitraum der letzten sieben Tage. Es wurde ein Summenscore gebildet, der Ausprägungen von elf bis 55 Punkte annehmen konnte. Ein niedrigerer Summenwert war gleichbedeutend mit einer besseren Lebensqualität. Der QUALID besitzt eine hohe Test-Retest als auch Interrater-Reliabilität und die interne Konsistenz ist gut (Weiner et al., 2000). In einer psychopharmakologischen

Behandlungsstudie konnte die Veränderungssensitivität des QUALID nachgewiesen werden (Martin-Cook, Hynan, Rice-Koch, Svetlik, & Weiner, 2005).

Neuropsychiatrisches Inventar (NPI-Q)

Mit dem NPI-Q sollte in der vorliegenden Studie das Ausmaß nicht-kognitiver Symptomatik und herausfordernden Verhaltens gemessen werden. Der NPI-Q ist die Kurzform des Neuropsychiatrischen Inventars (NPI), wobei letztgenannter zwölf Symptomkomplexe ausführlich anhand symptomspezifischer Verhaltensweisen überprüft. Im Gegensatz zum NPI, der als Interview durchgeführt wird (J. L. Cummings, 1997), wurde der NPI-Q als schriftlich auszufüllendes Fremdbeobachtungsinstrument durch einen Proxy eingesetzt (Kaufer et al., 2000). Der Fragebogen enthielt die neuro-psychiatrischen Symptomkomplexe: Wahn, Halluzination, Agitation bzw. Aggression, Dysphorie bzw. Depression, Angst, Hochgestimmtheit, Apathie bzw. Gleichgültigkeit, Enthemmung, Gereiztheit bzw. Labilität, Rastlosigkeit bzw. abweichendes motorisches Verhalten, gestörter Tag-Nacht-Rhythmus und Essstörungen. Für jeden Symptomkomplex wurde eine einleitende Frage gestellt. Diese Frage bezog sich auf den Beobachtungszeitraum der vergangenen vier Wochen. Die Frage wurde so gestellt, dass eine dichotome Beantwortung (Ja/Nein) möglich war. Fiel die Antwort positiv aus, wurde zusätzlich nach der Schwere und Häufigkeit der Symptomatik gefragt. Die Schwere wurde dreistufig erfasst (1 = leicht: das Symptom war vorhanden, konnte jedoch durch die Pflegekräfte leicht beeinflusst oder gesteuert werden; 2 = mäßig: das Symptom war deutlich vorhanden und konnte durch die Pflegekräfte nur schwer beeinflusst werden; 3 = schwer: das Symptom war sehr ausgeprägt und konnte durch die Pflegekräfte nur sehr schwer oder nicht beeinflusst werden). Die Häufigkeit wurde vierstufig erfasst (1 = selten, d.h., weniger als einmal pro Woche; 2 = manchmal, d.h., etwa einmal pro Woche; 3 = häufig, d.h., mehrmals pro Woche, aber nicht täglich; 4 = sehr häufig, d.h., einmal oder mehrmals pro Tag). Abschließend wurde die Schwere der Symptomatik mit der Häufigkeit des Auftretens multipliziert, sodass für jeden Symptomkomplex, der in den letzten vier Wochen aufgetreten war, ein Punktwert von eins bis zwölf errechnet wurde. Abschließend wurden die einzelnen symptomspezifischen Punktwerte addiert. Der Summenwert des NPI-Q konnte Werte zwischen 0 und 144 Punkte annehmen. Eine größere Gesamtpunktzahl stand für ein größeres Ausmaß an nicht-kognitiver Symptomatik bzw. herausfordernden Verhaltens.

Der NPI-Q weist hohe Übereinstimmungen bzgl. der Test-Retest Reliabilität auf. Ebenfalls ist die Übereinstimmung zwischen NPI-Q und dem Original NPI, sowohl beim Schweregrad-Score als auch beim symptomspezifischen Score sehr hoch (Kaufer et al., 2000). Trotz seiner internationalen großen Verbreitung sind die psychometrischen Eigenschaften des NPI-Q und des NPI bisher nicht ausreichend getestet. Eine erste Zusammenschau weist allerdings in eine gute Richtung (Lai, 2014).

Soziodemographische Angaben und Dementia Screening Scale

Zu den allgemeinen zur Person gehörenden Angaben zählten: Geburtsdatum, Geschlecht, Aufnahmedatum in die Altenpflegeeinrichtung, Unterbringungsart (offen oder geschützt) und Leben auf einem Demenzwohnbereich (Ja oder Nein). Weitere Variablen, die zur Beschreibung der Stichprobe aus dem PVA herangezogen wurden, waren Sehvermögen, verwendete Hilfsmittel zur Fortbewegung, Erhalt bewegungsfördernder Maßnahmen, Vorliegen von Schmerzen in den letzten vier Wochen, Vorliegen von Kontrakturen der unteren Extremitäten, Anzahl an Stürzen, die in den letzten sechs Monaten auftraten, Body-Mass-Index und dokumentierte Diagnosen und die aktuelle sowie Bedarfsmedikation kodiert nach Rote Liste 2008 (Rote Liste, 2008). Ebenfalls wurde festgehalten, ob die Bewohner in Implementierungseinrichtungen des QN I oder in Kontrolleinrichtungen lebten.

Zusätzlich wurde zur Beschreibung der Stichprobe die Dementia Screening Scale (DSS) eingesetzt (Kohler et al., 2007). Die DSS ist ein kurzes Screening-Instrument zum Vorliegen einer kognitiven Beeinträchtigung. Sie besteht aus sieben Items, welche die Domänen Gedächtnis und Orientierung abbilden. Die Items sind jeweils dreistufig („nie“, „gelegentlich“ und „immer“) bezogen auf die Häufigkeit des Auftretens von Problemen. Das Instrument wird von einer Bezugspflegekraft ausgefüllt, wobei die vergangenen vier Wochen berücksichtigt werden. Errechnet wird ein Summenwert, der von 0 bis 14 Punkte reicht. Ein höherer Summenwert geht mit einer größeren kognitiven Beeinträchtigung einher. Die interne Konsistenz der DSS liegt bei einem Cronbachs α von 0,94. Die DSS eignet sich sehr gut zur Einschätzung des Vorliegens einer Demenz und zur Diskriminierung mittlerer bis schwerer Demenzen (Kohler et al., 2007).

Die monatlichen Mobilitätschecks

Alle teilnehmenden Einrichtungen wurden gebeten von allen Bewohnern, die zur BL in der Einrichtung lebten bis zur FU-Untersuchung bzw. bis zum Auszug oder Tod des Bewohners monatlich einen kurzen Mobilitätsfragebogen auszufüllen. Der sogenannte Mobilitätscheck wurde als Fremdeinschätzung durch die Bezugspflegekraft ausgefüllt. Für die Mobilitätschecks wurde der Rivermead Mobility-Index (RMI) in der oben dargestellten Version verwendet.

2.3 Die Vertiefungsstudie im Rahmen der Gesamtevaluation

2.3.1 Zielsetzung, Design und Stichprobengewinnung

Die Vertiefungsstudie zu mobilitäts-, lebensqualitäts- und gesundheitsbezogenen Parametern wurde im Rahmen des Gesamtprojektes an einem Subsample durchgeführt. Das Ziel war es mit weiterführenden Instrumenten, Messungen und Testungen, die sich aus praktischen Gründen nicht für das Gesamtsample eigneten, die Wirksamkeit des QN I hinsichtlich der Verbesserung bzw. Erhaltung der Mobilität und der motorische Fähigkeiten der unteren Extremitäten nachzuweisen. Da die Vertiefungsstudie im Kontext des Gesamtprojektes stattfand, dockte sie sich zeitlich an dessen Rahmen an. Das anhand der Erstbesuche der Einrichtungen verbindlich festgelegte Rücksendedatum der von den Bezugspflegekräften auszufüllenden PVA, bildete den Auftakt für die Vertiefungsstudie.

Für die Vertiefungsstudie wurden 19 Einrichtungen ausgewählt: elf Interventions- und acht Kontrollheime. Ursprünglich sollten in der Vertiefungsstudie pro Träger je eine Interventions- und eine Kontrolleinrichtung teilnehmen, also zehn Einrichtungen pro Gruppe. Allerdings konnte dieses Konzept nicht verwirklicht werden, da einige Einrichtungen, die der Kontrollgruppe zugewiesen wurden, ihre Teilnahme an dem Gesamtprojekt im Verlaufe der Rekrutierung und beginnenden Durchführung zurückzogen.

Die für die Vertiefungsstudie ausgewählten Einrichtungen wurden gebeten, im Vorfeld von allen Bewohnern das Einverständnis zur Teilnahme an diesen Studienteil zu gewinnen. Dies wurde im Rahmen der Erstbesuche der Einrichtungen mit der Einrichtungsleitung und den Projektverantwortlichen innerhalb der Einrichtung besprochen. Die Auswahl der Bewohnerschaft für die Vertiefungsstudie geschah einzig auf der Grundlage der im PVA enthaltenen Dementia Screening Scale (DSS) (siehe Kapitel 2.2.3). Eingeschlossen wurden alle Bewohner mit einem Wert auf der DSS von größer oder gleich drei Punkten. Ausgeschlossen wurden die Bewohner, die zum Zeitraum der vertiefenden Studie nicht in der Einrichtung verweilten (beispielsweise durch Krankenhausaufenthalte oder Auszug) oder zum Zeitpunkt der Beobachtung anhand des PVA in der terminalen Lebensphase waren.

Von den Bewohnern, welche die Einschlussbedingungen erfüllten, wurden pro Einrichtung 20 Bewohner zufällig ausgewählt. Das Ziehungsverfahren wurde anhand einer Web-basierten Anwendung namens „Research Randomizer“ (Urbaniak & Plous, 2013) durchgeführt. Das frei zugängliche Programm basiert auf einer pseudo-zufälligen Zahlenerzeugung durch spezifische Computer-Algorithmen unter Zuhilfenahme der internen CPU-Zeit. Das Verfahren wurde für die Ziehung von Bewohnern im Rahmen dieses Projektes als hinreichend erachtet.

Die Baseline-Untersuchung der Vertiefungsstudie fand im Anschluss an die einrichtungsspezifischen Erhebungen mittels PVA und der Auswertung der DSS statt. Die Besuche der 19 Einrichtungen zur BL wurden zwischen dem 03.09.2008 und dem 07.05.2009

realisiert. Die abschließenden Besuche zum FU lagen zwischen dem 20.01.2010 und dem 18.06.2010.

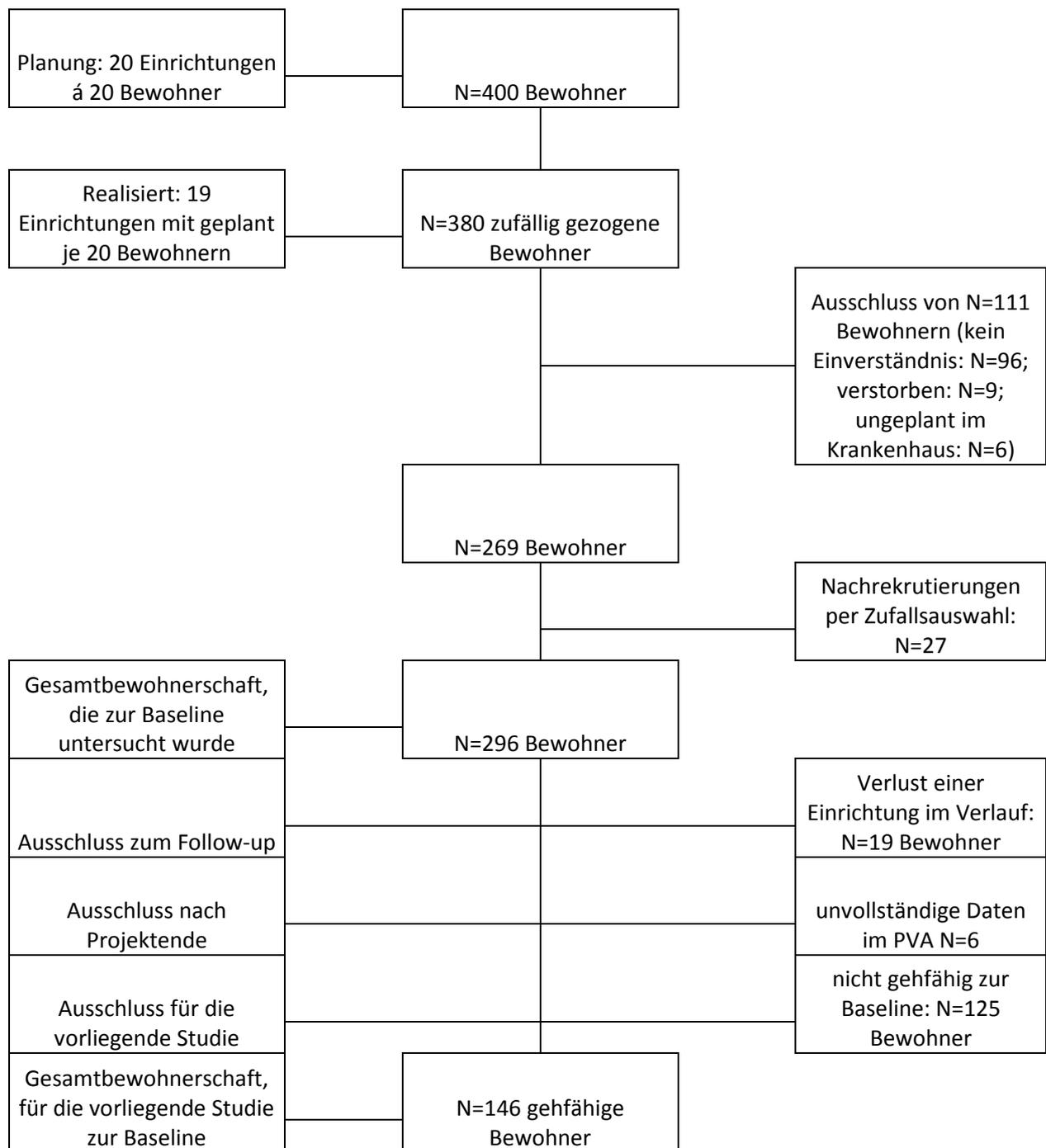
2.3.2 Deskription der Stichprobe

Zur Visualisierung der Stichprobe der Vertiefungsstudie dient die Abbildung 7. Im Fokus der hier vorliegenden Arbeit stand die Gehgeschwindigkeit von Bewohner mit Demenz und den mit ihrer Veränderung einhergehenden Auswirkungen auf die kognitiven und funktionellen Fähigkeiten. Deshalb wird in der Abbildung 7 der Pfad bis zum Einschluss der „gehfähigen“ Bewohner zur BL dargestellt, unabhängig davon, ob diese zur ursprünglichen Interventions- oder Kontrollgruppe zählten. Die Bestimmung der Gehfähigkeit wurde nicht auf der Basis des Items zur Gehfähigkeit des RMI gewonnen, sondern wurde auf der Grundlage der Messung der Gehgeschwindigkeit festgestellt (siehe Kapitel 2.3.3).

Die Abbildung 7 dient ebenfalls zum besseren Verständnis der Dynamiken der Teilnahmebereitschaft von Einrichtungen während der Projektlaufzeit und zeigt die Schwierigkeiten von allen Bewohnern ein Einverständnis zur Teilnahme an der vertiefenden Studie zu erhalten. Im letztgenannten Falle konnten nur fünf Einrichtungen der Aufforderung nachkommen, alle Bewohner respektive gesetzlichen Betreuer wegen eines Einverständnisses zur Teilnahme anzusprechen. In den meisten Fällen wurde erst nach Bekanntgabe der ausgewählten Bewohner gezielt nach dem Einverständnis gefragt. Das führte im Verlauf der Rekrutierung dazu, dass pro Einrichtung zusätzlich Bewohner gezogen wurden, damit die Gesamtzahl von 20 Bewohnern pro Einrichtung annähernd erreicht werden konnte.

Die Zahl der Bewohner, die im Durchschnitt pro Einrichtung an der Vertiefungsstudie teilnahmen lag bei 15 bis 16 Bewohnern. Die Spanne zwischen den Einrichtungen reichte von zehn bis 22 Bewohnern. Insgesamt konnte von 296 Bewohnern Daten erhoben werden. Von diesen Bewohnern wurden für die nachfolgenden Analysen, die zum Zeitpunkt der Baseline-Untersuchungen gehfähigen 146 Bewohner herausgegriffen.

Abbildung 7: Stichprobengröße für die Auswertungen der vertiefenden Studie



2.3.3 Materialien und Ablauf der Vertiefungsstudie

Explizit für die Vertiefungsstudie wurden innerhalb der Pflegeeinrichtung an vier aufeinander folgenden Tagen jeweils zur BL als auch zum FU motorische und kognitive Testungen und körperliche Aktivitätsmessungen durchgeführt. Zum Einsatz kamen eine motorische Testbatterie, das Strukturierte Interview für die Diagnose einer Demenz vom Alzheimer Typ, der Multiinfarkt- (oder vaskulären) Demenz und Demenzen anderer Ätiologie nach DSM-III-

R, DSM-IV und ICD-10 (SIDAM) und ein Beschleunigungssensor, die StepWatch 3 (SW3), zur Messung der Aktivitäten der unteren Extremitäten.

Die Motorische Testbatterie

Die motorische Testbatterie bestand zuvorderst aus dem Motor Performance Test (MPT) (Nevitt, Cummings, Kidd, & Black, 1989; Sergi et al., 2007). Der MPT wurde ursprünglich als Leistungstest der unteren Extremitäten entwickelt, um das Sturzrisiko von älteren zuhause lebenden Menschen vorherzusagen (Nevitt et al., 1989). Mit der Italienischen Längsschnittstudie des Alterns wurde für diesen Leistungstest die Interrater Reliabilität (Inzitari et al., 2006) sowie die prognostische Qualität geprüft und der offizielle Name „Motor Performance Test“ (MPT) festgelegt (Sergi et al., 2007). Der MPT bestand aus sechs motorischen Testaufgaben, für die Punkte vergeben wurden. Anschließend ließ sich durch Aufsummieren der Punkte ein Summenwert berechnen. Der Summenwert für den MPT konnte Werte zwischen 0 und 14 Punkte annehmen. Der MPT-Score wies eine K-Übereinstimmung von 0,80 auf (Inzitari et al., 2006). Die sechs Aufgaben des MPT sollen nachfolgend in der Reihenfolge ihrer Durchführung beschrieben werden. Die Vergabe der Punkte ist in den Beschreibungen enthalten.

Das einmalige Aufstehen vom Stuhl mit oder ohne Benutzung der Arme: Bei dieser Aufgabe wurde ein Stuhl aus der Einrichtung mit normaler Sitzhöhe und Armlehnen verwendet. Dieser Stuhl wurde mit der Rückenlehne direkt an eine Wand gestellt. Der Bewohner wurde gebeten sich auf den Stuhl zu setzen und die Hände über die Schultern zu verschränken. Dann sollte sich der Bewohner mittels Beinkraft vom Stuhl erheben und vollständig stehen. Gewertet wurde der einmalige Stand. Jedem Bewohner wurde die Anweisung gleichzeitig auch nonverbal präsentiert. Dazu absolvierte der Versuchsleiter den Test im Vorfeld selbst und führte bei Bedarf den Test mit dem Bewohner gemeinsam durch. Für diese Veranschaulichung wurde ein baugleicher Stuhl dem Stuhl des Bewohners gegenüber gestellt. In der Testsituation wurde die Zeit gemessen, die der Bewohner vom Sitz bis zum vollständigen Stand benötigte. Ebenfalls wurde erfasst, ob der Bewohner bei der Ausführung die Arme zur Unterstützung einsetzen musste. Für die Ausführung der Aufgabe wurden Punkte vergeben: Es gab 0 Punkte = die Ausführung war physisch nicht möglich oder zum Zeitpunkt der Testsituation kognitiv nicht umsetzbar; 1 Punkt = der Bewohner benötigte mehr als zwei Sekunden für die Aufgabe unter Zuhilfenahme der Arme; 2 Punkte = der Bewohner benötigte weniger als zwei Sekunden für die Aufgabe unter Zuhilfenahme der Arme; 3 Punkte = der Bewohner benötigte mehr als zwei Sekunden ohne Armeinsatz; 4 Punkte = der Bewohner benötigte weniger als zwei Sekunden ohne Armeinsatz.

Die Drehung um 180° (Drehung im Halbkreis): Zum Startpunkt stand der Bewohner dem Versuchsleiter so gegenüber, dass sich beide ins Gesicht blickten. Dann wurde der Bewohner gebeten, sich einmal um die Körperlängsachse um 180 Grad in eine beliebige Richtung zu drehen. Endpunkt der Bewegung war die Blickrichtung des Bewohners, in welche der Versuchsleiter zum Startpunkt der Bewegung schaute. Bewohner, die sich mittels Rollator oder Gehbock fortbewegten, wurden gebeten, diesen für diese Aufgabe nicht zu benutzen.

Der Versuchsleiter führte die Aufgabe im Vorfeld zum besseren Verständnis selbst durch. Während der Bewegungsausführung stand der Versuchsleiter im Falle eines Gleichgewichtsverlusts als Stütze bereit oder führte den Bewohnern an den Händen, falls dieser das wünschte oder nonverbal signalisierte. Gemessen wurde die Anzahl an Schritten, die für die Drehung benötigt wurden. Es gab 0 Punkte = die Ausführung war physisch nicht oder nur mit Hilfsmittel möglich oder zum Zeitpunkt der Testsituation kognitiv nicht umsetzbar; 1 Punkt = der Bewohner benötigte mehr als fünf Schritte für die Aufgabe; 2 Punkte = der Bewohner benötigte weniger als fünf Schritte.

Der Tandemgang: Für diese Aufgabe wurde ein zwei Meter langer und fünf Zentimeter breiter Parcours mittels ablösbaren Krepp-Papiers auf den Boden der Einrichtung angebracht. Der Bewohner wurde gebeten auf dem Krepp-Papier zu laufen. Dazu sollte ein Fuß immer abwechselnd genau vor den anderen gesetzt werden. Diese Aufgabe wurde vom Versuchsleiter verbal beschrieben und nonverbal demonstriert. Bewohner mit Rollator oder Gehbock sollten diesen für die Aufgabe nicht benutzen. Alle Bewohner wurden während des Tests vom Versuchsleiter begleitet. Gemessen wurde die Anzahl an Fehlern, das heißt an Übertretungen oder zu großen Schritten, die während des Absolvierens des Parcours auftraten. Es gab 0 Punkte = die Ausführung war physisch nicht oder nur mit Hilfsmittel möglich oder zum Zeitpunkt der Testsituation kognitiv nicht umsetzbar; 1 Punkt = der Bewohner machte mindestens acht Fehler; 2 Punkte = der Bewohner machte weniger als acht Fehler.

Der Einbeinstand mit offenen Augen: Bei dieser Aufgabe wurde der Bewohner gebeten, so lange wie möglich auf einem Bein frei zu stehen. Die Augen blieben offen. Der Versuchsleiter demonstrierte die Aufgabe. Bei dieser Aufgabe wurde eine zusätzliche Begleitperson benötigt, die dem Bewohner beim Einbeinstand assistierte und im Notfall, z.B. bei Gleichgewichtsverlust den Bewohner stützen konnte. Es wurden vier Versuche durchgeführt. Gemessen wurde jeweils die Zeit, die sich der Bewohner frei im Einbeinstand halten konnte. Die Zeitmessung begann, sobald sich ein Fuß nicht mehr am Boden befand. Die Zeitmessung wurde gestoppt, wenn der Bewohner nach der Begleitperson oder anderen Gegenständen griff, die Begleitperson eingreifen musste oder der zweite Fuß wieder den Boden berührte. Abschließend wurde ein Durchschnittswert aus den vier Versuchen gebildet. Die Leistung wurde mit 0 Punkten bewertet, falls die Ausführung physisch nicht möglich oder zum Zeitpunkt der Testsituation kognitiv nicht umsetzbar war; 1 Punkt, falls der Bewohner durchschnittlich weniger als zwei Sekunden im Einbeinstand verbrachte und 2 Punkte bei durchschnittlich zwei und mehr Sekunden.

Das schnelle Aufsteigen auf eine Stufe: Zur Testvorbereitung wurde der Bewohner zu einer innenliegenden Treppe geführt. Die Treppenstufen in den Einrichtungen hatten eine genormte Stufenhöhe von 20 bis 23 Zentimeter. Der Bewohner stand eingangs des Tests vor der ersten Treppenstufe. Dann wurde der Bewohner gebeten, sich innerhalb von zehn Sekunden so oft auf die erste Treppenstufe zu stellen, wie es ihm möglich war. Der Handlauf durfte benutzt werden. Der Testleiter demonstrierte die Aufgabe und stand dem Bewohner

bei jedem Schritt zur Seite. Gemessen wurde die Anzahl an Schritten (abwechselnde komplette Gewichtsverlagerung auf den höher stehenden Fuß), die der Bewohner innerhalb von zehn Sekunden absolvieren konnte. Es gab 0 Punkte = die Ausführung war physisch nicht möglich oder zum Zeitpunkt der Testsituation kognitiv nicht umsetzbar; 1 Punkt = der Bewohner absolvierte weniger als drei Schritte; 2 Punkte = der Bewohner absolvierte mindestens drei Schritte.

Die Bestimmung der habituellen Gehgeschwindigkeit: Die habituelle Gehgeschwindigkeit als wichtigste und eigenständige Prädiktorvariable (UV) wurde ermittelt, indem der Bewohner mit Demenz dazu aufgefordert wurde, einen Parcours jeweils zweimal mit der üblichen Gehgeschwindigkeit zu durchlaufen. Die Teststrecke hatte eine Länge von fünf Metern. Eine 5-Meter-Distanz stellte sich in einer systematischen Übersichtsarbeit zur Bestimmung der habituellen Gehgeschwindigkeit bei neurologischen Patienten als robust und gut durchführbar heraus (Tyson & Connell, 2009). Der Parcours wurde mit Start- und Zielmarkierung vorbereitet. Beide Markierungen bestanden aus jeweils 1-Meter-Krepppapier, die auf dem Boden der Pflegeeinrichtung angebracht wurden und sich nach Benutzung leicht entfernen ließen. Jeweils vor der Start- und nach der Zielmarkierung waren noch mindestens fünf Meter Abstand zur nächsten Wand. So wurde gewährleistet, dass die Bewohner aus dem „fliegenden Start“ die Startmarkierung überschreiten konnten und nicht vor der Überschreitung der Ziellinie ihren Gang verlangsamen mussten. Die Zeit wurde mit einer Stoppuhr Modell „Kasper & Richter Athletik“ digital auf die Hundertstel-Sekunde genau gemessen. Die Zeitmessung begann sobald der erste Fuß auf der Startmarkierung aufsetzte und endete sobald der erste Fuß die Zielmarkierung passierte. Die Anweisungen für den Parcours folgten einer adaptierten Version von Guralnik und Kollegen (Guralnik et al., 1994).

Adaptionen wurden bzgl. der Hilfsmittel und des Ausmaßes kognitiver Einschränkungen vorgenommen: Falls erforderlich benutzte der Bewohner mit Demenz für den Parcours seine verschriebenen Hilfsmittel wie Rollator oder Unterarmgehstütze. Der Bewohner wurde zusätzlich bei allen Versuchen vom Versuchsleiter begleitet. Kognitiv stark eingeschränkte Bewohner, die den verbalen Instruktionen nicht folgen konnten, wurden vom Versuchsleiter durch den Parcours geführt, wobei sich der Versuchsleiter vor der „Startlinie“ an die Schrittlänge und -frequenz des Bewohners anpasste. Anschließend wurde der Mittelwert aus beiden Versuchen bestimmt. Es gab 0 Punkte = die Ausführung war physisch nicht möglich oder zum Zeitpunkt der Testsituation kognitiv nicht umsetzbar; 1 Punkt = der Bewohner absolvierte die Strecke in durchschnittlich mehr als zehn Sekunden (Gehgeschwindigkeit < 0,5 m/s); 2 Punkte = der Bewohner benötigte für die Strecke durchschnittlich zehn Sekunden oder weniger (Gehgeschwindigkeit \geq 0,5 m/s).

Die Bestimmung der Gehgeschwindigkeit auf oben beschriebenem Weg gilt als wissenschaftlich anerkannt (Peel et al., 2013; Rydwick et al., 2012). Das Verfahren ist zeit- und kostensparend und ohne großen Aufwand an jedem Ort durchführbar. In zahlreichen Reliabilitäts-Studien zur Responsivität und Reproduzierbarkeit der Gehgeschwindigkeit bei

Menschen mit Demenz ergaben sich hohe Übereinstimmungswerte zwischen den Messwiederholungen (siehe hierzu vertiefend Kapitel 1.4).

Zur Komplettierung der Motorischen Testbatterie wurden zusätzlich ein Test zur Messung der Kraftausdauer und ein Test zur Messung der Dehnfähigkeit der unteren Extremitäten eingesetzt.

30-Sekunden Sitz-Steh-Test: Für diesen Kraftausdauerstest wurde der Bewohner mit Demenz gebeten, den eingangs der Testbatterie einmalig durchgeführten Sitz-Steh-Test so oft zu wiederholen, wie es ihm innerhalb von 30 Sekunden möglich war. Es galten derselbe Testaufbau und dieselben Instruktionen wie beim Einmaltest. Bewohner, die die Testanweisung des Einmaltests kognitiv nicht umsetzen konnten oder denen es nicht möglich war, sich ohne Armeinsatz vom Stuhl zu erheben, führten den 30-Sekunden Test nicht durch. Alle anderen Bewohner sollten auf das Signal „Start“ hin mit der Aufgabe beginnen. Gewertet wurde eine Wiederholung, wenn sich der Bewohner vollständig vom Stuhl erhob und danach wieder vollständig in den Sitz gelangte. Während der Aufgabe wurden die Bewohner aufgemuntert, weiter zu machen bis die 30 Sekunden geschafft waren. Gemessen wurde die Anzahl vollständiger Wiederholungen innerhalb des Testzeitraums. Der 30-Sekunden Sitz-Steh-Test wurde anstelle des in der Short Physical Performance Battery (SPPB) (Guralnik et al., 1994) verwendeten 5-maligen Sitz-Steh-Tests verwendet. Selbst bei fünf Wiederholungen traten in der Gruppe hochaltriger Menschen Bodeneffekte auf, sprich die Anzahl an Wiederholungen wurde oftmals nicht geschafft. Der 30-Sekunden Sitz-Steh-Test entstammte dem Senior Fitness Test (SFT) (Rikli & Jones, 2013), wobei in der vorliegenden Studie für die Pflegeheimbewohner aufgrund der Schwere der Erkrankungen die altersnormierten Werte nicht angewendet wurden. Die Test-Retest Reliabilität dieser Testaufgabe ist hoch (ICC zwischen 0,84 und 0,92) (C. J. Jones, Rikli, & Beam, 1999).

„Sit-and-Reach-Test“: Der zeitlich letzte Test bestand aus einem Test zur Messung der Dehnfähigkeit der stark zur Verkürzung neigenden hinteren Oberschenkelmuskulatur. Dieser Test entstammte dem SFT und wurde auf einem Stuhl sitzend durchgeführt (Rikli & Jones, 2013). Der Bewohner wurde gebeten, auf dem vorderen Drittel des Stuhls sitzend ein Bein seiner Wahl nach vorn auszustrecken. Die Zehen des ausgestreckten Beines sollten zum Körper gezogen werden. Dann sollte der Bewohner mit dem Arm der Körperseite des ausgestreckten Beines am ausgestreckten Bein entlangfahren und versuchen, so nah wie möglich an die Zehen zu gelangen. Die gestreckte Endposition sollte kurz gehalten werden, damit der Abstand zwischen Fingerspitzen und Zehenspitze gemessen werden konnte. Gemessen wurde auf den Zentimeter genau mit einem Meterstab, der an das Bein angelegt wurde. Es wurde darauf geachtet, dass die Bewohner weder zu schnell den Arm nach vorn streckten noch das Knie des ausgestreckten Beines beugten. In beiden Fällen wurde der Bewohner gebeten, die Bewegung zu unterbrechen und langsam in die Ausgangsstellung zurück zu gelangen. Nach erfolgreicher Messung und einer kurzen Pause wurde der Test für dasselbe Bein wiederholt. Nach dem zweiten erfolgreichen Durchlauf wurde das Bein

gewechselt und der Test unter gleichen Vorgaben noch zweimal für das andere Bein durchgeführt. Anschließend wurde der Durchschnittswert der beiden Versuche für das rechte und linke Bein bestimmt. Berührten die Bewohner während der Übungsausführung mit der Fingerspitze die Zehenspitze wurde ein Abstand von null Zentimetern notiert. Der „Chair Sit-and-Reach-Test“ zeigte sich in einer Reliabilitäts- und Validitäts-Studie allen anderen Testungen zur Überprüfung der Dehnfähigkeit der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei älteren Menschen überlegen. So erreichte dieser Test Test-Retest-Reliabilitätswerte von ICC=0,92-0,96 und korrelierte bezogen auf ein Kriterium (hier: Goniometer) mit Werten von $r=0,76-0,81$ am höchsten (C. J. Jones, Rikli, Max, & Noffal, 1998).

Einschätzung der Demenz und Demenzschwere

Zur Einschätzung des Vorliegens einer Demenz, der Demenzschwere und zur Beobachtung des Verlaufs der Demenz über die Zeit wurde der SIDAM verwendet (Zaudig & Hiller, 2002). Der SIDAM ist ein standardisiertes Interview zur Demenzdiagnostik und kann sowohl als Screening- als auch als Diagnostikinstrument unterschiedlicher Demenzformen nach ICD-10 und DSM-IV dienen. Der SIDAM besteht aus drei Teilen: einem kognitiven Leistungsteil, der den Mini Mental Status Test (MMST) enthält (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975), einem klinischen Beurteilungsteil, der operationalisierte Diagnosekriterien nach DSM-IV und ICD-10 enthält und einem Einschätzungsteil durch Dritte (beispielsweise pflegende Angehörige oder Bezugspflegerkräfte) zum Ausmaß psychosozialer Beeinträchtigungen im Alltag (A. Busse et al., 2002). Folgende Syndrom-Komplexe werden im SIDAM adressiert: Orientierung, unmittelbare Wiedergabe, Kurz- und Langzeitgedächtnis, intellektuelle Fähigkeit, optisch-räumliche Fähigkeit, verbal-rechnerische Fähigkeit, Aphasie und Apraxie.

Der kognitive Leistungsteil besteht aus insgesamt 55 Items. Von diesen Items entstammen 30 Items dem MMST. Jedes Item wird als Aufgabe oder Frage gestellt, deren Wiedergabe entweder als richtig oder falsch bewertet wird. Die Anzahl richtiger Antworten wird zu einem Summenwert zusammengefasst. Aus dem Summenscore (SISCO genannt) kann der MMST-Summenscore abgeleitet werden. Eine alters- und bildungsspezifische Normierung des SISCO liegt vor. Insbesondere werden Cut-off Werte zur Abgrenzung der unterschiedlichen Schweregrade der kognitiven Einschränkung angeboten (A. Busse et al., 2002). Da der SIDAM die Items des MMST enthält, überrascht es nicht, dass in einer Studie zur Validität der psychometrischen Eigenschaften von Instrumenten zur Feststellung von Demenz in der Population älterer Menschen, beide kognitive Leistungstests am besten abschnitten (Heun, Papassotiropoulos, & Jennssen, 1998). Anhand einer ROC-Kurve wurde die Fläche unterhalb der Kurve (AUC) bestimmt. Für beide Tests ergaben sich jeweils Flächen von über 0,98 (95%CI = 0,88-1) bei einem Cut-off Wert für die Differenzierung von Menschen mit Demenz und Menschen ohne Demenz für den MMST von ≤ 24 (Sensitivität: 0,92 und Spezifität: 0,96) und für den SISCO von ≤ 43 (Sensitivität: 0,97 und Spezifität: 0,91). Ebenfalls sind Cut-off Werte für den MMST zur Einschätzung der unterschiedlichen Schweregrade publiziert worden. So berichten Tombaugh und McIntyre Cut-off Werte von ≤ 23 bis ≥ 18 für die leichte

Demenz und Werte unter 18 für mittelschwere/schwere Demenz (Tombaugh & McIntyre, 1992).

Messung der körperlichen Aktivität

Das Ausmaß der körperlichen Aktivitäten von den teilnehmenden Pflegeheimbewohnern wurde mit der StepWatch3 (SW3, Orthocare Innovations, LLC, Mountlake Terrace, USA) erfasst. Die genaue Anwendung der SW3 in der Vertiefungsstudie ist im Kapitel 2.3.4 beschrieben. Nachfolgend soll das Gerät und dessen Funktionen kurz vorgestellt werden.

Die SW3 gehört zur Gruppe der Beschleunigungssensoren. Diese Geräte liefern objektive und kontinuierlich aufgezeichnete Längsschnittdaten körperlicher Aktivitäten. Beschleunigungssensoren unterscheiden sich von Pedometern (Schrittzählern) durch ihre Technik, Messpräzision und Klassifizierungsmöglichkeiten (wie Bestimmung der Intensität, Frequenz und Dauer der Bewegung). Aufgrund des großen Interesses seitens der Wissenschaft und Rehabilitationseinrichtungen an objektiven Bewegungsmessungen zur Untersuchung des Erfolges von Interventionen haben sich in den letzten Jahren viele kommerzielle Anbieter der Vermarktung präziser Bewegungsmess-Systeme verschrieben. Insbesondere Beschleunigungssensoren und ADL-Monitore werden in speziellen Populationen (beispielsweise chronisch erkrankte Menschen, Schlaganfallpatienten oder hochaltrige Menschen) aufgrund ihrer hohen Messgenauigkeit verwendet (Allet, Knols, Shirato, & de Bruin, 2010; C. C. Yang & Hsu, 2010).

Die SW3 zählt zu den biaxialen Beschleunigungssensoren. Sie misst Beschleunigung in zwei Richtungen, einmal vertikal und einmal horizontal. Das Gerät unterscheidet sich allerdings von den meisten Beschleunigungssensoren dadurch, dass es nicht an der rechten Hüfte sondern am Knöchel des rechten Beines getragen wird. Dadurch besitzt die SW3 die Funktion eines hochpräzisen Schrittzählers, der gleichzeitig durch eine integrierte Uhr Intensitätsniveau und Intensitätsdauer der Gehaktivitäten misst (Coleman, Smith, Boone, Joseph, & del Aguila, 1999). Gegeben durch die Trageweise liefert die SW3 die Anzahl an Kadenzen innerhalb eines anwenderdefinierten Zeitabschnitts (Epoche). Eine Kadenz umfasst zwei Schritte, d.h. es wird der Wechsel ein und desselben Beines beim Gang zwischen Standbein und Schwungbein aufgezeichnet.

Das Gerät misst 75 x 50 x 20 mm und ist inklusive Lithium Ionen Akku 38 Gramm schwer. Es wird mit zwei elastischen Gummibändern am rechten Knöchel befestigt. Die SW3 besitzt kein äußerliches Display. Alle Einstellungen werden über eine Software vorgenommen und via Infrarot-Verbindung auf den internen Speicher übertragen. Auch das Auslesen der Daten wird ausschließlich über die Infrarot-Schnittstelle am PC vorgenommen. Es lassen sich sowohl die Schrittfrequenz als auch die Sensitivität über die Software einstellen. Das ist deshalb wichtig, um das Gerät den individuellen Gangeigenschaften anzupassen. So soll theoretisch die Genauigkeit der Identifikation real getätigter Kadenzen auch bei einem langsamen oder schlurfenden Gang erhöht werden. Wie alle Beschleunigungssensoren lässt sich die Länge der aufzuzeichnenden Zeitabschnitte oder Epochen verändern. Bei der SW3

können Epochenlängen von drei bis 180 Sekunden eingestellt werden. In der vorliegenden Studie wurde eine Epochenlänge von 60 Sekunden gewählt, damit fasste das Gerät die Anzahl an Kadenzen innerhalb einer Minute zusammen.

In Präzisionsstudien zur SW3 entweder unter Verwendung eines externen Kriteriums wie dem Auszählen per Video aufgezeichneter Schritte oder unter gleichzeitiger Verwendung anderer Beschleunigungssensoren schnitt die SW3 in allen getesteten (klinischen) Populationen am besten ab. Dies gilt vor allem im Zusammenhang mit der Genauigkeit der Aufzeichnung von Kadenzen bei Populationen mit langsamer Gehgeschwindigkeit (z.B. Schlaganfallpatienten, Menschen mit traumatischer Hirnverletzung, neurologischer Erkrankung, peripher-arterieller Verschlusskrankheit, diabetischem Fuß, Rückenmarksverletzung, multipler Sklerose, Parkinson Erkrankung oder Menschen, die Gehhilfen benutzen): (Bowden & Behrman, 2007; M. E. Busse, 2004; R. C. Foster et al., 2005; Fulk et al., 2014; Gardner, Ritti-Dias, Khurana, & Parker, 2013; Haeuber, Shaughnessy, Forrester, Coleman, & Macko, 2004; Hartsell, Fitzpatrick, Brand, Frantz, & Saltzman, 2002; Macko et al., 2002; Mudge, Stott, & Walt, 2007; Sandroff et al., 2014; Skidmore et al., 2008; Storti et al., 2008; Wendland & Sprigle, 2012). Auch bei Menschen, die in stationären Pflegeeinrichtungen leben oder an Demenz erkrankt sind, kann die SW3 in der Genauigkeit der Aufzeichnung von Kadenzen überzeugen (Algase, Beattie, Leitsch, & Beel-Bates, 2003; Bergman, Bassett, & Klein, 2008; Zalewski, Smith, Malzahn, VanHart, & O'Connell, 2009). Äußerst zuverlässig ist die SW3 auch bei der wiederholten Erfassung von Kadenzen innerhalb eines festgelegten Zeitraums: (Bowden & Behrman, 2007; M. E. Busse, 2004; Ishikawa, Stevens, Kang, & Morgan, 2011; Mudge & Stott, 2008). In einer Studie zur objektiven Bewegungsmessung bei Menschen mit Demenz in stationärer Pflege wurde die SW3 von den Bewohnern am besten akzeptiert und damit am seltensten absichtlich oder unabsichtlich entfernt (Algase et al., 2003).

Der Output der SW3 wurde in vielen klinischen Studien als klinisches Erfolgsmaß verwendet und die SW3 gilt mittlerweile als Goldstandard zur Erfassung zyklischer Aktivitäten der unteren Extremitäten wie Gehen und Radfahren (M. E. Busse, Wiles, & van Deursen, 2006; Carr, Karvinen, Peavler, Smith, & Cangelosi, 2013; Cavanaugh, Coleman, Gaines, Laing, & Morey, 2007; Feito, Bassett, & Thompson, 2012; Moy, Teylan, Weston, Gagnon, & Garshick, 2013; Orendurff, Schoen, Bernatz, Segal, & Klute, 2008).

Zu den Variablen, die mit der SW3 in der vorliegenden Studie aufgezeichnet wurden, gehörten die Anzahl an Schritten und die Intensität der Gehaktivität (Aktivitätsniveaus). Es wurden drei Aktivitätsniveaus unterschieden: die Zeit in Inaktivität, die Zeit in geringer Gehintensität („geringes Aktivitätsniveau“) und die Zeit in moderater und hoher Gehintensität („mindestens moderates Aktivitätsniveau“). Bei der Bestimmung der Aktivitätsniveaus wurde die Einstellung des Herstellers übernommen. Allerdings wurde nachträglich für die hier vorliegenden Auswertungen folgende Definition für die Inaktivität herangezogen: „Inaktivität“ wurde definiert als das Vorliegen von zehn Schritten (respektive fünf Kadenzen) und weniger pro Minute. Ein „geringes Aktivitätsniveau“ lag vor, wenn die

Bewohner mit Demenz zwischen elf und 79 Schritten pro Minute gingen. Demzufolge lag ein „mindestens moderates Aktivitätsniveau“ ab 40 Kadenzen oder 80 Schritten pro Minute vor.

Die Unterscheidung nach Aktivitätsniveaus wurde deshalb vorgenommen, damit eine Zuordnung der Gehaktivitäten nach der Maßgabe der Empfehlungen des ACSM zur Verrichtung körperlicher Aktivitäten erfolgen konnte (Chodzko-Zajko et al., 2009). Auch für Deutschland gelten die Bewegungsempfehlungen, dass ältere Menschen mindestens 30 Minuten täglich moderat intensiv körperlich aktiv sein sollten (Rütten & Pfeifer, 2016). Bei erwachsenen Menschen wird häufig eine Kadenz von 50 Schrittfolgen bzw. 100 Schritten pro Minute mit einer moderaten Intensität gleichgesetzt (Slaght, Senechal, Hrubeniuk, Mayo, & Bouchard, 2017). 30 Minuten zu je 100 Schritten pro Minute oder aufgeteilt in drei jeweils 10-minütige Intervalle (sogenannte „Bouts“) entsprechen international gesehen, der Empfehlung moderat intensiver körperlicher Aktivität (Marshall et al., 2009; Tudor-Locke et al., 2017). In dieser Arbeit wurde davon ausgegangen, dass ältere Menschen mit Demenz in stationärer Pflege weder in der Lage sind, Kadenzen in der geforderten Höhe für die moderate körperliche Aktivität zu erzielen, noch über eine längere Zeit eine hohe Schrittfolge aufrecht zu erhalten. Auch unter alltäglichen Lebensbedingungen liegt die Schrittzahl einer zufällig gemessenen Epoche von einer Minute häufig unterhalb der 100-Schritte-Marke, wenngleich diese Marke im Durchschnitt erreicht wird (Dall, McCrorie, Granat, & Stansfield, 2013). Das ist kein Widerspruch, da die vermeintlich kontinuierlich getätigten Schritte nicht synchron mit der Epochenlänge sein müssen. Zumeist treten kurze Gehpausen innerhalb der gemessenen Epoche auf, wobei die Schritte dann auf die nächste Epoche übertragen werden. Daher weist das alltägliche Gehen im Schnitt geringere Schrittzahlen pro Minute auf (Dall et al., 2013; Tudor-Locke et al., 2017). Um diesem Umstand gerecht zu werden, wurde das „mindestens moderate Intensitätsniveau“ ab einer Schrittzahl von 80 Schritten festgelegt.

2.3.4 Ablauf der Testungen

Nachdem der Besuchszeitraum in der teilnehmenden Einrichtung mit der Heim- oder Pflegedienstleitung abgesprochen wurde, konnte die entsprechende Einrichtung für vier aufeinanderfolgende Wochentage aufgesucht werden. Der Untersuchungszeitraum begann mit dem Anreisetag am Montag oder Dienstag und endete mit dem Abreisetag am Donnerstag oder Freitag. Es wurden seitens des Untersuchers keine Termine am Wochenende angeboten.

Am Anreisetag legte der Untersucher der Vertiefungsstudie die anhand des Zufallsgenerators erstellte Liste mit den Pseudonymisierungen der PDL oder Einrichtungsleitung vor. Auf dieser Liste standen i.d.R. 20 Pseudonyme plus fünf bis zehn Ersatz-Pseudonyme. Zu diesen erhielt der Untersucher die Namen, den Wohnbereich und zusätzliche Informationen beispielsweise zum gegenwärtigen Gesundheitszustand. Außerdem wurde dem Untersucher Einblick in die Pflegedokumentation gegeben. Die teilnehmenden Bewohner wohnten in verschiedenen über die gesamte Einrichtung

verteilten Wohnbereichen. Im Anschluss an den Erhalt der Informationen besuchte der Untersucher die Bewohner. Dabei stellte er sich jedem Bewohner persönlich vor und teilte sein Anliegen mit. Darüber hinaus wurde am ersten Tag die motorische Testbatterie (MPT) in der Reihenfolge wie im Kapitel 2.3.3 beschrieben durchgeführt. Anhand des MPT wurden wichtige Parameter gewonnen, die auch für die individualisierte Einstellung der SW3 notwendig waren (Größe, Gewicht, Sensitivität und Schrittfrequenz).

Ab dem zweiten Besuchstag begann die objektive Bewegungsmessung anhand der SW3. Die Bewegungsmessung wurde bis einschließlich des vierten Besuchstages an allen Bewohnern durchgeführt, die anhand des MPT als gehfähig klassifiziert wurden. Den Bewohnern wurde für drei Tage die SW3 allmorgendlich am rechten Knöchel befestigt. Der richtige Sitz des Gerätes wurde geprüft und die Genauigkeit der Aufzeichnung visuell festgestellt, da die SW3 die Einstellung besitzt, dass die ersten 40 Kadenzen mit einem Blinken begleitet werden. Alle Geräte wurden bis jeweils 08.30 Uhr angelegt und ab 17.00 Uhr wieder abgenommen. Um einen Verlust an Bewegungsdaten vorzubeugen, wurde der Bewohner mehrmals pro Tag aufgesucht und der Sitz der Geräte überprüft. Diese Kontrollen wurden insbesondere nach Pflegehandlungen (z.B. Fußpflege, Toilettengängen) oder Ruhezeiten durchgeführt. Zumeist vergaßen die Bewohner in der Zwischenzeit, dass sie ein Gerät bei sich trugen. Die Geräte wurden täglich ausgelesen und neu auf den Bewohner eingestellt. Ein Untersuchungstag wurde von 08.30 Uhr bis 17.00 Uhr definiert und beim Auslesen der Geräte wurde dieser Zeitabschnitt entsprechend ausgewählt und auf einem mobilen Datenträger gespeichert.

Ebenfalls im Zeitraum des zweiten bis vierten Besuchstages führte der Untersucher mit den Bewohnern den SIDAM durch. Zusätzliche Informationen zur Demenzdiagnostik wurden von den Bezugspflegekräften und aus der Pflegedokumentation eingeholt. In einigen wenigen Fällen waren auch Angehörige während des Untersuchungszeitraumes in der Einrichtung anzutreffen. Diese wurden bei gegebenem Interesse ebenfalls zum Bewohner befragt.

2.4 Sample und Variablen für die vorliegende Arbeit

In der vorliegenden Arbeit sollte unabhängig vom Design der Evaluationsstudie und der damit verbundenen Gruppenzugehörigkeit bezogen auf die Implementierung des QN I die Beziehung zwischen der Gehgeschwindigkeit und kognitiven, funktionellen sowie lebensqualitätsbezogenen Parameter untersucht werden. Zusätzlich sollte die Beziehungen zwischen der Gehgeschwindigkeit und den kognitiven und funktionellen Parametern im Lichte der körperlichen Aktivität betrachtet werden.

Es wurden alle Bewohner eingeschlossen, die folgende Kriterien erfüllten: Gehfähigkeit zum Zeitpunkt der BL-Messung (siehe Abbildung 7) und vollständige Daten für alle nachfolgend aufgelisteten Variablen aus dem PVA und der Vertiefungsstudie zu beiden Messzeitpunkten. Diese Kriterien wurden von 101 Bewohnern erfüllt.

Für die vorliegende Arbeit wurden als Outcomes (*abhängige Variablen*) die Summenwerte folgender Instrumente verwendet: Rivermead Mobility-Index (RMI), SIDAM mit den Summenwerten des SISCO und MMST, die Quality of Life in Late-Stage Dementia Scale (QUALID) und das Neuropsychiatrische Inventar (NPI-Q). Diese Instrumente entstammten Großteils dem PVA und werden im Detail im Kapitel 2.2.3 beschrieben. Einzig der SIDAM wurde ausschließlich in der Vertiefungsstudie verwendet. Dessen genaue Beschreibung erfolgt im Kapitel 2.3.3. Da die hier vorliegende Arbeit auch den Verlauf der funktionellen Fähigkeiten im Blick hatte, wurden aus dem Gesamtprojekt die monatlichen Mobilitätschecks auf der Grundlage des RMI als abhängige Variablen hinzugezogen.

Als primäre *unabhängige Variable* galt die Veränderung der Gehgeschwindigkeit auf der Grundlage der Messung der Responsivität (MID) (siehe Kapitel 2.3.3). Außerdem wurden weitere unabhängige Variablen als *Kovariaten* eingesetzt. Diese Kovariaten werden im nachfolgenden als festes Set der Kovariaten bezeichnet. Zu diesen zählten der Barthel-Index (BI), die Demenzschwere, Geschlecht, Alter in Jahren, Teilnahme an der Implementierung des QN I und Vorhandensein depressiver Symptome auf der Grundlage der Einschätzung im NPI. Eine zusammenfassende Darstellung aller verwendeten Variablen erfolgt in Tabelle 3.

Zur *Deskription des Samples* wurden aus dem PVA allgemeine Angaben zur Person entnommen: Dazu zählten Geburtsdatum und Aufnahmedatum in die Altenpflegeeinrichtung und die Dementia Screening Scale (DSS). In der vorliegenden Arbeit dichotomisiert verwendet wurden die Angaben aus dem PVA zum Leben auf einem Demenzwohnbereich, zur Unterbringungsart (offene oder beschützte Station), zur Beeinträchtigung des Sehvermögens, zu verwendeten Hilfsmitteln zur Fortbewegung (Unterarmgehstütze, Rollator, Rollstuhl), zum Erhalt bewegungsfördernder Maßnahmen mindestens einmal pro Woche, zum Vorliegen von Schmerzen in den letzten vier Wochen, zum Vorliegen von Kontrakturen der unteren Extremitäten und zur Anzahl an Stürzen, die in den letzten sechs Monaten auftraten. Auch wurden in dieser Arbeit Angaben aus der Pflegedokumentation wie medizinische Diagnosen nach ICD-10, die aktuelle sowie Bedarfsmedikation kodiert nach Rote Liste 2008 (Rote Liste, 2008) und der Body-Mass-Index einbezogen. Die Anzahl der

medizinischen Diagnosen und der Status der Multimorbidität wurden bestimmt. Multimorbidität lag bei fünf und mehr gleichzeitig auftretenden medizinischen Diagnosen vor. Zusätzlich wurde die Anzahl der aktuell verschriebenen Medikation je Bewohner und der Status der Polymedikation festgestellt. Polymedikation lag bei fünf und mehr gleichzeitig verschriebenen Medikamenten vor. Die Bewohner wurden dahingehend eingeteilt, ob sie potentiell unangemessene Medikamente verschrieben bekommen hatten. Die Einteilung erfolgte auf der Grundlage der PRISCUS-Liste zur Bestimmung potentiell inadäquater Medikation für ältere Menschen (Holt, Schmiedl, & Thurmann, 2010). Ebenfalls zur Deskription wurde aus der Vertiefungsstudie die motorische Testbatterie mit der Bestimmung der habituellen Gehgeschwindigkeit und dem 30-Sekunden-Sitz-Steh-Test verwendet.

Als *intervenierende Variable* wurde das Ausmaß der körperlichen Aktivität verwendet. Die Bestimmung der körperlichen Aktivität (hier der Gehaktivität) wurde anhand der SW3, wie sie in der Vertiefungsstudie Anwendung fand, eingesetzt. Es wurden für diese Arbeit die Bewohner in die Auswertung einbezogen, die über den Beobachtungszeitraum von drei Tagen zur BL und zum FU vollständige Bewegungsdaten aufwiesen. Die Bewegungsdaten wurden als Mittelwerte über die drei Beobachtungstage wiedergegeben. Zu diesen Bewegungsdaten gehörten die Variablen: Anzahl an Schritten und Aktivitätsniveaus in Minuten. Die Aktivitätsniveaus waren „inaktiv“, „geringes Aktivitätsniveau“ und „mindestens moderates Aktivitätsniveau“ wie im Kapitel 2.3.3 beschrieben. In Tabelle 3 erfolgt eine Auflistung der verwendeten Variablen und Instrumente der vorliegenden Arbeit.

Tabelle 3: Auflistung der Outcomes, Prädiktoren, Kovariaten und intervenierenden Variablen der vorliegenden Arbeit

Bezeichnung	Instrument/ Erhebungsart	Operationalisierung
Outcomes (abhängige Variablen)		
funktionelle-mobilitätsbezogene Fähigkeiten	Rivermead Mobility-Index (RMI) (Collen et al., 1991) als Teil des PVA und als Basis der monatlichen Mobilitätschecks	Summenwert aus neun jeweils vierstufigen Items (Spanne zwischen 0 und 27 Punkten), wobei ein höherer Summenwert für ein höheres Ausmaß funktioneller Fähigkeiten steht
kognitive Fähigkeiten (globale Kognition)	SIDAM (enthält MMST) (Zaudig & Hiller, 2002) als Teil der kognitiven Testung der Vertiefungsstudie	Gesamtsummenwert des SIDAM (SISCO) als Addition der richtigen Antworten aus 55 Items (Summenwert 0 bis 55 Punkte); zusätzlich bilden 30 der 55 Items den MMST ab (Summenwert 0 bis 30 Punkte). Ein jeweils höherer Punktwert ist mit einer besseren globalen Kognition verbunden

Bezeichnung	Instrument/ Erhebungsart	Operationalisierung
nicht-kognitive Symptomatik	Neuropsychiatrisches Inventar (NPI-Q) (Kaufer et al., 2000) als Teil des PVA	zwölf Symptomkomplexe (0 bis 12) werden nach Häufigkeit (vierstufig von eins bis vier) und Schwere (dreistufig von eins bis drei) eingeschätzt. Der Summenwert kann Werte zwischen 0 und 144 Punkte annehmen, wobei ein höherer Wert für ein größeres Ausmaß nicht-kognitiver Symptome steht
Lebensqualität	Quality of Life in Late-Stage Dementia (QUALID) (Weiner et al., 2000) als Teil des PVA	Summenwert aus elf fünfstufigen Items (Spanne zwischen 11 und 55 Punkten), wobei ein niedrigerer Summenwert für eine höhere Lebensqualität steht
Prädiktor (unabhängige Variable)		
Gehgeschwindigkeit	Teil des Motor Performance Test (MPT) (Nevitt et al., 1989) der Vertiefungsstudie	Personen wurden dichotomisiert nach kleiner (unbedeutender) und großer (bedeutender) Geschwindigkeitsänderung im Beobachtungszeitraum (Grundlage Bestimmung der Responsivität)
Kovariaten (unabhängige Variablen)		
Selbstständigkeit/ Alltagsfähigkeiten	Barthel-Index (BI) in der modifizierten Form der BAGkgE (Bundesarbeitsgemeinschaft klinisch geriatrischer Einrichtungen (BAGkgE), 2002) als Teil des PVA	Summenwert des Ausmaßes der selbstständigen Bewältigung von zehn basalen Aktivitäten (Spanne zwischen 0 bis 100 Punkte), wobei ein höherer Punktwert für weniger Einschränkungen steht
Geschlecht	Item im PVA	dichotom: männlich oder weiblich
Alter	Geburtsdatum im PVA, Testdatum des MPT	Differenz aus Geburts- und Testdatum als kontinuierliche Variable in Jahren
Implementierung	Item im PVA	dichotom: Teilnahme an der Implementierung des QN I oder Kontrollgruppe

Bezeichnung	Instrument/ Erhebungsart	Operationalisierung
Demenzschwere	SIDAM-Beurteilungsteil als Teil der kognitiven Testung der Vertiefungsstudie	Einschätzung auf der Grundlage der Global Deterioration Scale (GDS) und der Dementia Rating Scale (CDR) in leichte, mittelschwere und schwere Demenz
depressive Symptomatik	ausführliche Fremdbeurteilung der Symptomatik als Teil des PVA	Vorliegen, Häufigkeit und Schwere der Symptomatik nach NPI-Q Kriterien
intervenierende Variablen (Mediatoren)		
Inaktivität	Messung via StepWatch 3 (SW3) in der Vertiefungsstudie	durchschnittliche Zeit in Minuten, an der keine Gehaktivität gemessen wurde
moderate Gehintensität		durchschnittliche Zeit in Minuten, an der pro Minute 80 und mehr Schritte zurückgelegt wurden
Schritte		durchschnittliche Gesamtanzahl an Schritten (Kadenzen)

2.5 Statistische Analysen

Testung der Hypothese 1

Die Gehgeschwindigkeit konnte - wie im Kapitel 1.4 beschrieben - auf zwei Arten als Prädiktor eingesetzt werden.

- 1.) *Bestimmung der Gehgeschwindigkeit via Querschnittsmessung (Einmalmessung)*: Hier sind international diverse Schwellenwerte (Cut-offs) definiert, die mit „positiven“ Ereignissen (z.B. Sicheres Überqueren der Straße, Indikator für hohe körperliche Fitness und erhöhte Unabhängigkeit bei der Lebensführung) oder „negativen“ Ereignissen (z.B. Indikator für stationäre Behandlung, erhöhtes Mortalitätsrisiko, Verlust der Unabhängigkeit und funktionelle Einbußen) assoziiert sind (G. A. Abellan van Kan et al., 2009; Kuys et al., 2014; Middleton et al., 2015).
- 2.) *Bestimmung der Gehgeschwindigkeit im Längsschnitt als Veränderungsmessung*: Hier wird die Differenz der Gehgeschwindigkeiten zu zwei verschiedenen Zeitpunkten bestimmt. Wie im Kapitel 1.4 dargestellt, kann dadurch die Responsivität angegeben werden.

Beide Arten besitzen gleichermaßen Gültigkeit, haben allerdings in verschiedenen Settings auch unterschiedliche Bedeutung. Insbesondere bei Menschen, die im Pflegeheim leben, sind viele mit einer geringen Gehgeschwindigkeit assoziierte Ereignisse bereits eingetreten (z.B. Verlust der Selbstständigkeit, Eintreten von kognitiven Beeinträchtigungen). Cut-off Werte der Gehgeschwindigkeit für weiterführende Prognosen bereits stark beeinträchtigter Menschen sind rar und werden zunehmend ungenauer. In diesem Fall bieten sich sensitivere Schwellenwerte auf der Grundlage von Veränderungsmessungen für die Gehgeschwindigkeit an. Dies war der leitende Gedanke, warum in der vorliegenden Arbeit die Cut-off Bestimmung auf der Grundlage der Veränderungsmessung der Gehgeschwindigkeit vorgenommen wurde (Middleton et al., 2015; S. Perera et al., 2016; Valkanova & Ebmeier, 2017).

Zuerst wurde für die Bewohner die Veränderung der Gehgeschwindigkeit über die Zeit bestimmt. Die Veränderung wurde als Delta V (Symbol: Δv) bezeichnet. Δv war der Betrag der Differenz der Gehgeschwindigkeiten beider Messzeitpunkte (v_{BL} = Gehgeschwindigkeit zur Baseline und v_{FU} = Gehgeschwindigkeit zum Follow-up) in Metern pro Sekunde:

$$(4) \Delta v = |v_{FU} - v_{BL}|$$

Der Betrag selbst war eine positive reelle Zahl. Wie in Kapitel 1.4 beschrieben, wurde eine Reduktion - eine negative Veränderung - der Gehgeschwindigkeit über die Zeit angenommen, da die Gehgeschwindigkeit zum Follow-up geringer sein sollte als zur Baseline. Die Grundannahme der Arbeit war, dass die Abnahme der Gehgeschwindigkeit über die Zeit interindividuell unterschiedlich hoch war. Zudem sollte es einen Cut-off geben, anhand dessen sich zwei Gruppen klar voneinander trennen ließen (Hypothese 1):

Gruppe 1 - Bewohner mit einer geringen negativen Veränderung (Abnahme) von Δv und

Gruppe 2 - Bewohner mit einer bedeutenden negativen Veränderung (Abnahme) von Δv .

Für beide Gruppen wurde angenommen, dass sie sich gleichzeitig in den Verläufen der funktionellen und kognitiven Outcomes unterschieden: Die Gruppe mit der geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit sollte diesbezüglich bessere Outcome-Werte aufweisen als die Gruppe mit der bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit.

Um den Cut-off für Δv zu bestimmen, gibt es wie in Kapitel 1.4 dargestellt zwei grundlegend unterschiedliche Methoden, die eng mit den Qualitätskriterien zur Bestimmung von Messeigenschaften standardisierter Instrumente einhergehen (Terwee et al., 2007; Turner et al., 2010). Zum einen gibt es Methoden der Präzisionsmessung, welche die „wahren“ oder zuverlässigen Änderungen von Δv gegenüber Änderungen der Gehgeschwindigkeit anzeigen, die aufgrund zufälliger Fehler entstehen. Zum anderen gibt es Methoden, die im Sinne der Validität, die Sensitivität der Gehgeschwindigkeitsveränderung für prognostizierte oder gleichzeitig auftretende Veränderungen in anderen Parametern anzeigen. Erstgenannte Methoden werden als *verteilungsbasierte Methoden* und letztgenannte als *Anker- oder Kriteriums-basierte Methoden* bezeichnet.

Die *verteilungsbasierten Methoden* beziehen sich auf das Qualitätskriterium Reproduzierbarkeit, also die Höhe der Übereinstimmung bei Wiederholungsmessungen. Das grundlegende Problem bei der Anwendung verteilungsbasierter Methoden in dem hier vorliegenden Sample war der zeitliche Abstand zwischen der BL- und FU-Messung. Für einen Zeitraum von 16 Monate ließ sich in dem Sample von Pflegeheimbewohnern mit Demenz keine Stabilität der Gehgeschwindigkeit vermuten. Hierzu wäre eine Wiederholungsmessung mit einem weitaus kürzeren zeitlichen Abstand zur BL-Messung (z.B. zwei bis vier Wochen) ideal gewesen. Dennoch sollte der Versuch unternommen werden, den Intraklassenkorrelationskoeffizienten für Übereinstimmungen und den Standardmessfehler zu berechnen (Terwee et al., 2007; Wright et al., 2012). Dazu wurde als Reliabilitätsmaß der $ICC_{3,1}$ bestimmt; d.h., ein Zwei-Wege gemischter ICC mit Prüfung der Konsistenz (McGraw & Wong, 1996; Weir, 2005). Der $ICC_{3,1}$ wurde gewählt, weil die Annahme bestand, dass die individuellen Gehgeschwindigkeiten zur FU-Messung systematisch geringer ausfielen. Auf der Grundlage des $ICC_{3,1}$ wurde dann SEM berechnet. SEM ergab sich aus:

(5) $SEM = SD\sqrt{1-ICC_{3,1}}$, wobei

(6) $SD = \sqrt{SS_{TOTAL} / (N_{BEWOHNER} - 1)}$ oder aus

(7) $SEM = \sqrt{2MS_E}$.

Um die Summe der Gesamtquadrate (SS_{TOTAL}) und den durchschnittlichen quadratischen Fehlerwert (MS_E) zu bestimmen, wurde eine 2-Wege Analysis of Variance (ANOVA) gerechnet, die ausschließlich die kontinuierlichen Gehgeschwindigkeiten zur BL und zum FU enthielt. SEM wurde in dieser Arbeit dazu verwendet, um näherungsweise die hier

berichteten Werten mit den Werten zur Reproduzierbarkeit der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz aus der Literatur zu vergleichen. Außerdem sollte SEM als Korrekturmaß für den Cut-off Wert, der sich aus der Kriterium-basierten Methode ergeben sollte, dienen. Dazu wurde die Höhe des Unterschieds zwischen beiden Maßen in Augenschein genommen. Auf den kleinsten nachweisbaren Unterschied (MDC), also das 95%ige Konfidenzintervall um SEM, soll in dieser Arbeit aufgrund der beschriebenen Problematik mit der Distanz zwischen den Wiederholungsmessungen nur hingewiesen werden.

Anhand der *Kriterium-basierten Methode* wurde die Responsivität bestimmt (Beaton et al., 2001; Deyo et al., 1991). Damit ließen sich die Pflegeheimbewohner mit Demenz anhand der Veränderung der Gehgeschwindigkeit in Bewohner mit bedeutender Veränderung und Bewohner mit geringer bzw. unbedeutender Veränderung klassifizieren. Hier war die Identifikation eines Cut-off bezogen auf ein externes Kriterium Gegenstand der Untersuchung. Die Methoden, die in der vorliegenden Arbeit zur Anwendung kamen, waren die Sensitivitäts- und Spezifitätsanalyse und die Receiver Operating Characteristic (ROC) Kurve nach Hanley und McNeil (Hanley & McNeil, 1982). Es sollte ein gültiger Cut-off für Δv gefunden werden.

Wie in Kapitel 1.4 identifiziert, gab es zum Zeitpunkt der Erstellung der Arbeit keinen Cut-off für Δv für Pflegeheimbewohner mit Demenz. Daher musste zuerst ein verlässliches Kriterium gefunden werden. Dieses Kriterium ließ sich aus der Leistung der Bewohner im Sitz-Steh-Test gewinnen. Die Anforderung bestand im einmaligen selbstständigen Aufstehen vom Stuhl ohne Zuhilfenahme von Hilfsmitteln oder Hilfspersonen. Da das Sample ausschließlich aus Pflegeheimbewohnern mit Demenz bestand, bei denen bereits zur Baseline-Messung funktionelle Einschränkungen vorlagen, sollte die Leistung im einmaligen Sitz-Steh-Test zur Follow-up Messung ein ausgezeichneter Prädiktor für die Muskelkraft der unteren Extremitäten sein (Bohannon, 2002; C. J. Jones et al., 1999; Palmer, Thiele, Conchola, Smith, & Thompson, 2016). Die Normwerte im „30 Sekunden Sitz-Steh Test“ der Vergleichsstichprobe zu Hause lebender hochaltriger Menschen konnten im Sample der Pflegeheimbewohner nicht angelegt werden, aufgrund der per se stark verminderten Kraftproduktion der Kniestrecker und Kniebeuger sowie des Ausmaßes der kognitiven Beeinträchtigung (Bohannon, 2002; S. R. Lord, Murray, Chapman, Munro, & Tiedemann, 2002; Rikli & Jones, 1999, 2013). Die Kraftproduktion reichte vielfach gar nicht mehr aus, um eine selbstständige vollständige Wiederholung zu erzeugen (Guralnik et al., 1994). Daher wurde das Studiensample zum Follow-up anhand des Kriteriums des mindestens einmaligen Aufstehens vom Stuhl ohne die Verwendung von Hilfsmitteln und -personen getrennt. An dieses dichotome Kriterium des „gelingenden Aufstehens vom Stuhl“ wurde die Veränderung der Gehgeschwindigkeit zwischen BL und FU angelegt. Es wurden die Cut-off Werte für Δv bestimmt, die mit dem Nicht-gelingenden Aufstehen vom Stuhl zusammenhängen.

In diesem Sinne wurde die ROC-Kurve verwendet und die Fläche unterhalb der Kurve (AUC) bestimmt (Hanley & McNeil, 1982). Für die Cut-off Werte der ROC-Kurve wurde der Youden Index bestimmt, der den größten Abstand zwischen dem individuellen Wert auf der ROC-Kurve und der 0,5-Linie angibt. Der Youden Index konnte Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei eine hohe Ausprägung für eine größere Genauigkeit oder korrekte Klassifizierung stand.

$$(8) \text{ Youden Index} = (\text{Sensitivität} + \text{Spezifität}) - 1.$$

Zusätzlich wurden anhand einer Vier-Felder-Tafel Beurteilungswerte für die möglichen Cut-off Werte berechnet. Zu diesen zählten: Sensitivität, Spezifität, die positiven (+LR) und negativen (-LR) Wahrscheinlichkeitsraten („Likelihood-Ratios“), sowie der positive („positive predictive value“ kurz: PPV) und negative Vorhersagewert („negative predictive value“ kurz NPV) und die Korrektklassifizierungsrate. Die Sensitivität, auch richtig positive Rate genannt, bezeichnete den Anteil der Test-positiven Personen einer Stichprobe. Es war die Wahrscheinlichkeit, mit der der Cut-off der Gehgeschwindigkeit das Nicht-Gelingen des Aufstehens vom Stuhl bei Bewohnern mit Demenz korrekt identifiziert.

$$(9) \text{ Sensitivität} = \frac{\text{tatsächlich Test-positive Personen}}{\text{tatsächlich Test-positive Personen} + \text{falsch Test-negative Personen}}$$

Die Spezifität, auch richtig-negative Rate genannt, bezeichnete den Anteil der Test-negativen Personen einer Stichprobe. Es war die Wahrscheinlichkeit mit der der Cut-off für die Gehgeschwindigkeit das Gelingen des Aufstehens vom Stuhl bei Menschen mit Demenz korrekt klassifiziert.

$$(10) \text{ Spezifität} = \frac{\text{tatsächlich Test-negative Personen}}{\text{tatsächlich Test-negative Personen} + \text{falsch Test-positive Personen}}$$

Der positive und negative Vorhersagewert waren prognostische Werte, welche die Anteile an Personen angaben, die den Sitz-Steh-Test auch tatsächlich bewältigen bzw. nicht bewältigen konnten. Die Höhe der Ausprägung des positiven Vorhersagewerts bezogen auf den Cut-off für die Gehgeschwindigkeit bestimmte das Ausmaß der Bewohner mit Demenz, die den Sitz-Steh-Test nicht mehr bewältigen konnten. Die Höhe der Ausprägung des negativen Vorhersagewerts bestimmte das Ausmaß der Bewohner, die sich selbstständig vom Stuhl erheben konnten. Der PPV und NPV zeigten also an, wie gut Δv als Goldstandard für die Vorhersage der Fähigkeit war, nicht mehr eigenständig vom Stuhl aufstehen zu können. PPV und NPV errechneten sich wie folgt:

$$(11) \text{ PPV} = \frac{\text{tatsächlich Test-positive Personen}}{\text{tatsächlich Test-positive Personen} - \text{falsch Test-positive Personen}} = \text{die Wahrscheinlichkeit, dass die Testperson tatsächlich den Sitz-Steh Test aufgrund des Cut-off } \Delta v \text{ nicht mehr bewältigen konnte}$$

(12) NPV = tatsächlich Test-negative Personen / (falsch Test-negative Personen - tatsächlich Test-negative Personen) = die Wahrscheinlichkeit, dass die Testperson tatsächlich den Sitz-Steh Test aufgrund des Cut-off Δv bewältigen konnte.

Die Korrektklassifizierungsrate war die Genauigkeit der Klassifizierung der Bewohner. Die Wahrscheinlichkeitsraten gaben das Ausmaß an, in dem Δv die Wahrscheinlichkeit für das Ereignis „Bewältigen des eigenständigen Aufstehens vom Stuhl“ erhöhte bzw. senkte. Die Formel zur Berechnung der +LR lautete:

(13) +LR = Sensitivität / (1 - Spezifität).

Die Formel zur Berechnung des -LR lautete dementsprechend:

(14) -LR = (1 - Sensitivität) / Spezifität.

Folgende Kategorien wurden zur Interpretation des +LR und -LR herangezogen:

Werte im +LR größer als 10 und kleiner als 0,1 im -LR entsprachen einer „großen bzw. eindeutigen Änderung“;

Werte im +LR zwischen 5 und 10 und im -LR zwischen 0,1 und 0,2 einer „moderaten Änderung“;

Werte im +LR zwischen 2 und 5 und im -LR zwischen 0,2 und 0,5 einer „kleinen, aber bedeutenden Änderung“;

wohingegen Werte im +LR unter 2 und im -LR größer als 0,5 für eine „kaum bedeutende Veränderung“ sprachen (Jaeschke, Guyatt, Sackett, & For the Evidence-Based Medicine Working Group, 1994).

Die Wahrscheinlichkeitsraten (LRs) für das Eintreten eines Ereignisses dienten ebenfalls zur Bestimmung von Odds Ratios (OR).

(15) $OR = +LR [Sensitivität / (1 - Spezifität)] / -LR [(1 - Sensitivität) / Spezifität]$

In dieser Arbeit wurde allerdings eine um die Kovariaten bereinigte Logistische Regression zur Bestimmung des OR für den Cut-off Δv verwendet. Das OR gab den Zusammenhang zwischen dem Ereignis „Bewältigen des eigenständigen Aufstehens vom Stuhl zum FU“ - dichotomisiert in „Ja, möglich“ und „Nein, nicht möglich“ - und der Änderung der Gehgeschwindigkeit über die Zeit an. Dieser Zusammenhang wurde unter Verwendung des Sets fester Kovariaten getestet, wobei alle Kovariaten gleichzeitig in das Modell eingeschlossen wurden. Zusätzlich wurde die Modellgüte anhand des Nagelkerke R^2 geprüft. Das Nagelkerke R^2 basierte auf einer Log-Likelihood Prozedur, die das postulierte Modell gegenüber dem Basismodell abwog und Werte zwischen null und eins annehmen konnte. Ein höherer Wert stand für eine höhere Modellgüte bzw. erklärte Varianz des postulierten Gesamtmodells. Berechnet wurden neben Nagelkerkes R^2 die Wald-Statistik, das OR (Exp(B)), das 95%-CI um das OR, die Anzahl der Freiheitsgrade (DF) und das auf die Wald-Statistik bezogene Signifikanzniveau (p).

Abschließend wurde das gesamte Verlaufssample anhand des Cut-off Wertes für Δv in die o.g. Gruppen „Bewohner mit einer geringen Änderung der Gehgeschwindigkeit“ und „Bewohner mit einer bedeutenden Änderung der Gehgeschwindigkeit“ getrennt. Die Deskription der Baseline-Merkmale, der Merkmale der Kovariaten und der Outcomes über die Zeit erfolgte anhand der Gruppentrennung. Die Testung der Unterschiede zwischen den Gruppen zur Baseline wurde entweder mittels T-Tests mit Bootstrapping (N = 1.000 Samples) für unabhängige Stichproben oder χ^2 -Tests durchgeführt.

Testung der Hypothesen 2 bis 7

Für die anstehenden Hypothesen-Testungen (Hypothesen 2 bis 7b) wurden multivariate Modelle gewählt, die das feste Set an Kovariaten enthielten. Die Modelladjustierungen wurden unter der Berücksichtigung des Geschlechts (männlich vs. weiblich), des Alters in Jahren (kontinuierliche Variable), der Zugehörigkeit zur Implementierung des QN I (IG vs. KG), des Barthel-Index Wertes zur BL (kontinuierliche Variable) und des Demenzschweregrades zur BL (leichte und mittelschwere Demenz vs. schwere Demenz) vorgenommen.

Die Hypothese 2 wurde mit zwei verschiedenen Modellen geprüft, da die funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten auf zwei verschiedenen Wegen erhoben wurden:

1.) *Repeated Measurement Modell*: Zum einen wurde der RMI im Sinne monatlicher „Mobilitäts-Checks“ erhoben. Es lagen für alle teilnehmenden Bewohner monatliche Bewertungen der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten über den gesamten Beobachtungszeitraum vor. Da ausschließlich Bewohner in die hier vorliegenden Auswertungen einbezogen wurden, die auch zur Follow-up Messung in den Einrichtungen lebten, konnten für alle Teilnehmer durchschnittlich 17 aufeinander folgende monatliche Beobachtungen einbezogen werden (eine BL-Messung und 16 Verlaufsmessungen). Jeder monatliche Mobilitäts-Check und der PVA-Ausgangswert zur BL steuerten einen RMI-Summenwert bei. Die RMI-Scores wurden anhand eines faktoriellen multivariaten Repeated Measurement Model ausgewertet. Dabei dienten die einzelnen RMI-Scores als Innersubjektfaktoren und somit als abhängige Variablen. Als unabhängige Variable wurde der Cut-off für Δv eingesetzt. Zusätzlich wurde das feste Set an Kovariaten in das multivariate Modell mit aufgenommen. Da es sich um ein multivariates Messmodell mit 16 Messwiederholungen handelte, wurde im Vorfeld davon ausgegangen, dass das Modell die Annahmen der Sphärizität verletzt. Deshalb wurde Mauchly's Test herangezogen, um die Anzahl der Freiheitsgrade zu korrigieren. In Abhängigkeit der Größe von ϵ wurde die Greenhouse-Geisser Korrektur verwendet. Ebenfalls wurde der für multivariate Varianzanalysen übliche Box's M Test durchgeführt, um die Homogenität bzw. die Varianz-Kovarianz Struktur zu prüfen. Der Box's M Test untersuchte, ob die unabhängigen Variablen in den abhängigen Variablen unterschiedlich stark streuten, also die Gleichheit von Streuungen in den Gruppen. Berechnet wurden F-Werte, Effektstärken in Form des partiellen η^2 und das Signifikanzniveau (p).

2.) *Generalized Linear Mixed Models*: Zum anderen wurde der RMI im Rahmen des FU-Assessments im PVA erhoben (zeitlich letzter Mobilitäts-Check). Damit lagen sowohl zur BL als auch zum FU jeweils RMI-Scores vor. Die Auswertung für den Vergleich der RMI-Scores wurde anhand Verallgemeinerter Linearer Gemischter Modelle (Generalized Linear Mixed Models = GLMM) vorgenommen. Dazu wurden der BL RMI-Score und der FU RMI-Score univariat anhand der unabhängigen Variable des Cut-offs für Δv und zusätzlich multivariat unter Berücksichtigung des festen Sets der Kovariaten miteinander verglichen. Ferner wurde ein Interaktionsterm gebildet aus der Änderung der Gehgeschwindigkeit und der Teilnahme an der Implementierung des QN I. Als Referenzgruppe für den Interaktionsterm wurden die Bewohner der Kontrollgruppe mit einer bedeutenden Änderung der Gehgeschwindigkeit herangezogen. Der Interaktionsterm wurde mit in das Modell aufgenommen um etwaige Interaktionen zwischen beiden Variablen abzubilden.

Die Stringenz des festen Sets an Kovariaten inklusive Interaktionsterm wurde in allen nachfolgenden multivariaten Analysen beibehalten, auch wenn dies bedeutete, dass die Modellpassungen - gemessen anhand des Informationskriteriums zur Modellgüte (hier: das Bayessche Informationskriterium) schlechter waren, als wenn ausschließlich die jeweils univariat signifikanten Prädiktoren in das abschließende Modell mit aufgenommen worden wären. Die Auswertung mittels GLMM wurde ebenfalls zur Hypothesentestung der Hypothesen 3 bis 5 herangezogen. Dazu wurden die BL- und FU-Summenwerte des MMST/SISCO (globale Kognition), QUALID (Lebensqualität), und des NPI (nicht-kognitive Symptomatik) als abhängige Variablen jeweils mit der Veränderung der Gehgeschwindigkeit in Beziehung gesetzt.

Der Vorteil einer GLMM ist dessen Robustheit gegenüber nicht normalverteilten Outcome-Variablen und gegenüber Korrelationen zwischen den Beobachtungen. Für die GLMM wurden die Daten so strukturiert, dass die einzelnen Werte zu den beiden Messzeitpunkten gruppiert wurden, also einer vertikalen Datenstruktur entsprachen. Für die Verteilung der Outcome-Variablen wurde eine normale Verteilung angenommen („Normal Link“) und die Verknüpfungsfunktion auf „Identity“ gesetzt. Das bedeutete, dass die stetigen Outcome-Variablen nicht transformiert bzw. standardisiert wurden und die Schätzer den Unterschied zwischen beiden Messungen angaben, den sie durchschnittlich als Skalenwert aufwiesen. Berechnet wurden die nicht-standardisierten Koeffizienten und Modellparameter wie F-Wert, t-Wert, 95%-Konfidenzintervall (95%CI), Anzahl der Freiheitsgrade (DF), Standardfehler und Signifikanzniveau (p).

Die Hypothesen 6 und 7 wurden anhand multipler serieller Mediator-Analysen auf der Grundlage einer Ordinary Least Square (OLS) Pfad-Analyse geprüft. Für die Prüfung des Mediationseffektes der körperlichen Aktivität bzw. Inaktivität auf den Einfluss der Abnahme der Gehgeschwindigkeit auf die funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten und die globale Kognition wurden als Outcomes die zum FU erreichten Summenwert im RMI, im MMST und im SISCO herangezogen. Als direkte Einflussgröße auf die abhängigen Variablen wie RMI-Score, MMST- und SISCO-Score zum FU wurde der Cut-off Wert für Δv eingesetzt. Als

indirekte Einflussgrößen und somit als Mediatoren sollten das Ausmaß an Inaktivität (= durchschnittliche Anzahl an Minuten pro Tag, die nicht gehend verbracht wurden), das Ausmaß an moderater Gehintensität (= durchschnittliche Anzahl an Minuten pro Tag, die mit mehr als 80 Schritten pro Minute gegangen wurden) und die Anzahl an Schritten (= durchschnittliche Anzahl an Schritten pro Tag) in das Modell eingefügt werden. Die Mediatoren sollten in jedem Modell immer gleichzeitig geprüft werden, um den jeweils größten indirekten Einfluss eines Mediators auf die Beziehung zwischen Δv und Outcome anzuzeigen. Da davon ausgegangen wurde, dass die Mediatoren untereinander hoch bis sehr hoch korrelierten (Multikollinearität) und hohe schiefe Verteilungen mit einer Inflation der Null vorlagen, sollte einer der möglichen indirekten Einflussgrößen und zwar derjenige mit der höchsten Korrelation mit den anderen indirekten Einflussgrößen und der höchsten Zero-Inflation aus den kommenden Modellen ausgeschlossen werden. Als Korrelationskoeffizient wurde aufgrund einer nicht normalen Verteilung Spearmans ρ (Rangkorrelationskoeffizient) bestimmt. Ferner wurden der Varianzinflationsfaktor (VIF) und die Toleranz berechnet. Die verbleibenden zwei Mediatoren sollten seriell in die OLS-Pfad-Analysen aufgenommen werden. Alle OLS-Pfad-Analysen wurden statistisch kontrolliert für das feste Set an Kovariaten (siehe Tabelle 3). Zusätzlich wurden die jeweiligen Modelle für die Ausgangswerte der funktionellen und kognitiven Testungen kontrolliert. Dazu wurde in das Modell mit dem Outcome RMI-Summenwert zum FU der RMI-Summenwert zur BL als Kovariate aufgenommen und für die Outcomes MMST-Summenwert und SISCO-Summenwert zum FU die jeweiligen BL Werte dieser Testungen.

Berechnet wurden die nicht-standardisierten Koeffizienten, der totale Effekt, der direkte und indirekte Effekt sowie die Modellparameter wie F-Wert, T-Wert, Standardfehler und das Signifikanzniveau (p). Außerdem wurde das um die Verzerrung korrigierte 95%ige Konfidenzintervall unter Verwendung eines Bootstrapping mit $N=10.000$ Samples für die jeweiligen Effekte angegeben. Die Mediator-Analyse wurde mit der Process-Prozedur Version 3.0 von Andrew F. Hayes mit der Modelleinstellung für multiple serielle Mediationen durchgeführt (A. F. Hayes, 2013).

Alle Analysen wurden mit der SPSS Version 24 für Windows (SPSS Inc., Chicago, IL) durchgeführt. Die Process-Prozedur Version 3.0 wurde als Makro in SPSS integriert. Alle Tests wurden beidseitig durchgeführt und das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgesetzt.

3 ERGEBNISSE

3.1 Die Differenzierung des Samples anhand der Veränderung der Gehgeschwindigkeit

Das für die hier vorliegende Arbeit eingeschlossene Sample bestand aus 146 Bewohnern mit Demenz und Gehfähigkeit zur Baseline-Erhebung (siehe Abbildung 7). Von diesen Bewohnern lagen für insgesamt 101 Bewohner zu beiden Messzeitpunkten (BL und FU) vollständige Daten vor. An diesem Sample wurden alle nachfolgenden Analysen durchgeführt.

Zuvorderst wurde für das Sample die Veränderung der Gehgeschwindigkeit zwischen den Messzeitpunkten bestimmt. Die Verteilung der durchschnittlichen Veränderung der Gehgeschwindigkeit ist Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4: Verteilung der durchschnittlichen Veränderung der Gehgeschwindigkeit in m/s im Sample der 101 Bewohner mit Demenz

Durchschnitt	SD	Median	Schiefe	Wölbung	Spanne
-0,14	0,23	-0,14	-0,66	1,59	-1,00 bis 0,39

Die Veränderungsmessung basierte auf den Gehgeschwindigkeiten zur BL und zum FU. Der durchschnittliche Zeitraum betrug 16 Monate. m/s = Meter pro Sekunde; SD = Standardabweichung

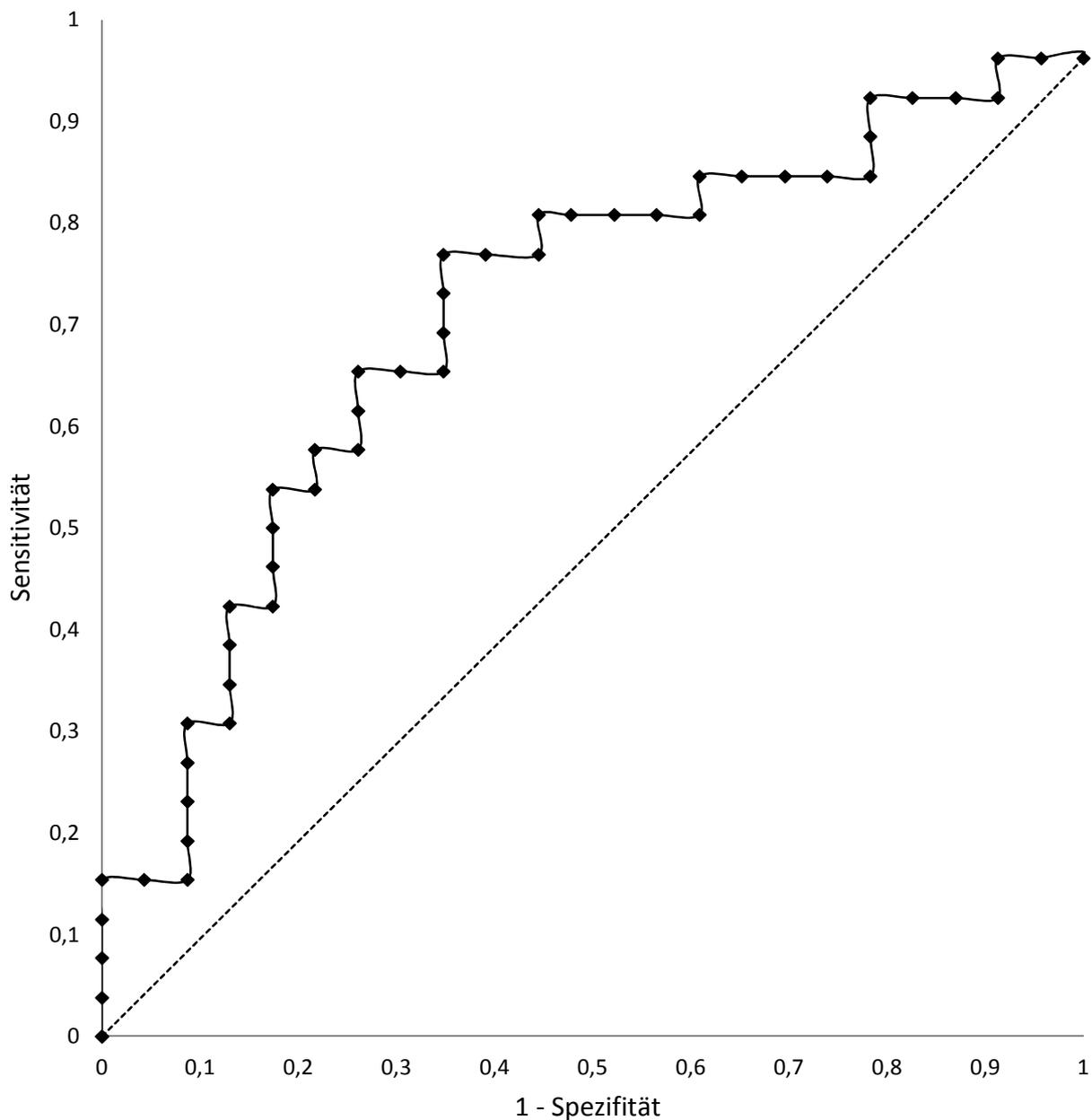
Es zeigte sich, dass die Gehgeschwindigkeit des Samples im Verlauf abnahm. Die Abnahme der Gehgeschwindigkeit war, da der Durchschnittswert dem Median entsprach, annähernd symmetrisch. Doch die Schiefe und Wölbung der Verteilung wiesen auf eine leicht linksschiefe und abgeflachte oder sub-gaußförmige Verteilung hin. Die größte Abnahme (Minimalwert) lag bei -1,0 m/s und die größte Zunahme (Maximalwert) bei +0,4 m/s. Von den 101 Bewohnern hatten 27 (26,7%) positive Änderungen der Gehgeschwindigkeit zu verzeichnen, bei den verbleibenden 74 (73,3%) Bewohner nahm die Gehgeschwindigkeit ab.

Das Sample wurde gemäß der Hypothese 1 anhand der Höhe der Abnahme der Gehgeschwindigkeit über den Beobachtungszeitraum auf der Grundlage einer *Kriterium-basierten Methode* in die Gruppe der Bewohner mit einer geringen Δv und einer bedeutenden Δv unterteilt. Die Unterteilung erfolgte auf der Grundlage des Cut-off Wertes für die Abnahme der Gehgeschwindigkeit, welcher das Kriterium des „Nicht-gelingenden Aufstehens vom Stuhl“ zur FU-Messung am besten bestimmte. Alle Änderungen der Gehgeschwindigkeiten wurden als mögliche Cut-off Werte mittels ROC-Kurve analysiert. Ebenfalls erfolgte die Identifikation des geeigneten Cut-offs durch eine Sensitivitätsanalyse.

In Abbildung 8 ist die ROC-Kurve und die damit verbundene AUC für die unterschiedlichen Abnahmen der Gehgeschwindigkeiten dargestellt. Die Kurve war deutlich von der Nulllinie (gestrichelte Linie) verschieden, welche die Nullhypothese der AUC bei 0,5 darstellte.

Insgesamt betrug die Fläche unterhalb der ROC-Kurve = 0,71. Dieser Wert war signifikant von 0,5 verschieden (AUC = 0,71; SE = 0,08; asymptotisches 95%CI = 0,56 bis 0,86; p = 0,012). Der Wert, der das Sample am besten hinsichtlich der Fähigkeit differenzierte, sich zum FU nicht mehr aus eigener Beinkraft vom Stuhl erheben zu können, war der Wert, der sich am dichtesten an der linken oberen Ecke der Abbildung 8 befindet. Es war außerdem der Wert, der den größten Abstand zur Nulllinie (im 90°-Winkel) aufwies. Dieser Wert besaß die höchste Sensitivität und Spezifität.

Abbildung 8: Receiver Operating Characteristics (ROC) Kurve für Δv



Anhand einer Sensitivitätsanalyse und der Bestimmung des Youden Index wurde der Cut-off Wert zusätzlich verifiziert, der mit der größten Wahrscheinlichkeit das Ereignis „Nicht-gelingenden Aufstehens vom Stuhl“ zur FU-Messung bestimmte und damit für eine

bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit innerhalb des Beobachtungszeitraumes stand. Der Youden-Index gibt den benannten graphisch gesehenen größten Abstand zwischen dem Cut-off Wert und der Nulllinie (gestrichelte Linie in Abb. 8) wieder und lag bei 0,42.

Der ermittelte Wert für die bedeutende Δv , der das Sample am besten anhand der Bewältigung des Sitz-Steh Tests in „nicht eigenständig aufstehende“ und „eigenständig aufstehende“ Bewohner trennte, lag bei -0,07 m/s. Die Änderung der Gehgeschwindigkeit mit einem Betrag von 0,07 m/s entsprach dem kleinsten (klinisch) bedeutsamen Unterschied (MID) im Sample von Pflegeheimbewohnern mit Demenz.

Das bedeutet, Abnahmen der Gehgeschwindigkeit, die kleiner als der Schwellenwert von 0,07 m/s waren, gingen mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit einher, nicht mehr selbstständig oder ohne eigenen Armeinsatz vom Stuhl aufstehen zu können. Hingegen führten Abnahmen der Gehgeschwindigkeit, die größer oder gleich 0,07 m/s waren, mit einer hohen Wahrscheinlichkeit zum Verlust dieser Fähigkeit. Anhand des Schwellenwertes konnten insgesamt 71% der Bewohner des Samples korrekt klassifiziert werden. Alle Klassifikations- und Prognosemaße sind der Tabelle 5 zu entnehmen. Die „richtig-positiv Rate“ (Sensitivität) für den Cut-off Wert für Δv lag bei 0,77 und die „richtig-negativ Rate“ (Spezifität) bei 0,64. Der positive Vorhersagewert (PPV) lag bei 0,71 und war damit genauso hoch wie der negative Vorhersagewert (NPV). Das hieß, dass die Vorhersagekraft für den Cut-off der Abnahme der Gehgeschwindigkeit jeweils 71% betrug und demnach ein Bewohner mit Demenz, der eine geringere Abnahme der Gehgeschwindigkeit aufwies mit einer Wahrscheinlichkeit von 71% den Sitz-Steh Test bewältigen konnte. Auf der anderen Seite konnte mit einer Wahrscheinlichkeit von 71% bei einem Bewohner mit einer größeren Abnahme der Gehgeschwindigkeit („bedeutende Δv “) ein Verlust der Fähigkeit sich eigenständig vom Stuhl zu erheben, ausgemacht werden.

Tabelle 5: Klassifikations- und prognostische Merkmale für $\Delta v \geq 0,07$ m/s bezogen auf das Kriterium „Bewältigung des Sitz-Steh Tests“

Test/ Cut-off	AUC (95%-CI)	Youden Index	SEN	SPEZ	AC	PPV	NPV	+LR	-LR
$\Delta v \geq$ 0,07 m/s	0,71 (0,56-0,86)	0,42	0,77	0,64	0,71	0,71	0,71	2,24	0,35

Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Verlauf zwischen BL und FU, AUC = Ausmaß der Fläche unterhalb der ROC-Kurve („Area under the Curve“), 95%-CI = 95%iges Konfidenzintervall, SEN = Sensitivität, SPEZ = Spezifität, AC = Korrektklassifizierungsrate; PPV = Positiver Vorhersagewert, NPV = Negativer Vorhersagewert, +LR = Positive Wahrscheinlichkeitsrate (Likelihood Ratio), -LR = Negative Wahrscheinlichkeitsrate

Die positive Wahrscheinlichkeitsrate (+LR) für den Cut-off von 0,07 m/s bezogen auf die Bewältigung des Sitz-Steh Tests lag bei 2,24. D.h., bei „positiv“ identifizierten Bewohnern mit

einem Verlust der Gehgeschwindigkeit von mind. 0,07 m/s ist die Wahrscheinlichkeit um das 2,24-fache erhöht, den Sitz-Steh Test nicht mehr eigenständig zu bewältigen. Umgekehrt lag die negative Wahrscheinlichkeitsrate (-LR) bei 0,35. Dementsprechend reduziert sich die Wahrscheinlichkeit, den Sitz-Steh Test nicht mehr eigenständig bewältigen zu können bei Bewohnern mit einer geringeren Abnahme der Gehgeschwindigkeit als 0,07 m/s um etwa 65%. Die LR's erbrachten nach der Interpretation von Jaeschke und Kollegen eine kleine, aber bedeutende Änderung mit sich (Jaeschke et al., 1994).

Mit einer multivariaten logistischen Regression unter Berücksichtigung der festen Kovariaten, sollte ein bereinigtes Quotenverhältnis zwischen dem Cut-off für die Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Leistung im Sitz-Steh Test errechnet werden. Das Quotenverhältnis oder Risikoverhältnis (adjustiertes Odds Ratio) für Bewohner, deren Abnahme der Gehgeschwindigkeit über die Beobachtungszeit gleich oder größer dem Schwellenwert von 0,07 m/s betrug, lag bei 26,9. D.h., diese Bewohner tragen das etwa 27-fache Risiko, die Fähigkeit zum selbstständigen Aufstehen vom Stuhl zu verlieren (siehe Tabelle 6). Das Ergebnis war auf dem Fünfprozentniveau signifikant. Die weiteren Prädiktoren (Kovariaten) im Modell hatten keinen signifikanten Einfluss auf das Risiko nicht mehr selbstständig vom Stuhl aufstehen zu können. Nur der Prädiktor, welcher die Teilnahme an der Implementierung des QN I kennzeichnete, zeigte für die Teilnehmer der Kontrollgruppe einen protektiven Effekt der Fähigkeit sich selbstständig vom Stuhl erheben zu können. Der Omnibustest der Modellkoeffizienten erbrachte ein $\chi^2(8) = 28,42$; $p < 0,001$, was für eine hohe Modellgüte stand. Anhand Nagelkerkes R^2 konnte abgelesen werden, dass das multivariate Regressionsmodell einen bedeutenden Teil der Varianz aufklärte bzw. zur Fehlerreduktion beitrug. Der Wert lag bei Nagelkerkes $R^2 = 0,64$.

Zusätzlich zur Kriterium-basierten Methode wurde eine verteilungsbasierte Methode gerechnet, um den Standardmessfehler (SEM) zu bestimmen. SEM sollte Sicherheit bezüglich des ermittelten MID von 0,07 m/s bringen. Zuvorderst wurde der Übereinstimmungsgrad der zu den beiden Messzeitpunkten ermittelten Gehgeschwindigkeiten anhand des $ICC_{3,1}$ festgestellt. Der Intra-Klassen-Korrelationskoeffizient zwischen der Gehgeschwindigkeit zur BL und der Gehgeschwindigkeit zum FU lag bei $ICC_{3,1} = 0,78$. Das bedeutet, dass der Grad der Übereinstimmung innerhalb des Samples zwischen beiden Messungen bei 78% lag oder besser ausgedrückt, 78% der beobachteten Varianz gingen auf die Varianz um den wahren Wert zurück. Somit verblieben 22% als Fehlervarianz. Um SEM zu bestimmen, wurde zusätzlich eine 2-Wege ANOVA gerechnet. Auf diesem Wege konnten die gesamte Quadratsumme (SS_{TOTAL}) und der durchschnittliche quadratische Fehler ermittelt werden.

Auf der Grundlage der Formel (5) und Formel (6) (Seite 112) konnten folgende Werte eingesetzt und berechnet werden:

$$(16) SEM = (\sqrt{4,203 / (101 - 1)})\sqrt{(1 - 0,78)} = 0,205 * 0,469 = 0,096 \text{ m/s.}$$

Tabelle 6: Modellparameter der Logistischen Regression für das Kriterium Verlust der Fähigkeit zum Selbstständigen Aufstehen vom Stuhl

	Wald	DF	p-Wert	Adjustiertes OR (Exp(B))	95%-CI für OR	
					Untere	Obere
bedeutende Δv¹	5,45	1	,020	26,89	1,69	426,87
Weibliches Geschlecht²	0,12	1	,734	1,51	0,14	16,55
Alter - chronologisch	3,31	1	,069	0,86	0,73	1,01
Barthel-Index - aufsteigend	2,13	1	,145	0,95	0,89	1,02
Mittelschwere Demenz³	0,84	1	,359	0,27	0,02	4,44
Schwere Demenz³	1,43	1	,231	5,71	0,33	99,00
Kontrollgruppe für QN I.⁴	4,04	1	,044	0,12	0,01	0,95
Depression vorhanden⁵	0,00	1	,995	1,01	0,12	8,31
Modell-Konstanten	4,59	1	,032			

Nagelkerke $R^2 = 0,64$

¹Ref.Kat. = keine/ geringe Δv , ²Ref.Kat. = männliches Geschlecht, ³Ref.Kat. = leichte Demenz, ⁴Ref.Kat = Implementierungsgruppe für QN I., ⁵Ref.Kat. = keine depressive Symptomatik vorhanden; Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit über die Zeit; hier: Cut-off für die Annahme einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit von 0,07 m/s und mehr; QN I = Qualitätsniveau I; OR = Odd Ratio; 95%-CI = 95%iges Konfidenzintervall; SISCO = Gesamtscore aus dem Interview zur Demenzdiagnose anhand des SIDAM

Gegeprüft wurde das Ergebnis durch das Einsetzen des durchschnittlichen quadrierten Fehlers in die Formel (7) $SEM = \sqrt{VMS_E}$ (siehe Seite 112):

$$(17) SEM = \sqrt{0,0092} = 0,096 \text{ m/s.}$$

Ein möglicher MDC_{95} läge bei 0,27 m/s, weil:

$$(18) \text{MDC}_{95} = \text{SEM} * 1,96 * \sqrt{2} = 0,096 \text{ m/s} * 1,96 * \sqrt{2} = 0,266 \text{ m/s}.$$

Damit lag der Standardmessfehler (SEM) als Maß der Genauigkeit, also als Veränderungswert frei von Fehlern, bei 0,096 m/s. Beim Vergleich der beiden Werte (SEM vs. MID) aus beiden Methoden (verteilungsbasiert vs. Kriterium-basiert) fiel ein kleiner Unterschied auf. Der kleinste klinisch bedeutsame Unterschied lag bei 0,07 m/s und damit knapp unterhalb der Schwelle für SEM von ca. 0,10 m/s. D.h., der Wert für den Cut-off von Δv lag innerhalb des messfehlerbehafteten Bereichs. Trotzdem entschied sich der Autor für den Kriterium-basierten Cut-off Wert und verzichtete auf eine Korrektur dieses Wertes durch Anhebung des Schwellenwertes auf 0,1 m/s. Dabei stützte sich der Autor auf eine Publikation von führenden Experten auf dem Feld der Änderungsmessung, die nachweisen konnten, dass die kleinste nachweisbare Änderung („minimal detectable change“) den kleinsten (klinisch) bedeutsamen Unterschied („minimal important difference“) nicht zuverlässig ersetzen kann (Turner et al., 2010). Auch wenn der verteilungsbasierte Wert von 0,1 m/s überraschend klein ausfiel, lag zwischen den Messungen ein Zeitraum von ca. 16 Monaten, der auch nicht durch den ICC_{3,1} auszugleichen war. Eine ausführliche Darstellung hierzu erfolgt in der Diskussion. Das Vertrauen des Autors in den Kriterium-basierten Wert von 0,07 m/s war auch aufgrund des geringen SEM umso größer.

Es ließ sich für die Hypothese 1 festhalten, dass die Null-Hypothese verworfen werden konnte. Auf der Grundlage von Klassifikationskriterien und einer ROC-Analyse konnte ein Cut-off Wert für die bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit über die Zeit gefunden werden. Anhand des Cut-off Wertes von 0,07 m/s wurde das Sample an Pflegeheimbewohner mit Demenz hinreichend genau in Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit (Δv) und Bewohner mit einer geringen Δv getrennt.

Anhand des MID wurde das Sample der 101 Bewohner aufgeteilt in:

- (a) N = 63 Bewohner mit einem Cut-off Wert für $\Delta v \geq 0,07 \text{ m/s}$ (62,4%) - Bewohner, die zu dieser Gruppe zählten, werden nachfolgend als Gruppe der Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit (Δv) bezeichnet - und
- (b) N = 38 Bewohner mit einem Cut-off Wert für $\Delta v < 0,07 \text{ m/s}$ (37,6%) - Bewohner, die eine geringfügige Abnahme bis hin zu einer Zunahme der Gehgeschwindigkeit aufwiesen, werden nachfolgend in der Gruppe der Bewohner mit einer geringen Abnahme oder keiner Abnahme der Gehgeschwindigkeit (Δv) zusammengefasst.

Diese Gruppentrennung bildete die Grundlage für alle weiteren Analysen (Prädiktor-Variable).

3.2 Deskription des Samples

3.2.1 Das Sample zur Baseline

Zunächst wurden die Merkmale der Bewohner zur Baseline differenziert nach Cut-off für Δv bestimmt. Es wurden insbesondere Gruppenunterschiede herausgestellt, die bereits zur Baseline bestanden. Falls bereits zur Baseline die Merkmale zwischen der Gruppe der Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Gruppe der Bewohner mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit ungleich verteilt wären, spräche dies für einen Cut-off, der eine stark eingeschränkte Gültigkeit besäße. Die Deskription des Samples unterteilt sich in die Darstellung der Merkmale,

- (a) die im weiteren Verlauf als Kovariaten oder unabhängige Variablen in den Analyse-Modellen eingesetzt werden,
- (b) die im weiteren Verlauf als Outcomes oder abhängige Variablen in den Analyse-Modellen eingesetzt werden und
- (c) die der reinen Deskription des Samples dienen und somit einen detaillierten Einblick in das Sample bieten.

Die das Sample beschreibenden soziodemographischen Merkmale sollen zuerst beschrieben werden. Die Merkmalsausprägungen für die Gesamtgruppe der teilnehmenden Bewohner und die anhand der Abnahme der Gehgeschwindigkeit getrennten Gruppen sind in Tabelle 7 dargestellt. Aus dieser Tabelle lässt sich ablesen, dass die Bewohner mit einer bedeutenden Δv signifikant häufiger an neuro-psychiatrischen Syndromen litten ($\chi^2(1, 101) = 7,13$; $p = 0,012$). Außerdem wurden in der Gruppe mit bedeutender Δv signifikant häufiger Antidementiva verschrieben ($\chi^2(1, 101) = 9,30$; $p = 0,002$). Es gab Trends, dass die Bewohner mit bedeutender Δv zur Baseline häufiger Kontrakturen an den unteren Extremitäten aufwiesen und häufiger unter Schmerzen litten als die Bewohner mit geringer Δv . In allen anderen Merkmalen (z.B. Multimorbidität, Polymedikation, Sturzereignisse) waren die Gruppen miteinander vergleichbar.

Für die als Kovariaten in den späteren Berechnungsmodellen verwendeten Merkmale der Bewohnerschaft ergaben sich ähnliche Verteilungen. Nur eine Kontrollvariable unterschied sich signifikant zwischen den Gruppen. Der Anteil der depressiven Symptomatik lag bei Bewohnern mit einer bedeutenden Δv bei ca. 50%, wohingegen dieser Anteil bei Bewohnern mit einer geringen Δv ca. 26% betrug ($\chi^2(1, 101) = 5,15$; $p = 0,036$). Der Frauenanteil in der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Δv war etwas größer. Diese Gruppe war gleichzeitig geringfügig älter und hatte einen marginal schlechteren Barthel-Index zu verzeichnen. Ebenfalls gab es in dieser Gruppe etwas mehr Bewohner mit einer schweren Demenz.

Tabelle 7: Merkmale der Bewohner zur Baseline differenziert nach Cut-off für Δv (N=101)

	Gesamt (n = 101)	Bedeutende Abnahme (n = 63; 62,4%)	Geringe Abnahme (n = 38; 37,6%)	p-Wert¹
Teilnahme Implementierung				,152
QN I insgesamt (n,(%))	55 (54,5%)	38 (60,3%)	17 (44,7%)	
Dementia Screening Scale²				,188
Durchschnitt (SD)	8,34 (3,5)	8,68 (3,5)	7,76 (3,3)	
Alter (in Jahren)				,278
Durchschnitt (SD)	84,61 (7,0)	85,20 (6,8)	83,65 (7,3)	
Anteil an Frauen (n, (%))	83 (82,2%)	55 (87,3%)	28 (73,7%)	,109
Beeinträchtigt				,999
Sehvermögen (n, (%))	43 (43,0%)	27 (42,9%)	16 (42,1%)	
Hilfsmittel zur				,999
Fortbewegung (n, (%))	70 (69,3%)	44 (69,8%)	26 (68,4%)	
Hilfsmittel N = 70 (n,(%))³				
... Stock/ Stütze	13 (18,6%)	7 (15,9%)	6 (23,1%)	,540
... Rollator	50 (71,4%)	28 (63,6%)	22 (84,6%)	,180
... Rollstuhl	19 (27,1%)	14 (31,8%)	5 (19,2%)	,276
Barthel-Index (100-Punkte)				,284
Durchschnitt (SD)	54,20 (23,0)	52,29 (23,4)	57,37 (22,3)	
Schmerzen (n, (%))⁴	56 (55,4%)	39 (61,9%)	17 (44,7%)	,103
mind. ein schweres neuropsychiatrisches Syndrom (n, (%))⁵	57 (56,4%)	42 (66,7%)	15 (39,5%)	,012
Multimorbidität (n, (%))⁶	66 (65,3%)	40 (63,5%)	26 (68,4%)	,670
Potentiell inadäquate Medikation (PIM) (n, (%))⁷	12 (11,9%)	9 (14,3%)	3 (7,9%)	,527
Verordnete Medikamente				,536
Durchschnitt (SD)	5,70 (3,2)	5,54 (3,0)	5,97 (3,5)	
Polymedikation (n, (%))⁸	45 (44,6%)	28 (44,4%)	17 (44,7%)	,999

Tabelle 7: Fortsetzung

	Gesamt (n = 101)	Große Änderung (n = 63; 62,4%)	Kleine Änderung (n = 38; 37,6%)	p-Wert¹
Antidementiva (n, (%))	25 (24,8%)	22 (34,9%)	3 (7,9%)	,002
Neuroleptika (n, (%))	47 (46,5%)	29 (46,0%)	18 (47,4%)	,999
Antidepressiva (n, (%))	34 (33,7%)	23 (36,5%)	11 (28,9%)	,517
Body-Mass-Index (BMI)				,944
Durchschnitt (SD)	23,06 (6,8)	23,02 (6,8)	23,13 (6,8)	
Demenzschweregrad (n,(%))⁹				,117
... Leichte Demenz	13 (12,9%)	6 (9,5%)	7 (18,4%)	
... Mittelschwere Demenz	37 (36,6%)	21 (33,3%)	16 (42,1%)	
... Schwere Demenz	51 (50,5%)	36 (57,2%)	15 (39,5%)	
Auftreten depressiver Symptome (n, (%))¹⁰	41 (40,6%)	31 (49,2%)	10 (26,3%)	,036
Auftreten von Apathie (n,(%))¹⁰	39 (38,6%)	25 (39,7%)	14 (36,8%)	,835
Stürze aufgetreten (n,(%))¹¹	51 (50,5%)	32 (50,8%)	19 (50,0%)	,999
Kontraktionen der unteren Extremitäten (n,(%))	6 (7,9%)	6 (9,5%)	0 (0,0%)	,081

¹Vergleich zwischen der Gruppe der Bewohner mit geringer Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v < 0,07\text{m/s}$) und der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07\text{m/s}$) entweder anhand Pearson χ^2 -Test oder bootstrapped T-Tests (zweiseitig) mit 1.000 Samples;

²Summenwert der Dementia Screening Scale; ³Mehrfachnennung bei Fortbewegungsmitteln möglich;

⁴Schmerzen vorhanden in den letzten vier Wochen; ⁵Angaben beziehen sich auf positive Nennungen von vorliegenden Syndromen im Neuropsychiatrischen Inventar; ⁶Multimorbidität bei fünf und mehr Diagnosen; ⁷PIM liegt vor, wenn Medikamente aus der PRISCUS-Liste stehen (Holt et al., 2010);

⁸Polymedikation bei fünf und mehr Medikamenten; ⁹Demenzschwere auf der Grundlage des SIDAM (A. Busse et al., 2002); ¹⁰Feststellung auf der Grundlage des Neuropsychiatrischen Inventars; ¹¹Anzahl der Bewohner mit mind. einem Sturz in den letzten sechs Monaten; SD = Standardabweichung

Die nachfolgende Tabelle 8 gibt einrichtungsbezogene Parameter für das Sample wieder. Es zeigte sich, dass Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit signifikant häufiger in ausgewiesenen Demenzwohnbereichen lebten als Bewohner mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\chi^2(1, 101) = 7,20$; $p = 0,012$). Dennoch war das vorherrschende Prinzip der Einrichtungen die Integration anstelle der Segregation von demenzkranken Bewohnern. Darüber hinaus unterschieden sich die beiden Gruppen nicht.

Tabelle 8: Einrichtungsbezogene Kenngrößen für die Bewohner zur Baseline differenziert nach Cut-off für Δv (N=101)

	Gesamt (n = 101)	Bedeutende Abnahme (n = 63; 62,4%)	Geringe Abnahme (n = 38; 37,6%)	p-Wert¹
Aufenthaltsdauer in Jahren				,562
Durchschnitt (SD)	2,47 (2,3)	2,57 (2,4)	2,31 (2,1)	
Erhalt bewegungsfördernder Maßnahmen² (n, (%))	53 (52,5%)	36 (57,1%)	17 (44,7%)	,304
Demenzwohnbereich³ (n, (%))	29 (28,7%)	24 (38,1%)	5 (13,2%)	,012
geschlossener Wohnbereich mit UB⁴ (n, (%))	20 (19,8%)	14 (22,2%)	6 (15,8%)	,607

¹Vergleich zwischen der Gruppe der Bewohner mit geringfügiger Änderung der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v < 0,07\text{m/s}$) und der Gruppe der Bewohner mit großer Änderung der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07\text{ m/s}$) entweder anhand Pearson χ^2 -Test oder bootstrapped T-Tests (zweiseitig) mit 1.000 Samples; ²Körperliche Aktivierungsmaßnahmen und Maßnahmen zur Förderung der Mobilität waren einrichtungsinterne Angebote und wurden mindestens wöchentlich durchgeführt; ³Wohnbereiche ausschließlich für Menschen mit demenziellen Erkrankungen; Wohnbereiche mit einem Unterbringungsverfahren, die nach den Landesgesetzen zum Schutz psychisch Kranker etabliert wurden und seit dem 1. September 2009 in einem einheitlichen gerichtlichen Verfahren nach §§312 ff FamFG oder §1906 BGB zu genehmigen sind; SD = Standardabweichung; UB = Unterbringungsverfahren; ff = folgend; FamFG = Gesetz über das Verfahren in Familiensachen und in den Angelegenheiten der freiwilligen Gerichtsbarkeit; BGB = Bürgerliches Gesetzbuch

Der Aspekt der Erkrankungen respektive der Multimorbidität soll aufgrund der großen Bedeutung für die Pflegeheimbewohner mit Demenz in einer eigenen Tabelle behandelt werden. Wie der Tabelle 9 zu entnehmen ist, wiesen weit über 60% des Gesamtsamples eine Multimorbidität auf. Multimorbidität wurde als das Vorliegen von mindestens fünf gleichzeitig auftretenden Erkrankungen mit Diagnose nach ICD-10 definiert. Die Diagnosen fanden sich in der Pflegedokumentation der einzelnen Bewohner. Diagnosen wurden i.d.R. durch einen Facharzt eingetragen. Im Durchschnitt fanden sich bei den Bewohner zur Baseline 6,3 Diagnosen (SD = 3,4). Die Gruppen unterschieden sich nicht in der Anzahl der Diagnosen.

Die häufigsten in der Pflegedokumentation zu findenden Diagnosen waren Bluthochdruck (50,5%) und eine nicht näher bezeichnete Demenz (49,5%). Generell fand sich bei 76,2% der Bewohner des Samples eine Demenzdiagnose in der Pflegedokumentation.

Tabelle 9: Erkrankungen nach ICD-10 zur Baseline

Erkrankungen in Häufigkeiten und Prozent (n,(%)) ¹	Gesamt (n = 101)	Bedeutende Abnahme (n = 63; 62,4%)	Geringe Abnahme (n = 38; 37,6%)	p-Wert ²
ICD-10 Diagnosen				,570
Durchschnitt (SD)	6,25 (3,4)	6,10 (3,2)	6,50 (3,7)	
Demenzen	76 (75,2%)	50 (79,4%)	26 (68,4%)	,217
davon ...				
... Alzheimer Demenz	15 (14,9%)	10 (15,9%)	5 (13,2%)	,710
... vaskuläre Demenz	9 (8,9%)	6 (9,5%)	3 (7,9%)	,781
... Demenz (n.n.bez.)	50 (49,5%)	33 (52,4%)	17 (44,7%)	,457
...organische Ursache	6 (5,9%)	3 (4,8%)	3 (7,9%)	,519
Muskel-Skelett Erkrankungen³	35 (34,7%)	24 (38,1%)	11 (28,9%)	,349
Infektionen⁴	4 (4,0%)	2 (3,2%)	2 (5,3%)	,602
Bösartige Neubildungen⁵	9 (8,9%)	7 (11,1%)	2 (5,3%)	,318
Bluterkrankungen⁶	8 (7,9%)	3 (4,8%)	5 (13,2%)	,130
Endokrine Erkrankungen⁷	8 (7,9%)	2 (3,2%)	6 (15,8%)	,023
Stoffwechselerkrankungen Diabetes⁸	23 (22,8%)	16 (25,4%)	7 (18,4%)	,418
26 (25,7%)	11 (17,5%)	15 (39,5%)	,014	
Morbus Parkinson	8 (7,9%)	6 (9,5%)	2 (5,3%)	,442
Erkrankungen der Augen	7 (6,9%)	5 (7,9%)	2 (5,3%)	,608
Erkrankungen der Ohren	4 (4,0%)	2 (3,2%)	2 (5,3%)	,602
Hypertonie	51 (50,5%)	30 (47,6%)	21 (55,3%)	,457
Erkrankungen des Herzen und der Herzkranzgefäße⁹	18 (17,8%)	12 (19,0%)	6 (15,8%)	,679
Kardio-pulmonale Erkrankungen¹⁰	28 (27,7%)	16 (25,4%)	12 (31,6%)	,501
Erkrankungen der Blutgefäße¹¹	14 (13,9%)	9 (14,3%)	5 (13,2%)	,874
Erkrankung des Verdauungs- apparates¹²	28 (27,7%)	15 (23,8%)	13 (34,2%)	,258
Akute Verletzungen¹³	19 (18,8%)	11 (17,5%)	8 (21,1%)	,654

Tabelle 9: Fortsetzung

Erkrankungen in Häufigkeiten und Prozent (n,(%)) ¹	Gesamt (n = 101)	Bedeutende Abnahme (n = 63; 62,4%)	Geringe Abnahme (n = 38; 37,6%)	p-Wert ²
Erkrankungen des schizophrenen Formenkreis	8 (7,9%)	4 (6,3%)	4 (10,5%)	,451
Depressive Störungen	15 (14,9%)	9 (14,3%)	6 (15,8%)	,837
Organische psychische Störungen ¹⁴	13 (12,9%)	9 (14,3%)	4 (10,5%)	,585
Dauerhafte Implantate ¹⁵	12 (11,9%)	6 (9,5%)	6 (15,8%)	,346
Zerebro-vaskuläre Erkrankungen ¹⁶	16 (15,8%)	11 (17,5%)	5 (13,2%)	,566
Erkrankungen des Nervensystems ¹⁷	25 (24,8%)	16 (25,4%)	9 (23,7%)	,847

¹Quelle der ICD-10 Diagnosen waren die Pflegedokumentationen auf den Stationen. Erkrankungen sind störungsspezifisch subsummiert worden. In der Tabelle sind nur die Erkrankungen aufgeführt, die in vier und mehr Fällen im Sample vorkamen. ²Vergleich zwischen der Gruppe der Bewohner mit geringer Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v < 0,07 \text{ m/s}$) und der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07 \text{ m/s}$) entweder anhand Pearson χ^2 -Test oder bootstrapped T-Tests (zweiseitig) mit 1.000 Samples; ³inklusive Bindegewebe (z.B. Arthrose); ⁴inklusive Viren und parasitäre Erkrankungen; ⁵inklusive Melanome, Karzinome; ⁶inklusive Anämien, Gerinnungsstörungen und Immunerkrankungen; ⁷insbesondere Schilddrüsenfunktionsstörungen; ⁸Diabetes Typ I, Typ II und Störungen der Blutglukose-Regulation; ⁹inklusive Myokardinfarkt, Koronare Atherosklerose, Endokarditis, Myokarditis, Insuffizienz und Tachykardie; ¹⁰inklusive Embolien und Erkrankungen der Lungengefäße; ¹¹inklusive Atherosklerose, Aneurysmen, Embolien und Thrombosen; ¹²inklusive Erkrankungen des Magen, Darm, der Leber und Galle; ¹³betrifft Verletzungen am ganzen Körper (z.B. Frakturen); ¹⁴Störungen aufgrund Schädigung oder Funktionsstörung des Gehirns bzw. einer körperlichen Erkrankung; ¹⁵Maßnahmen und Versorgung von künstlichen Ausgängen (Katheter, Stoma) und kardialen Geräten und Infusionspumpen; ¹⁶inklusive Hirninfarkt, Ischämien und Stenosen ; ¹⁷inklusive Meningitis, Systematrophien, Neuropathien und Myopathien.

Zwischen den Gruppen waren die Erkrankungsbilder in etwa gleich verteilt bis auf endokrine Erkrankungen und Diabetes mellitus. Beide Erkrankungen lagen häufiger bei Bewohnern vor, die eine geringe Abnahme der Gehgeschwindigkeit aufwiesen; endokrine Erkrankungen: $\chi^2(1, 101) = 5,17$; $p = 0,023$ und Diabetes mellitus: $\chi^2(1, 101) = 6,01$; $p = 0,014$.

3.2.2 Das Sample zum Follow-up

Die Zeitspanne zwischen BL- und FU-Untersuchung betrug im Durchschnitt knapp 457 Tage (SD = 33,5 Tage). Für Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit war die Zeitspanne geringfügig länger und betrug im Durchschnitt 461 Tage verglichen mit ca. 450 Tagen für Bewohner mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit. Die Differenz der Zeitspannen war statistisch nicht signifikant ($t(99) = 1,70$; $p = 0,110$).

Die Gruppen unterschieden sich zum FU bezüglich folgender Merkmale signifikant voneinander: Beeinträchtigung des Sehvermögens, Nutzung von Hilfsmitteln, Grad der Selbstständigkeit, Demenzprogression und Kontrakturen in den unteren Extremitäten. Diese signifikanten Unterschiede ergaben sich sämtlich im Verlauf und waren zur Baseline nicht sichtbar (siehe Tabelle 10). In der Gruppe der Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit gab es deutlich mehr Bewohner mit einem beeinträchtigten Sehvermögen als in der Gruppe mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit (63,5% vs. 42,1%; $\chi^2(1, 101) = 4,24$; $p = 0,040$). Bei der Nutzung von Hilfsmitteln zur Fortbewegung mussten mehr Bewohner mit einer bedeutenden Δv auf einen Rollstuhl zurückgreifen als Bewohner mit einer geringen Δv ($\chi^2(1, 101) = 7,57$; $p = 0,006$). Dafür befanden sich im Inventar der letztgenannten Bewohnern deutlich häufiger Rollatoren zur Fortbewegung als bei Bewohnern mit bedeutender Δv ($\chi^2(1, 101) = 7,88$; $p = 0,005$). Ebenfalls mussten Bewohner mit einer bedeutenden Δv größere Einbußen bzgl. der Selbstständigkeit hinnehmen. Der Barthel-Index verringerte sich in dieser Gruppe um knapp 25 Punkte. Dagegen blieb der Barthel-Index in der Gruppe der Bewohner mit geringer Δv zum FU nahezu unverändert. Der durchschnittliche Barthel-Index zum FU unterschied sich deutlich zwischen den Gruppen ($t(99) = -4,99$; $p = 0,001$). Für die Gruppe der Bewohner mit bedeutender Δv wurde die Progression der Demenz im Beobachtungszeitraum sehr deutlich. Der Anteil der Bewohner mit einer schweren Demenz stieg, wohingegen sich der Anteil der Bewohner mit leichter und mittelschwerer Demenz reduzierte. Die Demenzprogression war in der Gruppe der Bewohner mit geringer Δv weitaus weniger deutlich. Somit ergaben sich im Gruppenvergleich signifikante Unterschiede bezüglich der Einteilung der Bewohner nach Demenzschwere ($\chi^2(3, 101) = 12,61$; $p = 0,006$). Ebenfalls erhöhte sich zum FU die Anzahl der Bewohner mit Kontrakturen der unteren Extremitäten deutlicher in der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Δv als in der Gruppe mit geringer Δv ($\chi^2(1, 101) = 5,21$; $p = 0,022$).

Die signifikanten Unterschiede zur BL zwischen den Gruppen bzgl. des Vorliegens mindestens eines schweren neuropsychiatrischen Syndroms, der Verschreibung von Antidementiva und der Häufigkeit depressiver Symptomatik fanden sich zum FU nicht mehr. Das lag vor allem daran, dass sich der Anteil der Bewohner mit mindestens einem schweren neuropsychiatrischen Syndroms sowie der Anteil der Bewohner mit depressiver Symptomatik in der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Δv deutlicher verringerte als in der Gruppe der Bewohner mit geringer Δv . Zusätzlich bekamen mehr Bewohner der Gruppe mit geringer Δv zum FU Antidementiva verschrieben.

Tabelle 10: Merkmale der Bewohner zum Follow-up differenziert nach Cut-off für Δv (N=101)

	Gesamt (n = 101)	Bedeutende Abnahme (n = 63; 62,4%)	Geringe Abnahme (n = 38; 37,6%)	p-Wert¹
Zeitspanne zwischen BL und FU (in Tagen)				,110
Durchschnitt (SD)	456,8 (33,5)	461,2 (30,6)	449,6 (37,2)	
Dementia Screening Scale²				,213
Durchschnitt (SD)	8,33 (4,1)	8,66 (3,6)	7,76 (3,3)	
Beeinträchtigt				,040
Sehvermögen (n, (%))	56 (55,4%)	40 (63,5%)	16 (42,1%)	
Hilfsmittel zur Fortbewegung (n, (%))	77 (76,2%)	51 (81,0%)	26 (68,4%)	,142
Hilfsmittel N = 77 (n,(%))³				
... Stock/ Stütze	8 (10,4%)	5 (9,8%)	3 (11,5%)	,743
... Rollator	45 (58,4%)	24 (47,1%)	21 (80,8%)	,005
... Rollstuhl	43 (55,8%)	35 (68,6%)	8 (30,8%)	,006
Barthel-Index (100-Punkte)				,001
Durchschnitt (SD)	38,35 (29,3)	27,92 (27,2)	55,25 (24,6)	
Schmerzen (n, (%))⁴	58 (57,4%)	41 (65,1%)	17 (44,7%)	,110
mind. ein schweres neuropsychiatrisches Syndrom (n, (%))⁵	43 (42,6%)	31 (49,2%)	12 (31,6%)	,083
Multimorbidität (n, (%))⁶	70 (69,3%)	44 (69,8%)	26 (68,4%)	,827
Potentiell inadäquate Medikation (PIM) (n, (%))⁷	9 (8,9%)	8 (12,7%)	1 (2,6%)	,081
Verordnete Medikamente				,142
Durchschnitt (SD)	5,91 (3,0)	5,56 (2,7)	6,47 (3,4)	
Polymedikation (n, (%))⁸	53 (52,5%)	30 (47,6%)	23 (60,5%)	,182
Antidementiva (n, (%))	26 (25,7%)	19 (30,2%)	7 (18,4%)	,176
Neuroleptika (n, (%))	50 (49,5%)	27 (42,9%)	23 (60,5%)	,071
Antidepressiva (n, (%))	25 (24,8%)	14 (22,2%)	11 (28,9%)	,475

Tabelle 10: Fortsetzung

	Gesamt (n = 101)	Bedeutende Abnahme (n = 63; 62,4%)	Geringe Abnahme (n = 38; 37,6%)	p-Wert ¹
Body-Mass-Index (BMI)				,558
Durchschnitt (SD)	24,59 (3,7)	24,41 (3,6)	24,88 (3,8)	
Demenzschweregrad (n,(%))⁹				,006
... Leichte Demenz	10 (9,9%)	2 (3,2%)	8 (21,1%)	
... Mittelschwere Demenz	31 (30,7%)	18 (28,6%)	13 (34,2%)	
... Schwere Demenz	60 (59,4%)	43 (68,2%)	17 (44,7%)	
Auftreten depressiver Symptome (n, (%))¹⁰				,114
Auftreten von Apathie (n,(%)) ¹⁰	36 (35,6%)	26 (41,3%)	10 (26,3%)	
Stürze aufgetreten (n,(%))¹¹				,179
Kontrakturen der unteren Extremitäten (n,(%))				,519
Erhalt bewegungsfördernder Maßnahmen (n, (%))¹²				,022
	12 (11,9%)	11 (17,5%)	1 (2,6%)	
	59 (57,4%)	39 (61,9%)	19 (50,0%)	,241

¹Vergleich zwischen der Gruppe der Bewohner mit geringer Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v < 0,07\text{m/s}$) und der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07\text{m/s}$) entweder anhand Pearson χ^2 -Test oder bootstrapped T-Tests (zweiseitig) mit 1.000 Samples; ²Summenwert der Dementia Screening Scale; ³Mehrfachnennung bei Fortbewegungsmitteln möglich; ⁴Schmerzen vorhanden in den letzten vier Wochen; ⁵Angaben beziehen sich auf positive Nennungen von vorliegenden Syndromen im Neuropsychiatrischen Inventar; ⁶Multimorbidität bei fünf und mehr Diagnosen; ⁷PIM liegt vor, wenn Medikamente aus der PRISCUS-Liste verordnet wurden (Holt et al., 2010); ⁸Polymedikation bei fünf und mehr Medikamenten; ⁹Demenzschwere auf der Grundlage des SIDAM (A. Busse et al., 2002); ¹⁰Feststellung auf der Grundlage des Neuropsychiatrischen Inventars; ¹¹Anzahl der Bewohner mit mind. einem Sturz in den letzten 6 Monaten; ¹²Körperliche Aktivierungsmaßnahmen und Maßnahmen zur Förderung der Mobilität waren einrichtungsinterne Angebote und wurden mindestens wöchentlich durchgeführt; SD = Standardabweichung;

Bezogen auf die Diagnosen in der Pflegedokumentation zeichnete sich zum FU folgendes Bild. Die Anzahl der durchschnittlich pro Bewohner dokumentierten Diagnosen nach ICD-10 erhöhte sich leicht von 6,25 zur BL auf 6,85 zum FU. Es gab keinen Unterschied der durchschnittlich pro Bewohner dokumentierten Diagnosen zwischen den Gruppen (siehe Tabelle 11). Zu beiden Messzeitpunkten unterschieden sich die Gruppen bezüglich der Dokumentation von Diabetes mellitus. Es fanden sich weitaus mehr Fälle dokumentierter Diabetes-Erkrankungen bei den Bewohnern mit geringer Δv . Zum FU fiel das Chi-Quadrat für

den Gruppenunterschied sogar noch etwas größer aus: $\chi^2(1, 101) = 7,09$; $p = 0,008$. Zum FU fanden sich weiterhin signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bzgl. der Dokumentation von Erkrankungen des Blutes. Diese wurden häufiger in der Gruppe mit geringer Δv dokumentiert ($\chi^2(1, 101) = 4,03$; $p = 0,045$). Dieser Unterschied wurde augenfällig, weil sich der Anteil der Bewohner mit einer Dokumentation in der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Δv stärker verringerte als in der Gruppe mit einer geringen Δv . Außerdem fanden sich zum FU signifikant mehr dokumentierte Stoffwechselstörungen in den Pflegedokumentation von Bewohnern mit einer bedeutenden Δv ($\chi^2(1, 101) = 5,05$; $p = 0,025$). Der Unterschied zwischen den Gruppen beruhte auf einer Zunahme der Dokumentationen von Stoffwechselstörungen in der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Δv bei einer gleichzeitigen Abnahme der Dokumentationen von Stoffwechselstörungen in der Gruppe der Bewohner mit einer geringen Δv . Der zur BL bestehende Unterschied in der Dokumentation endokriner Erkrankungen zwischen den Gruppen fand sich zum FU nicht mehr.

In Tabelle 11 sind im Gegensatz zur Tabelle 9 weitere Erkrankungsbilder aufgeführt (fortlaufend bezeichnete Erkrankungen ab Adipositas). Das liegt daran, dass diese Erkrankungen oder Syndrome zum FU bei vier und mehr Bewohnern vorlagen. Erkrankungen, die im Sample seltener als viermal auftraten, sind in den Tabellen 9 und 11 nicht enthalten.

Tabelle 11: Erkrankungen nach ICD-10 aus der Pflegedokumentation zum Follow-up

Erkrankungen in Häufigkeiten und Prozent (n,(%)) ¹	Gesamt (n = 101)	Bedeutende Abnahme (n = 63; 62,4%)	Geringe Abnahme (n = 38; 37,6%)	p-Wert ²
ICD10 Diagnosen				,872
Durchschnitt (SD)	6,85 (3,7)	6,90 (3,8)	6,76 (3,6)	
Demenzen	82 (81,2%)	53 (84,1%)	29 (76,3%)	,331
davon ...				
... Alzheimer Demenz	14 (13,9%)	8 (12,7%)	6 (15,8%)	,663
... vaskuläre Demenz	12 (11,9%)	10 (15,9%)	2 (5,3%)	,110
... Demenz (n.n.bez.)	57 (56,4%)	35 (55,6%)	22 (57,9%)	,818
... organische Ursache	11 (10,9%)	6 (9,5%)	5 (13,2%)	,570
Muskel-Skelett				,855
Erkrankungen ³	33 (32,7%)	21 (33,3%)	12 (31,6%)	
Infektionen⁴	5 (5,0%)	3 (4,8%)	2 (5,3%)	,910
Bösartige Neubildungen⁵	6 (5,9%)	3 (4,8%)	3 (7,9)	,519
Bluterkrankungen⁶	5 (5,0%)	1 (1,6)	4 (10,5%)	,045
Endokrine Erkrankungen⁷	8 (7,9%)	5 (7,9%)	3 (7,9%)	,994
Stoffwechselerkrankungen	26 (25,7%)	21 (33,3%)	5 (13,2%)	,025
Diabetes⁸	25 (24,8%)	10 (15,9%)	15 (39,5%)	,008
Morbus Parkinson	9 (8,9%)	7 (11,1%)	2 (5,3%)	,318
Erkrankungen der Augen	9 (8,9%)	5 (7,9%)	4 (10,5%)	,658
Erkrankungen der Ohren	5 (5,0%)	2 (3,2%)	3 (7,9%)	,289
Hypertonie	54 (53,5%)	32 (50,8%)	22 (57,9%)	,488
Erkrankungen des Herzen und der Herzkranzgefäße⁹	15 (14,9%)	10 (15,9%)	5 (13,2%)	,710
Kardio-pulmonale Erkrankungen¹⁰	27 (26,7%)	16 (25,4%)	11 (28,9%)	,696
Erkrankungen der Blutgefäße¹¹	18 (17,8%)	12 (19,0%)	6 (15,8%)	,679
Erkrankung des Verdauungs- apparates¹²	29 (28,7%)	18 (28,6%)	11 (28,9%)	,968
Akute Verletzungen¹³	26 (25,7%)	17 (27,0%)	9 (23,7%)	,713

Tabelle 11: Fortsetzung

Erkrankungen in Häufigkeiten und Prozent (n,(%)) ¹	Gesamt (n = 101)	Bedeutende Abnahme (n = 63; 62,4%)	Geringe Abnahme (n = 38; 37,6%)	p-Wert ²
Erkrankungen des schizophrenen Formenkreis	7 (6,9%)	4 (6,3%)	3 (7,9%)	,767
Depressive Störungen	17 (16,8%)	10 (15,9%)	7 (18,4%)	,740
Organische psychische Störungen ¹⁴	18 (17,8%)	12 (19,0%)	6 (15,8%)	,679
Dauerhafte Implantate ¹⁵	19 (18,8%)	11 (17,5%)	8 (21,1%)	,654
Zerebro-vaskuläre Erkrankungen ¹⁶	12 (11,9%)	10 (15,9%)	2 (5,3%)	,110
Erkrankungen des Nervensystems ¹⁷	24 (23,8%)	16 (25,4%)	8 (21,1%)	,619
Adipositas	4 (4,0%)	3 (4,8%)	1 (2,6%)	,595
Erkrankungen der Atmungsorgane ¹⁸	4 (4,0%)	1 (1,6%)	3 (7,9%)	,115
Erkrankungen der Haut	5 (5,0%)	4 (6,3%)	1 (2,6%)	,404
Körperliche Symptome ohne somatische Ursachen ¹⁹	4 (4,0%)	2 (3,2%)	2 (5,3%)	,602
Funktionelle und Kognitive Einschränkungen ²⁰	7 (6,9%)	6 (9,5%)	1 (2,6%)	,186

¹Quelle der ICD-10 Diagnosen waren die Pflegedokumentationen auf den Stationen. Erkrankungen sind störungsspezifisch subsummiert worden. In der Tabelle sind nur die Erkrankungen aufgeführt, die in vier und mehr Fällen im Sample vorkamen. ²Vergleich zwischen der Gruppe der Bewohner mit geringer Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v < 0,07 \text{ m/s}$) und der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07 \text{ m/s}$) entweder anhand Pearson χ^2 -Test oder bootstrapped T-Tests (zweiseitig) mit 1.000 Samples; ³inklusive Bindegewebe (z.B. Arthrose); ⁴inklusive Viren und parasitäre Erkrankungen; ⁵inklusive Melanome, Karzinome; ⁶inklusive Anämien, Gerinnungsstörungen und Immunerkrankungen; ⁷insbesondere Schilddrüsenfunktionsstörungen; ⁸Diabetes Typ I, Typ II und Störungen der Blutglukose-Regulation; ⁹inklusive Myokardinfarkt, Koronare Atherosklerose, Endokarditis, Myokarditis, Insuffizienz und Tachykardie; ¹⁰inklusive Embolien und Erkrankungen der Lungengefäße; ¹¹inklusive Atherosklerose, Aneurysmen, Embolien und Thrombosen; ¹²inklusive Erkrankungen des Magen, Darm, der Leber und Galle; ¹³betrifft Verletzungen am ganzen Körper (z.B. Frakturen); ¹⁴Störungen aufgrund Schädigung oder Funktionsstörung des Gehirns bzw. einer körperlichen Erkrankung; ¹⁵Maßnahmen und Versorgung von künstlichen Ausgängen (z.B. Stoma), kardialer Geräte und Infusionspumpen; ¹⁶inklusive Hirninfarkt, Ischämien und Stenosen; ¹⁷inklusive Meningitis, Systematrophien, Neuropathien und Myopathien; ¹⁸Erkrankungen der Lunge, Bronchien (wie Emphysem und Asthma); ¹⁹eindeutige Symptomatik vorhanden ohne körperliche Ursachen; ²⁰Diagnosen, welche die Einschränkungen der selbstständigen Lebensführung anzeigen (z.B. anhand Barthel-Index).

3.2.3 Die Motorische Leistungsfähigkeit im Verlauf

In Tabelle 12 sind die Leistungen des Samples dargestellt, die in der motorischen Testbatterie zur Baseline-Untersuchung erzielt wurden. Die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit der Bewohner lag zur BL bei 0,51 m/s (SD = 0,24). Der Median für die habituelle Gehgeschwindigkeit lag bei 0,49 m/s. Die maximal von einem Bewohner mit Demenz erreichte Geschwindigkeit lag bei 1,15 m/s; die geringste gemessene Geschwindigkeit bei 0,10 m/s. Die Gruppe mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit unterschied sich in der habituellen Gehgeschwindigkeit zur BL nicht von der Gruppe mit geringer Abnahme ($t(99) = 0,08$; $p = 0,935$). Ebenso wenig unterschieden sich die beiden Gruppen hinsichtlich des durchschnittlichen Summenwertes im Motor Performance Test. Für den MPT ließen sich theoretisch 0 bis maximal 14 Punkte erzielen. Die durchschnittlich von den Bewohnern erzielte Punktzahl lag bei 5,6 (SD = 3,8) Punkten. Die meisten Bewohner waren nicht in der Lage, die Testaufgaben Einbeinstand mit offenen Augen und Aufsteigen auf eine Treppenstufe mit einer Höhe von ca. 20 cm zu bewältigen. Dafür konnten alle Bewohner die Testaufgabe des Einmaligen Aufstehens vom Stuhl ausführen. Dies fiel zwar 50% des Gesamtsamples sehr schwer und dies umso häufiger, wenn die Bewohner gleichzeitig der Gruppe mit einer bedeutenden Δv angehörten (54,0% vs. 44,7%), aber einen bedeutsamen Unterschied bei der Testaufgabe gab es zwischen den Gruppen nicht ($\chi^2(1, 101) = 4,11$; $p = 0,250$). Dies lag wohl auch daran, dass die Bewohner mit einer bedeutenden Δv zu einem größeren Anteil der Gruppe angehörten, welche die Testaufgabe in weniger als 2 Sekunden ohne Armeinsatz durchführen konnte (30,2% vs. 23,7%).

Ein ähnliches Bild ergab sich für die Anzahl an Wiederholungen im Sitz-Steh Test. Die Bewohner konnten durchschnittlich 2,13 Wiederholungen innerhalb von 30 Sekunden durchführen, wobei es keinen Unterschied zwischen den Gruppen gab ($t(99) = 0,53$; $p = 0,958$). Der Median lag allerdings bei null Wiederholungen. Insgesamt konnten 63 Bewohner (62,4%) keine einzige Wiederholung innerhalb des Zeitlimits bewältigen, da ein Armeinsatz nicht erlaubt war. Ebenfalls war es nicht allen Bewohnern des Samples möglich, den Sit-and-Reach Test auf dem Stuhl durchzuführen. 39 Bewohner (38,6%) konnten diese Aufgabe nicht bewältigen. Davon gehörten 27 Bewohner (42,9%) der Gruppe mit einer bedeutenden Δv und 12 Bewohner (31,6%) der Gruppe mit einer geringen Δv an. Der Unterschied war nicht signifikant ($\chi^2(1, 101) = 1,27$; $p = 0,259$). Die Dehnfähigkeit der rechten und linken Oberschenkelrückseiten des Samples war in etwa vergleichbar und betrug für das rechte Bein durchschnittlich 17,9 cm (SD = 13,2 cm) und für das linke Bein durchschnittlich 18,9 cm (SD = 13,9 cm). Allerdings war die Dehnfähigkeit der Gruppe mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit besser als die Dehnfähigkeit der Gruppe mit geringer Abnahme. Für die Dehnfähigkeit der linken Oberschenkelrückseite ergab sich sogar ein statistisch signifikanter Unterschied ($t(60) = -2,04$; $p = 0,042$). Ein signifikanter Unterschied für die Dehnfähigkeit der rechten Oberschenkelrückseite wurde knapp verfehlt.

Tabelle 12: Leistungen der Bewohner in der motorischen Testung zur Baseline differenziert nach Cut-off für Δv (N=101)

	Gesamt (n = 101)	Bedeutende Abnahme (n = 63; 62,4%)	Geringe Abnahme (n = 38; 37,6%)	p-Wert¹
Gehgeschwindigkeit in m/s				,935
Durchschnitt (SD)	0,51 (0,2)	0,51 (0,3)	0,50 (0,2)	
Motorische Testbatterie - MPT-Summscore²				,754
Durchschnitt (SD)	5,58 (3,8)	5,49 (4,1)	5,74 (3,2)	
Einmaliges Aufstehen vom Stuhl (n,(%))³				,250
... ≥ 2 sec mit Armeinsatz	51 (50,5%)	34 (54,0%)	17 (44,7%)	
... < 2 sec mit Armeinsatz	9 (8,9%)	5 (7,9%)	4 (10,5%)	
... ≥ 2 sec ohne Armeinsatz	13 (12,9%)	5 (7,9%)	8 (21,1%)	
... < 2 sec ohne Armeinsatz	28 (27,7%)	19 (30,2%)	9 (23,7%)	
Sitz-Steh Test⁴ (Anzahl kompletter Wiederholungen)				,958
Durchschnitt (SD)	2,13 (3,4)	2,14 (3,5)	2,11 (3,4)	
Sit-and-Reach Test⁵				
Rechtes Bein in cm⁶				,085
Durchschnitt (SD)	17,89 (13,2)	15,50 (13,4)	21,34 (12,3)	
Linkes Bein in cm⁶				,042
Durchschnitt (SD)	18,89 (13,9)	15,94 (13,1)	23,12 (14,2)	

¹Vergleich zwischen der Gruppe der Bewohner mit geringer Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v < 0,07$ m/s) und der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07$ m/s) entweder anhand Pearson χ^2 -Test oder bootstrapped T-Tests (zweiseitig) mit 1.000 Samples; ²MPT-Summscore setzte sich zusammen aus den Einzelpunkten der sechs Testaufgaben: einmaliges Aufstehen vom Stuhl, Drehung um 180°, Tandemgang, Einbeinstand mit offenen Augen, Aufsteigen auf eine Stufe und habituelle Gehgeschwindigkeit; ³Kein Bewohner fiel in die Kategorie: „ die Ausführung war physisch nicht möglich oder zum Zeitpunkt der Testsituation kognitiv nicht umsetzbar“ (0 Punkte); ⁴Sitz-Steh Test bezog sich auf die Anzahl vollständiger Wiederholungen innerhalb von 30 Sekunden. Der Armeinsatz war nicht erlaubt; ⁵Gemessen wurde der Abstand zwischen Finger- und Zehenspitze des ausgestreckten Beines als Durchschnittswert aus zwei Versuchen. Wurde die Zehenspitze mit der Fingerspitze berührt, galt ein Abstand von null cm; ⁶Werte ergaben sich auf der Grundlage von N = 62 Bewohnern. SD = Standardabweichung, MPT = Motor Performance Test, cm = Zentimeter

Zur Follow-Up-Untersuchung war es den Bewohnern in vielen Fällen gar nicht mehr möglich, die motorische Testbatterie zur Gänze durchzuführen. Das betraf insbesondere den Sit-and-

Reach Test (>60%), den Einbeinstand mit offenen Augen, das Aufsteigen auf eine Treppenstufe, den Tandemgang (jeweils über 80%) sowie den Sitz-Steh Test. Die letztgenannte Testaufgabe führte letztlich zur Differenzierung des Samples, wie sie in dieser Arbeit vorliegt. Es wurde dennoch darauf geachtet, dass von allen Bewohnern, die habituelle Gehgeschwindigkeit und der Sitz-Steh Test unter Zeitdruck gemessen wurde (siehe hierzu Tabelle 13).

Die Gehgeschwindigkeit zum FU lag im Durchschnitt bei 0,36 m/s (SD = 0,30); der Median bei 0,33 m/s. Logischerweise war die Gehgeschwindigkeit der Bewohner mit einer bedeutenden Δv hochsignifikant geringer als die Gehgeschwindigkeit der Bewohner mit einer geringen Δv ($t(99) = -6,94$; $p < 0,001$). Auch der durchschnittliche Gesamtwert des MPT war in der Gruppe mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit geringer als in der Gruppe mit einer geringen Abnahme ($t(99) = -4,29$; $p = 0,002$). Der Sitz-Steh-Test unter Zeitdruck von 30 Sekunden war durch die strikte Anweisung, die Hände während der Bewegungsausführung über der Brust gekreuzt zu halten, für die Bewohner besonders schwer. Obwohl dieser Test nur von den Bewohnern durchgeführt wurde, die auch den Sitz-Steh-Test ohne Hilfsmittel und Hilfsperson bewältigen konnten, lag der Median bei 0 und der Mittelwert bei 1,1 Wiederholungen. Bei diesem Test schnitt die Gruppe mit geringer Δv gegenüber der Gruppe mit bedeutenden Δv deutlich besser ab ($t(99) = -2,18$; $p = 0,045$).

Tabelle 13: Leistungen der Bewohner in der motorischen Testung zum Follow-up differenziert nach Cut-off für Δv (N=101)

	Gesamt (n = 101)	Bedeutende Abnahme (n = 63; 62,4%)	Geringe Abnahme (n = 38; 37,6%)	p-Wert ¹
Gehgeschwindigkeit in m/s				<,001
Durchschnitt (SD)	0,36 (0,30)	0,23 (0,25)	0,58 (0,23)	
Motorische Testbatterie -				,002
MPT-Summenscore²				
Durchschnitt (SD)	3,32 (3,6)	2,21 (3,38)	5,16 (3,30)	
Sitz-Steh Test³ (Anzahl kompletter Wiederholungen)				,045
Durchschnitt (SD)	1,10 (2,33)	0,71 (2,12)	1,74 (2,55)	

¹Vergleich zwischen der Gruppe der Bewohner mit geringer Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v < 0,07$ m/s) und der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07$ m/s) entweder anhand Pearson χ^2 -Test oder bootstrapped T-Tests (zweiseitig) mit 1.000 Samples; ²MPT-Summenscore setzte sich zusammen aus den Einzelpunkten der sechs Testaufgaben: einmaliges Aufstehen vom Stuhl, Drehung um 180°, Tandemgang, Einbeinstand mit offenen Augen, Aufsteigen auf eine Stufe und habituelle Gehgeschwindigkeit; ³Sitz-Steh Test bezog sich auf die Anzahl vollständiger Wiederholungen innerhalb von 30 Sekunden. Der Armeinsatz war nicht erlaubt. MPT = Motor Performance Test, cm = Zentimeter

3.2.4 Die Zielmerkmale im Verlauf

Das Kapitel abschließend sind in Tabelle 14 die Zielmerkmale getrennt nach BL- und FU-Untersuchung dargestellt. Hier ergaben sich bei der Unterscheidung der Gruppen anhand Δv bereits signifikante Unterschiede zur Baseline für die Summenwerte im Mini-Mental State-Test (MMST) und dem SISCO-Score (SIDAM-Gesamtwert). So zeigten die Bewohner mit einer bedeutenden Δv zur BL einen Durchschnittswert im MMST von 8,9 Punkten (SD = 7,5 Punkte). Bewohner mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit erreichten durchschnittlich 13,3 Punkte (SD = 8,6 Punkte). Kleinere Summenwerte standen für größere kognitive Einschränkungen. Demzufolge schnitt die Gruppe der Bewohner mit geringer Δv in den kognitiven Tests zur BL signifikant besser ab. Die durchschnittliche Differenz zwischen den Gruppen betrug für den MMST 4,5 Punkte bezogen auf den T-Test mit Bootstrapping mit $N = 1.000$ Samples ($t(99) = -2,61$; $p = 0,029$).

Außerdem hatten die Bewohner mit bedeutender Δv einen größeren Summenwert im Neuropsychiatrischen Inventar (NPI), wobei ein höherer Wert für eine größere Symptomlast und/oder -schwere der nicht-kognitiven Symptomatik steht. Der NPI-Summenwert in der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Δv lag bei ca. 18 Punkten (SD = 20,1) verglichen mit dem Summenwert von ca. 9,8 Punkten (SD = 15,9) bei der Gruppe mit geringer Δv . Damit betrug die durchschnittliche Differenz 8,2 Punkte ($t(99) = 2,08$; $p = 0,033$). Keine Unterschiede zwischen den Gruppen gab es hinsichtlich der durchschnittlichen Summenwerte im RMI und im QUALID.

Die Gruppenunterschiede wurden zur FU-Untersuchung deutlicher. Nicht nur, dass sich zum FU die bereits deutlichen BL-Unterschiede zwischen den Gruppen noch stärker ausprägten, sondern auch die verbleibenden Zielmerkmale zeigten nun signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. Hochsignifikant (im Bereich eines α -Fehlers von 0,1%) waren diese Unterschiede für die funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten (RMI), globalen kognitiven Fähigkeiten (insbesondere MMST) und Lebensqualität (QUALID). Alle Gruppenvergleiche zum FU gingen zulasten der Bewohner mit einer bedeutenden Δv . Der Durchschnittswert im RMI betrug für die Gruppe mit bedeutender Δv 12,7 Punkte (SD = 9,3) und für die Gruppe mit geringer Δv 19,3 Punkte (SD = 6,5). Ein geringerer RMI-Summenwert stand für schlechtere funktionell-mobilitätsbezogene Fähigkeiten. Die durchschnittliche Differenz zwischen den Gruppen betrug 6,6 Punkte ($t(99) = -3,87$; $p = 0,001$). Gleiches galt für die kognitive Testung mittels MMST. Auch hier verschlechterte sich zum FU die Gruppe mit bedeutender Δv gegenüber der Gruppe mit geringer Δv deutlich, sodass die mittlere Differenz zwischen den Gruppen bei 6,2 Punkten lag ($t(99) = -3,68$; $p = 0,001$). Eindrucksvoll zeigte sich die Veränderung zwischen den Gruppen in der Lebensqualität (QUALID). Bestand zur BL kein Unterschied zwischen den Summenwerten, so betrug zum FU die durchschnittliche Differenz im QUALID zwischen den Gruppen 4,7 Punkte ($t(99) = 3,58$; $p = 0,001$).

Tabelle 14: Zielmerkmale der Bewohner zur Baseline und zum Follow-up differenziert nach Cut-off für Δv (N = 101)

	Baseline				Follow-up			
	Gesamt	Bedeutende	Geringe	p-Wert ¹	Gesamt	Bedeutende	Geringe	p-Wert ¹
	(n = 101)	Abnahme (n = 63; 62,4%)	Abnahme (n = 38; 37,6%)		(n = 101)	Abnahme (n = 63; 62,4%)	Abnahme (n = 38; 37,6%)	
funktionelle Fähigkeiten (RMI-Score)				,163				,001
Durchschnitt (SD)	20,96 (6,3)	20,29 (6,7)	22,11 (5,5)		15,23 (8,9)	12,71 (9,3)	19,34 (6,5)	
globale Kognition (MMST-Wert)				,029				,001
Durchschnitt (SD)	10,50 (8,2)	8,85 (7,5)	13,31 (8,6)		8,14 (8,3)	5,85 (6,7)	12,00 (9,5)	
globale Kognition (SISCO)				,008				,003
Durchschnitt (SD)	16,38 (13,5)	13,36 (12,4)	21,40 (14,0)		12,16 (13,4)	8,67 (10,8)	18,03 (15,4)	
nicht-kognitive Symptome (NPI-Score)				,033				,008
Durchschnitt (SD)	14,83 (19,0)	17,98 (20,1)	9,75 (15,9)		14,08 (15,9)	17,68 (17,9)	8,07 (9,2)	
Lebensqualität (QUALID-Score)				,540				,001
Durchschnitt (SD)	18,72 (6,1)	18,98 (6,4)	18,29 (5,6)		19,56 (6,7)	21,31 (7,1)	16,62 (4,5)	

¹Vergleich zwischen der Gruppe der Bewohner mit geringer Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v < 0,07$ m/s) und der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07$ m/s) anhand T-Tests (zweiseitig) mit Bootstrapping N = 1.000 Samples; RMI = Rivermead Mobilitäts-Index, MMST = Mini-Mental State Test, SISCO = SIDAM Summenwert, NPI = Neuropsychiatrisches Inventar, QUALID = Quality of Life in Late-Stage Dementia, SD = Standardabweichung

3.3 Analyse der Assoziationen zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und den Zielvariablen

3.3.1 Zusammenhang zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und den funktionellen Fähigkeiten

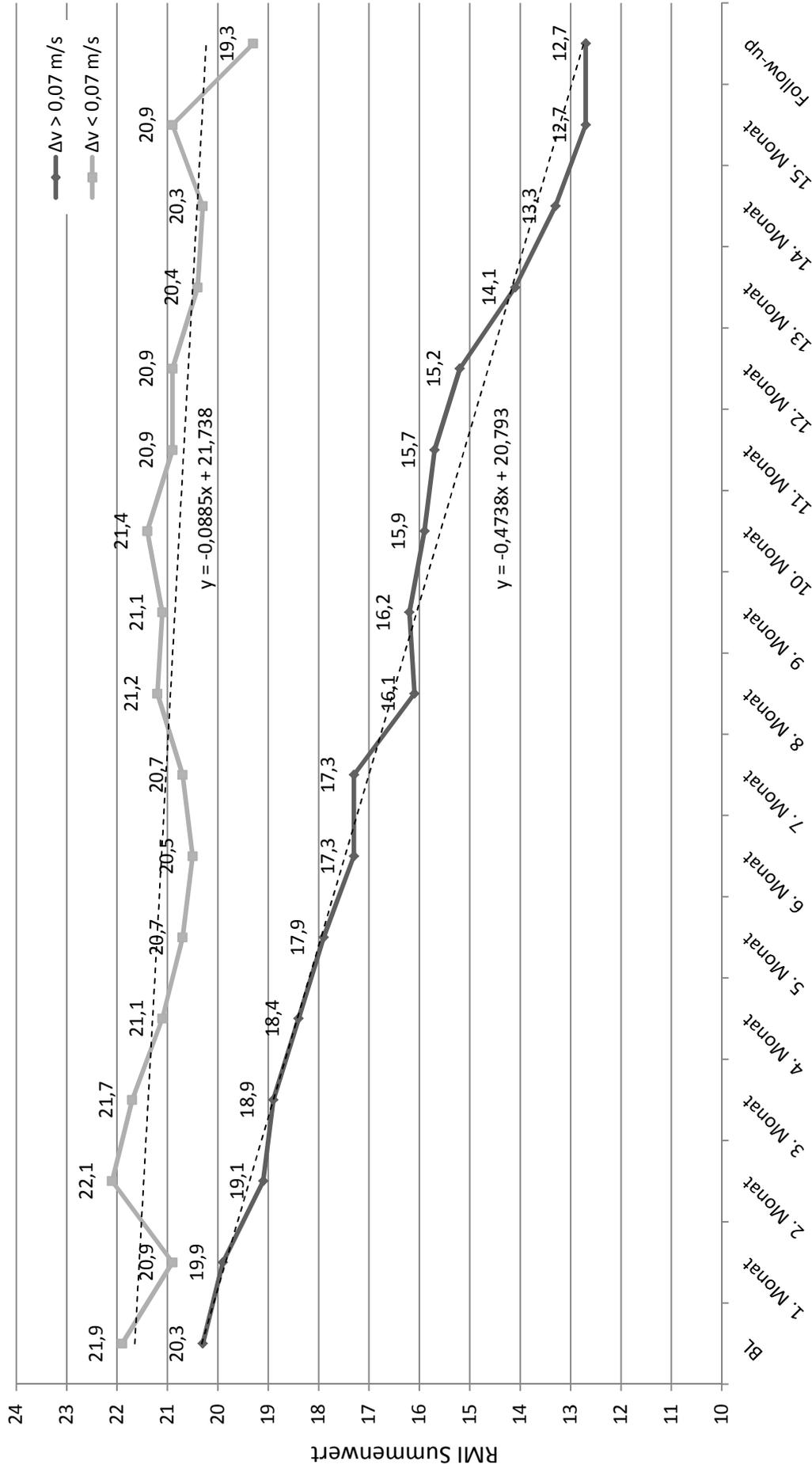
Die Testung der Hypothese 2 zum Zusammenhang zwischen dem Cut-off für Δv und den funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten erfolgte wie im Kapitel 2.5 beschrieben auf zwei verschiedenen Wegen:

- 1) Analyse der monatlichen Veränderungen in den RMI-Scores („Mobilitäts-Checks“) anhand eines faktoriellen multivariaten Repeated Measurement Models
- 2) Analyse der Veränderung zwischen BL- und FU-Untersuchung anhand eines Verallgemeinerten Linearen Gemischten Modells.

Analyse der monatlichen Veränderungen der funktionellen Fähigkeiten

Insgesamt konnten für die hier vorliegenden Auswertungen 17 aufeinander folgende monatliche „Mobilitäts-Checks“ oder RMI-Scores verwendet werden. Der erste RMI-Score wurde im Monat Null aus der BL-Messung entnommen. Danach folgten 15 monatliche „Mobilitäts-Checks“. Der 16. Monat (letzter „Mobilitäts-Check“) wurde im Rahmen der FU-Untersuchung erhoben. Die durchschnittlichen Scores pro Monat sind tabellarisch im Anhang dargestellt (siehe Tabelle 25). Eine graphische Aufbereitung der monatlichen Veränderungen der RMI-Scores erfolgt in Abbildung 9. Die helle Linie entspricht dem monatlichen Verlauf für die Gruppe der Bewohner mit geringer Δv und die dunkle Linie dem monatlichen Verlauf der Bewohner mit bedeutender Δv . Dieser Abbildung ist zu entnehmen, dass die Gruppe mit bedeutender Δv einen um durchschnittlich 1,5 Punkte niedrigeren Ausgangswert für die monatlichen Wiederholungsmessungen besaß (20,3 Punkten (SD = 6,7)). Die Gruppe mit geringer Δv begann die Messungen bei durchschnittlich 21,9 Punkten (SD = 5,5). Der jeweils letzte durchschnittliche RMI-Score lag für die Gruppe mit bedeutender Δv bei 12,7 Punkten (SD = 9,3) und für die Gruppe mit geringer Δv bei 19,3 Punkten (SD = 6,5). Diese abschließende Differenz von durchschnittlich 6,6 Punkten zwischen den Gruppen war auf dem 0,1%-Niveau signifikant ($t(99) = -3,97$; $p > 0,001$). Folgt man den an den Kurvenverläufen angepassten gestrichelten Regressionsgeraden, so ergab sich für beide Gruppen ein negativer Verlauf (jeweils negative Vorzeichen in der Regressionsgleichung für den Steigungsgrad). Allerdings war der negative Verlauf eindeutig steiler für die Gruppe der Bewohner mit bedeutender Δv ($b = -0,47$ vs. $b = -0,09$). Der dargestellte graphisch sichtbare Unterschied sollte mit einem multivariaten Modell für Messwiederholungen statistisch bewiesen werden.

Abbildung 9: RMI-Summenwerte im monatlichen Verlauf getrennt nach Cut-off für Δv



monatliche Messungen

Wurde der Cut-off für Δv den monatlichen RMI-Erhebungen zugrunde gelegt, unterschied sich der Verlauf der RMI-Scores innerhalb der Gruppen signifikant voneinander, auch unter Kontrolle der Kovariaten (Wilks' Λ Test): $F(16,85) = 1,83$; $p = 0,049$; partielles $\eta^2 = 0,331$. Allerdings zeigte der Mauchly's Test - wie erwartet - eine Verletzung der Sphärizität: $\chi^2(135) = 631,12$; $p < 0,001$. Deshalb wurde eine Korrektur der Freiheitsgrade anhand des Greenhouse-Geisser Schätzers vorgenommen. Diese Korrektur ergab sich, weil $\epsilon = 0,31$ betrug und damit deutlich kleiner als der Grenzwert von 0,75 war (Girden, 1992). Auch unter Berücksichtigung der Greenhouse-Geisser Adjustierung blieb der Verlauf der monatlichen Mobilitätschecks innerhalb der beiden Gruppen signifikant voneinander verschieden: $F(5,0; 367,3) = 3,55$, $p = 0,004$, $r = 0,18$. Das r von 0,18 entspricht einem kleinen bis mittleren Effekt (Gignac & Szodorai, 2016).

Der Verlauf der monatlichen RMI-Erhebungen war auch zwischen den Gruppen signifikant voneinander verschieden. Die Modell-Parameter für die Effekte zwischen den Gruppen („Zwischen-Subjekt Effekte“) sind in Tabelle 15 dargestellt. Aus dieser Tabelle folgt, dass ausschließlich das Ausmaß der Abnahme der Gehgeschwindigkeit über die Zeit (Δv) und das Ausmaß der Einschränkungen der Selbstpflegetätigkeiten zur BL (Barthel-Index) den Verlauf der monatlichen RMI-Scores mit einer geringeren Irrtumswahrscheinlichkeit als 5% vorhersagten. Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit wiesen deutlich schlechtere Verläufe der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten auf als Bewohner mit einer geringen Abnahme. Bewohner mit größeren Einschränkungen der Selbstpflegetätigkeiten zur BL verzeichneten ebenfalls deutlich schlechtere Verläufe in den funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten über den Beobachtungszeitraum. Allerdings war nur für den Barthel-Index das partielle η^2 groß genug (partielle $\eta^2 = 0,38$), um einen bedeutenden Effekt darzustellen. Der Effekt für den Cut-off für Δv lag bei einem partiellem $\eta^2 = 0,06$ und stellte einen mittleren Effekt dar.

Ein faktorielles multivariates Modell mit Messwiederholungen bot die Möglichkeit, den inter- und intra-individuellen Verlauf der monatlichen Mobilitäts-Checks für bestimmte Prädiktoren zu kontrollieren, um deren Ausmaß auf bzw. deren Effekte für den Verlauf zu bestimmen. Jedoch wurde dadurch die Annahme der unabhängigen Verteilung der Residuen bzw. Fehlerwerte verletzt. Durch die Interdependenz zwischen den Messungen könnten ggf. die Model-Parameter überschätzt sein, insbesondere das Ausmaß der Effekte (partielle η^2). Um einer Fehlinterpretation der hier aufgezeigten Ergebnisse zu begegnen, wurde zusätzlich eine Multilevel-Analyse in Form eines Verallgemeinerten Linearen Gemischten Modells (GLMM) durchgeführt.

Tabelle 15: Multivariates Repeated Measurement Modell - Zwischen-Subjekt Effekte für das Outcome RMI-Scores im Verlauf

	Typ III - Summe der Quadrate	DF	Durchschnitt der Quadrate	F	p	partielles η^2
Intercept	90,66	1	90,6	3,87	,053	,05
Bedeutende Δv¹	106,61	1	106,61	4,55	,036	,06
Weibliches Geschlecht²	38,89	1	38,89	1,66	,202	,02
Kontrollgruppe für QN I³	9,03	1	9,03	,39	,537	,01
Chronologisches Alter	17,77	1	17,77	,76	,387	,01
Mittelschwere/ schwere Demenz⁴	103,07	2	51,54	2,20	,118	,06
Aufsteigender Barthel-Index	1.012,13	1	1.012,13	43,19	<,001	,38
Vorhandene Depression⁵	34,55	1	34,55	1,47	,229	,02
Fehler	1.687,12	93	18,14			

¹Ref.Kat. = geringe Δv , ²Ref.Kat. = männliches Geschlecht, ³Ref.Kat. = Implementierungsgruppe für QN I; ⁴Ref.Kat = leichte Demenz, ⁵Ref.Kat. = keine depressive Symptomatik vorhanden; Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit über die Zeit; Grundlage: Cut-off von $\geq 0,07$ m/s für die Annahme einer bedeutenden Abnahme; QN I = Qualitätsniveau I; DF = Anzahl der Freiheitsgrade, F = F-Wert, p = Signifikanzniveau bezogen auf den F-Wert der Verteilung (Werte unterhalb des 5%igen Signifikanzniveau sind fett gedruckt), partielles η^2 = Effektstärke, Ref.Kat. = Referenzkategorie

Analyse der Veränderung der funktionellen Fähigkeiten zwischen Baseline und Follow-Up Untersuchung

Die Veränderung der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten (hier: durchschnittliche RMI-Scores) zwischen BL- und FU-Erhebung wurde mittels GLMM bestimmt. Das univariate Modell enthielt den Prädiktor Cut-off Δv und die beiden Messzeitpunkte (zeitlicher Verlauf). Das multivariate Modell enthielt das im Vorfeld definierte Set fester Einflussfaktoren (kontinuierliches Alter, Geschlecht, Teilnahme an der Implementierung, kontinuierlicher Barthel-Index zur Baseline, Demenzschweregrad zur Baseline, Vorliegen depressiver Symptomatik und die beiden Messzeitpunkte) sowie einen Interaktionsterm aus dem dichotomen Cut-off Δv (bedeutende vs. geringe Abnahme) und der Teilnahme an der Implementierung des QN I (IG vs KG).

Im univariaten Modell zeigte sich, dass die Gruppe mit geringer Δv von der Gruppe mit bedeutender Δv bezüglich der Änderung der Summenwerte des RMI signifikant verschieden war: $F(1, 197) = 17,62$; $p < 0,001$. Anhand des nicht-standardisierten Koeffizienten ließ sich ablesen, dass die Gruppe mit geringer Δv über die Messzeitpunkte hinweg um 4,2 Punkte besser abschnitt als die Gruppe mit bedeutender Δv . Die Tabelle 26 zu den univariaten Modellkoeffizienten befindet sich im Anhang. Ebenfalls ließ sich aus dem einfachen Modell entnehmen, dass eine bedeutende Abnahme der RMI-Werte über die Zeit stattfand ($F(1, 197) = 30,49$; $p < 0,001$). Die Abnahme betrug 5,8 Punkte.

Die Bedeutung der Höhe der Abnahme der Gehgeschwindigkeit für die funktionellen mobilitätsbezogenen Fähigkeiten von Menschen mit Demenz ließ sich ebenfalls im multivariaten Modell nachweisen. In diesem Modell konnte für die Gruppe mit einer geringen Δv ein signifikanter Effekt gegenüber der Gruppe mit bedeutender Δv erzielt werden: $F(1, 192) = 8,2$; $p = 0,005$. Ebenfalls bedeutende Effekte erzielten die Prädiktoren: Messzeitpunkt ($F(1, 192) = 45,0$; $p < 0,001$) und Barthel-Index ($F(1, 192) = 75,3$; $p < 0,001$). Die restlichen Kovariaten beeinflussten die Zielvariable nur im Zufallsbereich. Ein Interaktionseffekt zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Teilnahme an der Implementierung des QN I lag nicht vor ($F(1, 192) = 0,1$; $p = 0,739$). In Tabelle 16 sind die nicht-standardisierten adjustierten Modellkoeffizienten für die Zielvariable RMI-Score über die Zeit dargestellt.

In der Tabelle 16 ist deutlich sichtbar, dass die Änderung des RMI-Scores zwischen BL- und FU-Untersuchung mit der Höhe der Abnahme der Gehgeschwindigkeit assoziiert war. Die Gruppe mit einer geringen Δv hatte über die Zeit einen um 2,7 Punkte (95%-CI: 0,4-5,0) höheren durchschnittlichen RMI-Score als die Gruppe mit einer bedeutenden Δv ($t(192) = 2,31$; $p = 0,022$). Gleichfalls hochbedeutsam war die Assoziation zwischen der Änderung im RMI-Score und dem Barthel-Index zur BL ($t(192) = 8,73$; $p < 0,001$): Für jeden zusätzlichen Punkt im Barthel-Index zur BL lag der RMI-Score im Verlauf um 0,19 Punkte höher (95%-CI: 0,14-0,23). Die Assoziation zwischen den Messzeitpunkten (interpretiert als zeitlicher Verlauf) ließ darauf schließen, dass sich eine bedeutende Änderung im RMI-Score über die Zeit vollzog ($t(192) = -6,69$; $p < 0,001$). So nahm zur FU-Untersuchung der durchschnittliche RMI-Score um 5,8 Punkte ab (95%-CI: -7,5 bis -4,1).

Für die Hypothese 2 galt, dass die Nullhypothese verworfen werden musste, da sowohl im adjustierten Repeated Measurement Modell als auch im adjustierten GLMM die Abnahme der Gehgeschwindigkeit mit der Abnahme im RMI-Score assoziiert war. Demzufolge ging eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum mit einer signifikanten Abnahme der funktionellen mobilitätsbezogenen Fähigkeiten einher.

Tabelle 16: Feste Modellkoeffizienten der multivariaten GLMM für den RMI-Score

	Feste Koeffizienten					
	Nicht standard. Koeffizient	Standard- fehler	t	95% CI		p ⁸
				Untere	Obere	
Model/ Intercept	20,39	7,01	2,91	6,56	34,22	,004
Geringe Δv¹	2,68	1,16	2,31	0,39	4,96	,022
Weibliches Geschlecht²	0,53	1,16	0,46	-1,75	2,82	,645
Alter	-0,11	0,08	-1,45	-0,27	0,04	,149
Barthel-Index	0,19	0,02	8,73	0,14	0,23	<,001
Schwere Demenz³	-0,78	1,05	-0,75	-2,86	1,28	,453
IG für QN I⁴	-0,32	1,14	-0,28	-2,56	1,93	,781
Follow-up Messzeitpunkt⁵	-5,78	0,86	-6,69	-7,49	-4,08	<,001
Depression vorhanden⁶	0,04	0,91	0,04	-1,76	1,83	,969
Geringe Δv * IG für QN I⁷	-0,29	1,94	-0,15	-4,12	3,54	,882

Bayessches Informationskriterium: 1.166,56 (basiert auf -2log Likelihood-Methode)

¹Referenzkategorie: Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit (Cut-off $\Delta v \geq 0,07$ m/s);
²Referenzkategorie: männliches Geschlecht; ³Referenzkategorie: leichte bis mittelschwere Demenz auf der Grundlage des SIDAM-Beurteilungsteils; ⁴Referenzkategorie: KG; ⁵Referenzkategorie: BL-Messung;
⁶Referenzkategorie: keine depressive Symptomatik zur BL laut NPI; ⁷Referenzkategorien: KG und bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit; ⁸Signifikanzniveau unterhalb ,05 fettgedruckt; p = Signifikanzwert, t = T-Statistik ergibt sich aus dem Quotient aus nicht-standardisiertem Koeffizienten und dem Standardfehler, 95%CI = 95%iges Konfidenzintervall, Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Verlauf, IG = Interventionsgruppe, QN I = Qualitätsniveau I, NPI = Neuropsychiatrisches Inventar, SIDAM = Strukturiertes Interview zur Diagnostik einer Alzheimer oder Multiinfarkt-Demenz (Zaudig & Hiller, 2002), BL = Baseline, KG = Kontrollgruppe, standard. = standardisiert

3.3.2 Zusammenhang zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und den kognitiven Fähigkeiten

Zur Prüfung der globalen kognitiven Fähigkeiten wurden der Mini-Mental State Test (MMST) und der SIDAM zu beiden Messzeitpunkten durchgeführt. Der Einfluss des Cut-off Δv auf die jeweiligen Summenwerte wurde jeweils univariat unter Kontrolle des zeitlichen Verlaufs und multivariat unter Verwendung des festen Sets an Kovariaten geprüft. Da der MMST ein Bestandteil des SIDAM ist, geht dessen Summenwert vollständig im SISCO auf. Dennoch werden beide Zusammenhangsmessungen nachfolgend dargestellt. Die univariaten Modellparameter für MMST und SISCO sind im Anhang enthalten (Tabellen 27 und 28). Ebenfalls befinden sich im Anhang die multivariaten Modellparameter für den SISCO (siehe Tabelle 29).

In den univariaten (nur für die Zeit kontrollierten) Modellen ergaben sich zwischen der Gruppe mit geringer Δv und der Gruppe mit bedeutender Δv signifikante Unterschiede in den kognitiven Testungen. Die Gruppe mit geringer Δv zeigte in beiden Testungen einen günstigeren Verlauf: für MMST-Score $F(1, 197) = 17,91$; $p < 0,001$ und für SISCO $F(1, 197) = 18,24$; $p < 0,001$. Anhand der nicht-standardisierten Koeffizienten ließ sich ablesen, dass die Gruppe mit geringer Δv über die Messzeitpunkte hinweg einen um 5,32 Punkte (95%-CI: 2,84-7,80) höheren MMST-Score und um 8,70 Punkte (95%-CI: 4,68-12,71) höheren SISCO aufwies als die Gruppe der Bewohner mit bedeutender Δv . Beide Unterschiede waren hochsignifikant ($p < 0,001$). Ebenfalls ließ sich aus den univariaten Modellen entnehmen, dass über die Zeit eine bedeutende Abnahme der globalen kognitiven Fähigkeiten stattfand. Diese Abnahme betrug für den MMST 2,37 Punkte (95%-CI: -4,63 bis -0,12) und für den SISCO 4,19 Punkte (95%-CI: -7,84 bis -0,52).

Eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit war ebenfalls in den multivariaten Modellen hochsignifikant mit dem Verlauf der globalen kognitiven Fähigkeiten bei Menschen mit Demenz assoziiert - für MMST-Score: $F(1, 192) = 16,34$; $p < 0,001$ und für SISCO: $F(1, 192) = 14,0$; $p < 0,001$. Ebenfalls gab es für den MMST im Verlauf bedeutende Interaktionen mit dem Barthel-Index ($F(1, 192) = 16,17$; $p < 0,001$), der Demenzschwere ($F(1, 192) = 172,25$; $p < 0,001$) und dem zeitlichen Verlauf ($F(1, 192) = 13,10$; $p < 0,001$). In ähnlicher Weise beeinflussten die o.g. Prädiktoren auch die Zielvariable SISCO: So konnten bedeutende Interaktionen mit dem Barthel-Index ($F(1, 192) = 13,27$; $p < 0,001$), der Demenzschwere ($F(1, 192) = 159,84$; $p < 0,001$) und dem zeitlichen Verlauf ($F(1, 192) = 13,4$; $p < 0,001$) berichtet werden. Zusätzlich hatte das Geschlecht einen bedeutenden Einfluss auf den Verlauf des SISCO ($F(1, 192) = 4,26$; $p = 0,040$).

Die ungewichteten festen Modellkoeffizienten für den MMST sind in Tabelle 17 und für den SISCO in der Tabelle 29 im Anhang dargestellt. Tabelle 17 ist zu entnehmen, dass Bewohner mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit etwa vier Punkte besser im MMST abschnitten als Bewohner mit einer bedeutenden Δv ($t(192) = 3,07$; $p = 0,003$). Das 95%ige Vertrauensintervall reichte von 1,4 bis 6,4 Punkte. Bewohner mit einer schweren Demenz zur BL hatten gegenüber Bewohnern mit leichter bis mittlerer Demenz einen ungünstigeren

Verlauf im MMST. Diese Bewohner schnitten im Verlauf um 10,7 Punkte (95%-CI: -12,3 bis -9,1) schlechter ab als Bewohner mit leichterem Demenz ($t(192) = -13,1$; $p < 0,001$). Ebenfalls konnte im zeitlichen Verlauf eine signifikante Abnahme der Leistungen im MMST um etwa 2,5 Punkte beobachtet werden ($t(192) = -3,6$; $p < 0,001$). Jeder zusätzliche Punkt im Barthel-Index zur BL erhöhte die Testleistung im MMST über die Zeit um 0,07 Punkte (95%-CI: 0,03-0,10). Diese Assoziation war signifikant ($t(192) = 4,0$; $p < 0,001$).

Tabelle 17: Feste Modellkoeffizienten der multivariaten GLMM für den MMST-Score

	Feste Koeffizienten					
	Nicht standard. Koeffizient	Standard- fehler	t	95% CI		p ⁸
				Untere	Obere	
Model/ Intercept	4,85	6,18	0,79	-7,34	17,04	,433
Geringe Δv¹	3,92	1,28	3,07	1,40	6,44	,003
Weibliches Geschlecht²	-1,35	1,08	-1,25	-3,48	0,78	,211
Alter	0,06	0,07	0,96	-0,07	0,20	,337
Barthel-Index	0,07	0,02	4,02	0,03	0,10	<,001
Schwere Demenz³	-10,72	0,82	-13,12	-12,33	-9,11	<,001
IG für QN I⁴	1,24	0,78	1,58	-0,31	2,79	,115
Follow-up Messzeitpunkt⁵	-2,46	0,68	-3,62	-3,81	-1,12	<,001
Depression vorhanden⁶	-0,03	0,69	-0,04	-1,38	1,33	,971
Geringe Δv * IG für QN I⁷	-1,53	1,56	0,33	-4,60	1,55	,327

Bayessches Informationskriterium: 1.062,0 (basiert auf -2log Likelihood-Methode)

¹Referenzkategorie: Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit (Cut-off $\Delta v \geq 0,07$ m/s);
²Referenzkategorie: männliches Geschlecht; ³Referenzkategorie: leichte bis mittelschwere Demenz auf der Grundlage des SIDAM-Beurteilungsteils; ⁴Referenzkategorie: KG; ⁵Referenzkategorie: BL-Messung;
⁶Referenzkategorie: keine depressive Symptomatik zur BL laut NPI; ⁷Referenzkategorien: KG und bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit; ⁸Signifikanzniveau unterhalb ,05 fettgedruckt; p = Signifikanzwert, t = T-Statistik ergibt sich aus dem Quotient aus nicht-standardisiertem Koeffizienten und dem Standardfehler, 95%CI = 95%iges Konfidenzintervall, Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Verlauf, IG = Interventionsgruppe, QN I = Qualitätsniveau I, NPI = Neuropsychiatrisches Inventar, SIDAM = Strukturiertes Interview zur Diagnostik einer Alzheimer oder Multiinfarkt-Demenz (Zaudig & Hiller, 2002), BL = Baseline, KG = Kontrollgruppe, standard. = standardisiert

Ein ähnliches Bild ergab sich für die Zielvariable SISCO (siehe Tabelle 29 im Anhang). Bewohner mit geringer Abnahme der Gehgeschwindigkeit erreichten im Verlauf gegenüber Bewohnern mit bedeutender Abnahme signifikant höhere Testwerte im SISCO. Im Schnitt betrug der Unterschied etwa sechs Punkte mit einem 95%-Vertrauensintervall von 1,5 bis 10,5 Punkte ($t(192) = 2,64$; $p = 0,009$). Bewohner mit einer schweren Demenz schnitten im Verlauf im SISCO gegenüber Bewohnern mit einer leichten bis mittelschweren Demenz um 16,6 Punkte schlechter ab. Das 95%-Vertrauensintervall war mit Werten zwischen -14,0 und -19,2 Punkten recht eng ($t(192) = -12,64$; $p < 0,001$). Zusätzlich nahm im zeitlichen Verlauf die kognitive Testleistung im SISCO um 4,3 Punkte ab ($t(192) = -3,66$; $p < 0,001$). Dagegen wirkte sich ein höherer Barthel-Index zur BL positiv auf den Verlauf des SISCO aus. Pro zusätzlichem Punkt war der Wert im SISCO um 0,11 Punkte höher ($t(192) = 3,64$; $p < 0,001$). Außerdem beeinflusste das Geschlecht den Verlauf des SISCO. Es galt laut nicht-standardisierten adjustierten Koeffizienten, dass weibliche Bewohner im Verlauf um 3,8 Punkte (95%-CI: -7,44 bis -0,17) schlechter abschnitten als männliche Bewohner ($t(192) = -2,07$; $p = 0,040$). Eine vergleichbar starke Assoziation konnte im MMST nicht beobachtet werden.

Diese Ergebnisse bedeuteten für die Hypothese 3, dass die Alternativhypothese H1 angenommen werden musste. Es zeigte sich für die GLMM unter Kontrolle der Kovariaten, dass die Abnahme der Gehgeschwindigkeit signifikant mit der Abnahme im MMST-Score und im SISCO assoziiert war. Demzufolge ging eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq -0,07\text{m/s}$) im Beobachtungszeitraum mit einer signifikanten Abnahme der globalen kognitiven Fähigkeiten einher.

3.3.3 Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Lebensqualität

Die Lebensqualität wurde bei den Menschen mit Demenz zur BL- und FU-Untersuchung mit dem QUALID gemessen. Im Gegensatz zu den anderen Zielkriterien ging ein hoher QUALID-Score mit einer geringeren Lebensqualität einher und umgekehrt.

Im univariaten nur für die Zeit kontrollierten Modell ergab sich für den Verlauf der QUALID-Scores ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe mit geringer Δv und der Gruppe mit bedeutender Δv : $F(1, 197) = 9,9$; $p = 0,002$. Bewohner mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit wiesen im Verlauf geringere QUALID-Werte auf ($t(197) = -3,15$; $p = 0,002$) und verfügten damit über eine höhere Lebensqualität. Der Unterschied zwischen den Gruppen betrug ca. 2,7 Punkte (95%-CI: -4,4 bis -1,0). Der zeitliche Verlauf spielte im univariaten Modell keine Rolle (siehe Tabelle 29 im Anhang).

Tabelle 18: Feste Modellkoeffizienten der multivariaten GLMM für den QUALID-Score

	Feste Koeffizienten					
	Nicht standard. Koeffizient	Standard- fehler	t	95% CI		p ⁸
				Untere	Obere	
Model/ Intercept	21,33	6,99	3,05	7,54	35,12	,003
Geringe Δv¹	-4,43	1,56	-2,85	-7,51	-1,36	,005
Weibliches Geschlecht²	-0,04	1,29	-0,03	-2,57	2,50	,978
Alter	0,03	0,07	0,40	-0,12	0,17	,691
Barthel-Index	-0,06	0,03	-2,25	-0,11	-0,01	,026
Schwere Demenz³	-0,06	1,27	-0,05	-2,56	2,44	,962
IG für QN I⁴	-1,46	1,41	-1,03	-4,25	1,34	,305
Follow-up Messzeitpunkt⁵	0,75	0,90	0,83	-1,02	2,51	,405
Depression vorhanden⁶	3,19	0,92	3,46	1,37	5,01	<,001
Geringe Δv * IG für QN I⁷	4,82	1,99	2,43	0,91	8,74	,016

Bayessches Informationskriterium: 1.165,85 (basiert auf -2log Likelihood-Methode)

¹Referenzkategorie: Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit (Cut-off $\Delta v \geq 0,07$ m/s); ²Referenzkategorie: männliches Geschlecht; ³Referenzkategorie: leichte bis mittelschwere Demenz auf der Grundlage des SIDAM-Beurteilungsteils; ⁴Referenzkategorie: KG; ⁵Referenzkategorie: BL-Messung; ⁶Referenzkategorie: keine depressive Symptomatik zur BL laut NPI; ⁷Referenzkategorien: KG und bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit; ⁸Signifikanzniveau unterhalb ,05 fettgedruckt; p = Signifikanzwert, t = T-Statistik ergibt sich aus dem Quotient aus nicht-standardisiertem Koeffizienten und dem Standardfehler, 95%CI = 95%iges Konfidenzintervall, Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Verlauf, IG = Interventionsgruppe, QN I = Qualitätsniveau I, NPI = Neuropsychiatrisches Inventar, SIDAM = Strukturiertes Interview zur Diagnostik einer Alzheimer oder Multiinfarkt-Demenz (Zaudig & Hiller, 2002), BL = Baseline, KG = Kontrollgruppe, standard. = standardisiert

Wurde der Zusammenhang zwischen Δv und QUALID-Score für das feste Set an Prädiktoren kontrolliert, dann erhöhte sich sogar der nicht-standardisierte Koeffizient für die Abnahme der Gehgeschwindigkeit (siehe Tabelle 18). Der Gruppenunterschied betrug im multivariaten Modell 4,4 Punkte (95%-CI: -7,5 bis -1,4) zum Vorteil der Bewohner mit geringer Δv ($t(192) = -2,85$; $p = 0,005$). Gleichzeitig wurde das Ergebnis für den Interaktionsterm aus der Abnahme

der Gehgeschwindigkeit und der Teilnahme an der Implementierung des QN I signifikant ($t(192) = 2,43$; $p = 0,016$). Dieses Ergebnis bedeutete, dass sich die Bewohner mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und zusätzlicher Teilnahme an der Implementierung des QN I bedeutsam in der Lebensqualität verschlechterten. Die QUALID-Werte dieser Subgruppe stiegen um 4,8 Punkte (95%-CI: 0,91 bis 8,74). Dennoch hob dieser Interaktionseffekt den beschriebenen festen Effekt zwischen Lebensqualität und Abnahme der Gehgeschwindigkeit nicht auf ($F(1, 192) = 4,45$; $p = 0,005$). Im multivariaten Modell wurde auch eine Assoziation zwischen Barthel-Index und Lebensqualität sichtbar. Jeder zusätzliche Punkt im Barthel-Index ging mit einer Abnahme von 0,06 Punkten im QUALID-Score einher (95%-CI: -0,11 bis -0,01). D.h., die Lebensqualität von Bewohnern mit einem höheren Barthel-Index war im Verlauf größer als die Lebensqualität von Bewohner mit einem niedrigen Barthel-Index ($t(192) = -2,25$; $p = 0,026$). Zusätzlich gab es eine starke Assoziation zwischen dem Auftreten depressiver Symptome zur BL und dem Verlauf der Lebensqualität ($F(1, 192) = 12,0$; $p < 0,001$). Beim Vorliegen depressiver Symptome zur BL nahm der QUALID im Verlauf um 3,2 Punkte zu, was eine Verschlechterung der Lebensqualität bedeutete ($t(192) = 3,5$; $p < 0,001$).

Anhand dieser Ergebnisse musste die Nullhypothese der Hypothese 4 verworfen werden. Es zeigte sich im adjustierten Modell, dass die Abnahme der Gehgeschwindigkeit mit einer signifikanten Änderung im QUALID-Score assoziiert war. Eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07\text{m/s}$) im Beobachtungszeitraum ging mit einer signifikanten Abnahme der Lebensqualität einher.

3.3.4 Zusammenhang zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und nicht-kognitiver Symptomatik

Zur Prüfung des Einflusses der Abnahme der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz auf das Ausmaß der nicht-kognitiven Symptomatik wurde der Summenwert des NPI-Q zur BL- und FU-Untersuchung herangezogen. Nicht-kognitive Symptome konnten in der Frequenz und Schwere stark variieren. Ein hoher Wert im NPI-Score sprach für deutlich häufiger und schwerer auftretende Symptome.

In der univariaten Testung, die in Tabelle 30 des Anhangs dargestellt ist, zeigte sich, dass eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit mit dem Ausmaß nicht-kognitiver Symptome einherging ($F(1, 197) = 13,3$; $p < 0,001$). Der nicht-standardisierte Koeffizient lag bei -8,9 Punkten (95%-CI: -13,7 bis -4,1), sodass die Gruppe mit geringer Δv ein im zeitlichen Verlauf um 8,9 Punkte niedrigerer NPI-Score aufwies als die Gruppe mit bedeutender Δv ($t(197) = -3,65$; $p < 0,001$). Eine über den Zufall hinausgehende Veränderung der NPI-Scores im zeitlichen Verlauf gab es nicht.

Tabelle 19: Feste Modellkoeffizienten der multivariaten GLMM für den NPI-Score

	Feste Koeffizienten					
	Nicht standard. Koeffizient	Standard- fehler	t	95% CI		p ⁸
				Untere	Obere	
Model/ Intercept	9,57	16,97	0,56	-23,98	43,11	,574
Geringe Δv¹	-7,95	3,37	-2,36	-14,61	-1,29	,020
Weibliches Geschlecht²	0,62	2,78	0,22	-4,87	6,12	,823
Alter	0,11	0,17	0,62	-0,24	0,45	,539
Barthel-Index	-0,08	0,09	-0,91	-0,27	0,10	,363
Schwere Demenz³	3,15	3,54	0,89	-3,83	10,14	,374
IG für QN I⁴	4,77	3,92	1,22	-2,97	12,52	,225
Follow-up Messzeitpunkt⁵	-0,32	2,66	-0,12	-5,57	4,94	,905
Depression vorhanden⁶	9,89	2,83	3,50	4,31	15,48	<,001
Geringe Δv * IG für QN I⁷	1,86	5,80	0,32	-9,60	13,33	,749

Bayessches Informationskriterium: 1.316,50 (basiert auf -2log Likelihood-Methode)

¹Referenzkategorie: Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit (Cut-off $\Delta v \geq 0,07$ m/s); ²Referenzkategorie: männliches Geschlecht; ³Referenzkategorie: leichte bis mittelschwere Demenz auf der Grundlage des SIDAM-Beurteilungsteils; ⁴Referenzkategorie: KG; ⁵Referenzkategorie: BL-Messung; ⁶Referenzkategorie: keine depressive Symptomatik zur BL laut NPI; ⁷Referenzkategorien: KG und bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit; ⁸Signifikanzniveau unterhalb ,05 fettgedruckt; p = Signifikanzwert, t = T-Statistik ergibt sich aus dem Quotient aus nicht-standardisiertem Koeffizienten und dem Standardfehler, 95%CI = 95%iges Konfidenzintervall, Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Verlauf, IG = Interventionsgruppe, QN I = Qualitätsniveau I, NPI = Neuropsychiatrisches Inventar, SIDAM = Strukturiertes Interview zur Diagnostik einer Alzheimer oder Multiinfarkt-Demenz (Zaudig & Hiller, 2002), BL = Baseline, KG = Kontrollgruppe, standard. = standardisiert

Die einzigen Prädiktoren, die im multivariaten Modell signifikant mit den NPI-Scores im Verlauf assoziiert standen, waren der Cut-off Δv ($F(1, 192) = 7,21$; $p = 0,020$), das Vorliegen depressiver Symptome zur BL ($F(1, 192) = 12,25$; $p < 0,001$) und die Teilnahme an der Implementierung des QN I ($F(1, 192) = 10,82$; $p < 0,001$). Allerdings ging der feste Effekt für die Implementierungsgruppe des QN I durch den Interaktionsterm aus Abnahme der

Gehgeschwindigkeit und Teilnahme an der Implementierung im Modell der nicht-standardisierten adjustierten Koeffizienten vollständig verloren. Die Abnahme der Gehgeschwindigkeit und das Vorliegen depressiver Symptome zur BL blieben hochsignifikant mit dem NPI assoziiert. Der nicht-standardisierte Koeffizient für die Abnahme der Gehgeschwindigkeit lag für den NPI im Verlauf bei etwa -8 Punkten (95%-CI: -14,6 bis -1,3). Dieser Koeffizient legte nahe, dass Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit einen ungünstigeren Verlauf, d.h., ein Zunahme der nicht-kognitiven Symptomatik erlebten ($t(192) = -2,36$; $p = 0,020$). Ebenfalls eine Zunahme der Schwere und Häufigkeit neuropsychiatrischer Symptome war für die Bewohner zu beobachten, die depressive Symptome zur BL aufwiesen ($t(192) = 3,50$; $p < 0,001$). Diese Bewohner hatten im Verlauf einen um knapp zehn Punkte höheren Wert im NPI. Die Modellparameter sind in Tabelle 16 beschrieben.

Für die Hypothese 5 wurde auf der Grundlage der Ergebnisse die Alternativhypothese H1 herangezogen. Es konnte mittels adjustierter GLMM der Nachweis erfolgen, dass die Abnahme der Gehgeschwindigkeit mit einer Änderung im NPI-Score assoziiert war. Eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07\text{m/s}$) im Beobachtungszeitraum ging mit einer signifikanten Zunahme der neuropsychiatrischen Symptomlast (Schwere und Häufigkeit nicht-kognitiver Symptome) einher.

Nachdem der statistische Nachweis erfolgen konnte, dass die in Tabelle 14 beschriebenen Änderungen der Zielparameter über die Zeit hauptsächlich zu Lasten der bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit gingen, sollte überprüft werden, ob diese Zusammenhänge durch das Ausmaß der körperlichen Aktivität (Gehaktivitäten) von Menschen mit Demenz erklärt werden konnten.

3.4 Die körperliche Aktivität der Bewohner mit Demenz

In diesem Kapitel soll das Ausmaß der körperlichen Aktivität der Pflegeheimbewohner mit Demenz skizziert werden. Wie im Kapitel 2.3.4 beschrieben, wurden die Bewohner über drei Tage im Pflegeheimalltag mit einem Beschleunigungssensor, der SW3, begleitet. Die SW3 zeichnete zu den Wachzeiten der Bewohner die Alltagsaktivitäten, insbesondere die Schritte, auf. Ein Mittelwert der kumulierten SW3 Daten über die drei vollständigen Tage lag von 101 Bewohnern sowohl zur BL als auch zum FU vor. Nachfolgend werden die durchschnittliche Anzahl an Schritten und die Aktivitätsniveaus in Minuten: nicht gehend aktiv („Inaktiv“), geringe Gehintensität („geringes Aktivitätsniveau“) und mindestens moderate Gehintensität („moderates Aktivitätsniveau“) berichtet. Als nicht gehend aktiv wurden alle Bewohner angesehen, die im Beobachtungszeitraum bis zu fünf Kadenzen (zehn Schritte) pro Minute gingen. Eine geringe Gehintensität lag vor, wenn Bewohner bis zu 39 Kadenzen also weniger als 80 Schritte pro Minute bewältigten. Eine mindestens moderat intensive Gehaktivität wurde ab einer Schrittzahl von 80 Schritten pro Minute (40 Kadenzen) erreicht. Zur besseren Einschätzung der Länge der einzelnen Aktivitätsniveaus in Minuten, sei an die Gesamttragezeit der Beschleunigungssensoren erinnert. Die Geräte zeichneten die Gehaktivitäten in einem Zeitraum von 08.30 Uhr bis 17.00 Uhr und somit täglich 510 Minuten an Aktivitäten auf.

Die durchschnittlichen Messwerte bezogen auf die Gehaktivitäten sind in den Tabellen 20 und 21 dargestellt. Tabelle 20 zeigt die einzelnen Parameter für das Gesamtsample und Tabelle 21 getrennt nach Gruppen auf der Grundlage des Cut-offs für Δv . Das Sample aus Pflegeheimbewohnern mit Demenz ging im Durchschnitt zur Baseline knapp 1.800 Schritte (Median 1.146 Schritte) täglich. Die Spanne an Schritten des Samples war enorm und reichte von 0 Schritten bis zu 15.666 Schritten zur Baseline. Die Median-Werte pro Gruppe lagen relativ dicht beieinander (1.123 in der Gruppe mit bedeutender Δv vs. 1.224 in der Gruppe mit geringer Δv). Im Schnitt erreichte das Sample nicht annähernd die tägliche Empfehlung von mindestens 6.500 Schritten für ältere Menschen mit Einschränkungen, die mit protektiven Effekten für die Gesundheit verbunden sind (Tudor-Locke et al., 2011). Insgesamt fünf Bewohner (5,0%) erfüllten die Empfehlung von Tudor-Locke und Kollegen. Davon gehörten alle Bewohner der Gruppe mit einer geringen Δv an. Demnach erreichte kein Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Durchschnitt zur BL eine Schrittzahl von 6.500 Schritten pro Tag. Das Ergebnis für die Bewohner mit einem sitzenden Lebensstil präsentierte sich ähnlich. Ein sitzender Lebensstil wurde bezogen auf die tägliche Gehaktivität definiert als das tägliche Gehen von weniger als 5.000 Schritten (Tudor-Locke, Craig, Thyfault, & Spence, 2013). Laut dieser Definition hatten 94 Bewohner (93,1%) zur BL einen sitzenden Lebensstil. Diese verteilten sich wie folgt auf die beiden Gruppen: 33 (86,8%) Bewohner mit einer geringen Δv pflegten einen sitzenden Lebensstil gegenüber 61 (96,8%) Bewohnern mit einer bedeutenden Δv . Der Unterschied zwischen den Gruppen verfehlte das 5%ige Signifikanzniveau nur knapp ($\chi^2(1, 101) = 3,39; p = 0,066$).

Die Bewohner mit einer geringen Δv gingen gegenüber den Bewohnern mit einer bedeutenden Δv etwa 1.000 Schritte mehr pro Tag und erreichten durchschnittlich 2.385 Schritte. Die Standardabweichung war sehr hoch und betrug 3.079,8. Der Unterschied zwischen den Gruppen zur Baseline war somit statistisch nicht signifikant ($t(99) = -2,1$; $p = 0,101$). Weibliche Bewohner gingen im Durchschnitt ca. 300 Schritte mehr pro Tag als die männlichen Bewohner (1.856,8 Schritte (SD = 2.312,1) vs. 1.537,2 Schritte (SD = 1.924,3)). Dieser Unterschied lag im Zufallsbereich ($t(99) = 0,55$; $p = 0,587$).

Die durchschnittliche tägliche Schrittzahl nahm zum FU - etwa 16 Monate später - um ca. 550 Schritte ab. Im Durchschnitt gingen die Bewohner des Samples 1.216 Schritte pro Tag (Median = 638 Schritte) bei einer Spanne von 0 bis 11.357 Schritten. Die Bewohner mit einer geringen Δv gingen gegenüber den Bewohnern mit einer bedeutenden Δv über 1.000 Schritte mehr pro Tag und erreichten durchschnittlich 1.870 Schritte. Der Unterschied zwischen den Gruppen war statistisch signifikant ($t(99) = -2,97$; $p = 0,007$ auch wenn sich die Abnahme der Schrittzahlen zwischen BL und FU annähernd gleich ausnahm (Bewohner mit bedeutender $\Delta v = -569,9$ Schritte vs. Bewohner mit geringer $\Delta v = -514,4$ Schritte; $t(99) = -0,16$; $p = 0,885$). Insgesamt nur zwei Bewohner des Samples (2%) erreichten zum FU die Mindestschrittzahl von 6.500 Schritten pro Tag, die gesundheitserhaltende Effekte bei Menschen mit Einschränkungen bedeuten. Auf der anderen Seite zählten vier Bewohner (ca. 4%) nicht zu den Menschen mit einem sitzenden Lebensstil und gingen durchschnittlich mehr als 5.000 Schritte pro Tag; drei kamen aus der Gruppe mit geringer Δv und einer aus der Gruppe mit bedeutender Δv . Weibliche Bewohner gingen zum FU wie zur BL etwa 300 Schritte mehr als die männlichen Bewohner (1.268,2 Schritte (SD = 1.917,8) vs. 976,8 Schritte (SD = 982,6)). Dieser Unterschied blieb im Zufallsbereich ($t(99) = 0,63$; $p = 0,533$). Insgesamt nahm zum FU das Ausmaß an Bewohnern mit einem sitzenden Lebensstil zu. Damit pflegten 97 (96,0%) Bewohner einen sitzenden Lebensstil. Nahezu alle Bewohner (98,4%) mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit wiesen zum FU eine Bewegungsarmut auf, die mit katastrophalen Gesundheitseffekten verbunden ist.

Bei den insgesamt geringen Schrittzahlen zur BL und zum FU war die Zeit, die das Sample durchschnittlich inaktiv war, dementsprechend hoch. Über alle Bewohner des Samples hinweg betrug die durchschnittliche Inaktivitätszeit zur BL 429,2 Minuten mit einer Standardabweichung von 62,8 Minuten. Bedenkt man, dass insgesamt 510 Minuten aufgezeichnet wurden, waren die Bewohner zur BL durchschnittlich 84,2% der Beobachtungszeit komplett inaktiv. Etwas höhere Inaktivitätszeiten ergaben sich für die Gruppe mit bedeutender Δv gegenüber der Gruppe mit geringer Δv : 437 Minuten vs. 416,9 Minuten; $t(99) = 1,56$; $p = 0,137$. Die Inaktivitätszeit nahm zum FU für das Gesamtsample um durchschnittlich 23,3 Minuten zu und lag bei durchschnittlich 452,4 Minuten. Damit stieg die Inaktivitätszeit auf 88,7% der Gesamtbeobachtungszeit. Der Anstieg der Inaktivität in Minuten ging deutlich zu Lasten der Gruppe mit bedeutender Δv (466,7 Minuten vs. 428,1 Minuten). Der Unterschied zwischen den Gruppen war statistisch signifikant ($t(99) = 3,68$; $p = 0,003$). Die Zunahme der Inaktivitätszeit zwischen den Messzeitpunkten war zwischen den Gruppen nicht signifikant ($t(99) = 1,38$; $p = 0,195$). Männliche Bewohner waren gegenüber

den weiblichen Bewohnern im Durchschnitt um ca. 12 Minuten inaktiver (439,0 Minuten (SD = 65,4) vs. 427,0 Minuten (SD = 62,4)). Dieser Unterschied nivellierte zum FU fast vollständig (454,5 Minuten (SD = 53,6) vs. 451,9 Minuten (SD = 54,0)).

Tabelle 20: Parameter der körperlichen Aktivität des Gesamtsamples an Pflegeheimbewohnern mit Demenz (N = 101)

	Messzeitpunkt	Durchschnitt	Standardabweichung	Median	Spanne
Ø Anzahl an Schritten	BL	1.798,1	2.240,1	1.145,7	0 bis 15.666
	FU	1.216,3	1.786,8	638,0	0 bis 11.357
	Δ	-548,4	1.651,5	-332,7	-5.548 bis 6.338
Ø Zeit in Inaktivität (in Minuten)¹	BL	429,2	62,8	441,8	217,7 bis 540
	FU	452,4	53,7	473,3	292,7 bis 540
	Δ	23,3	54,4	17,3	-132 bis 173,3
Ø Zeit geringes Aktivitätsniveau (in Minuten)²	BL	49,0	42,4	41,3	0 bis 215,3
	FU	36,1	39,8	23,9	0 bis 170,0
	Δ	-12,8	39,7	-11,7	-135,3 bis 103,3
Ø Zeit moderates Aktivitätsniveau (in Minuten)³	BL	9,1	21,5	0,0	0 bis 162,5
	FU	5,0	14,7	0,0	0 bis 115,0
	Δ	-4,0	14,0	0,0	-50 bis 57,5

¹Inaktivität = das Ausmaß liegender und sitzender Aktivitäten pro Tag; ²geringes Aktivitätsniveau = bezogen auf eine Anzahl von mind. fünf bis max. 39 Kadenzen pro Minute; ³moderates Aktivitätsniveau = bezogen auf eine Anzahl ab 40 Kadenzen pro Minute; Ø = Durchschnitt, Δ = Veränderungen zwischen BL und FU (bezogen auf die einzelnen Parameter der körperlichen Aktivität), BL = Baseline Messung, FU = Follow-up Messung

Tabelle 21: Parameter der körperlichen Aktivität zur Baseline und zum Follow-Up differenziert nach Cut-off für Δv (N = 101)

Messzeitpunkt	Bedeutende Δv (N = 63)			Geringe Δv (N = 38)			p
	Durchschnitt	Standardabweichung	Median	Durchschnitt	Standardabweichung	Median	
Ø Anzahl an Schritten							
BL	1.425,5	1.392,8	1.123,3	2.384,8	3.079,8	1.224,2	,101
FU	821,8	1.467,6	174,0	1.870,4	2.077,3	1.453,3	,007
Δ	-569,9	1.705,8	-384,3	-514,4	1.583,8	-99,0	,885
Ø Zeit in Inaktivität (in Minuten)							
BL	437,0	56,5	444,9	416,9	70,7	438,0	,137
FU	466,7	54,0	480,0	428,1	44,0	421,3	,003
Δ	29,3	51,5	22,0	13,7	58,2	10,7	,195
Ø Zeit geringes Aktivitätsniveau (in Minuten)							
BL	48,2	43,7	35,3	50,2	40,7	45,3	,829
FU	26,1	39,4	6,7	53,1	34,8	48,0	,002
Δ	-21,6	35,7	-16,6	1,5	41,3	0,0	,003
Ø Zeit moderates Aktivitätsniveau (in Minuten)							
BL	4,8	9,8	0,0	15,9	31,3	2,5	,072
FU	2,8	9,3	0,0	8,7	20,6	0,0	,144
Δ	-1,9	13,2	0,0	-7,6	14,8	0,0	,077

¹Inaktivität = das Ausmaß liegender und sitzender Aktivitäten pro Tag; ²geringes Aktivitätsniveau = bezogen auf eine Anzahl von mind. fünf bis max. 39 Kadenzen pro Minute; ³moderates Aktivitätsniveau = bezogen auf eine Anzahl ab 40 Kadenzen pro Minute; \emptyset = Durchschnitt, Δ = Veränderungen der einzelnen Parameter der körperlichen Aktivität zwischen BL und FU, Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit zwischen BL und FU, p = Signifikanzniveau auf der Grundlage eines bootstrapped T-Tests (zweiseitig) mit 1.000 Samples; BL = Baseline Messung, FU = Follow-up Messung

Nach der Empfehlung des American College of Sports Medicine (ACSM) sollte jeder Erwachsene täglich mindestens 30 Minuten moderat intensiv aktiv sein (Chodzko-Zajko et al., 2009). Obwohl die moderate Intensitätsschwelle deutlich im Sinne der Bewohner mit Demenz nach unten korrigiert wurde¹⁹, konnte die Empfehlung nur von neun Bewohnern mit Demenz (8,9%) zur Baseline umgesetzt werden. Darunter waren etwas mehr Bewohner aus der Gruppe mit geringer Δv (15,8% der Gruppe mit geringer Δv vs. 4,8% der Bewohner mit bedeutender Δv). In diese Häufigkeitsangabe floss jede einzelne Minute an moderater Intensität ein, unabhängig ob diese in einem Aktivitätsblock oder singulär aufgezeichnet wurde. Wurde die Anzahl an „Bouts“, d.h., an zehnminütigen kontinuierlichen Gehaktivitäten, mit mind. moderater Intensität berücksichtigt, wie in der Empfehlung des ACSM intendiert, dann erreichten lediglich zwei Bewohner mit Demenz diese Vorgabe. Beide Bewohner kamen aus der Gruppe mit geringer Δv . Insgesamt lag die moderate Intensitätszeit zur BL über alle Bewohner hinweg bei durchschnittlich 9,1 Minuten (SD = 21,5). Die durchschnittliche moderate Intensitätszeit lag in der Gruppe mit geringer Δv bei 15,9 Minuten und bei 4,8 Minuten in der Gruppe mit bedeutender Δv . Der Unterschied wies eine statistische Tendenz auf ($t(99) = -2,54$; $p = 0,072$). Es musste jedoch konstatiert werden, dass knapp über die Hälfte der Bewohner mit Demenz (52,5%) im Beobachtungszeitraum zu keinem Zeitpunkt moderat intensiv aktiv waren. Dies betraf 55,3% der Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit und 42,9% der Bewohner mit geringer Δv .

Zum Follow-Up waren nur vier Bewohner mit Demenz (4,0%) in der Lage 30 Minuten pro Tag moderat intensiv körperlich aktiv zu sein. Davon entstammten 8,1% der Gruppe mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und 1,6% der Gruppe mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit. Auf der Grundlage der intendierten Empfehlung des ACSM, dass die 30 Minuten moderater Intensität in einem Block oder in drei jeweils gleich großen Blöcken zu absolvieren waren, konnte nur ein Bewohner identifiziert werden, der zudem aus der Gruppe mit geringer Δv kam. Zum zweiten Messzeitpunkt betrug die durchschnittliche moderate Aktivitätszeit der Bewohner nur 5,0 Minuten. Der Median lag bei 0,0 Minuten. Ewas geringer war die moderate Aktivitätszeit bei den Bewohnern mit bedeutender Δv gegenüber den Bewohnern mit geringer Δv (2,8 Minuten vs. 8,7 Minuten). Dieser Gruppenunterschied lag im Zufallsbereich ($t(99) = -1,98$; $p = 0,144$). Beim Vergleich der Intensitätszeiten zwischen den Messzeitpunkten fiel auf, dass Bewohner mit geringer Δv größere Einbußen beim Gehen mit moderater Intensität zu verzeichnen hatten als Bewohner mit bedeutender Δv (-7,6 Minuten vs. -1,9 Minuten; $t(99) = 1,95$; $p = 0,077$). Dagegen konnte in der Gruppe mit geringer Δv die Aktivitätszeit mit niedrigen Intensitäten gegenüber der BL-Messung leicht erhöht werden. Zum FU waren mehr als Zweidrittel der Bewohner (69,3%) nicht eine Minute lang moderat intensiv körperlich aktiv. Der Unterschied zwischen den

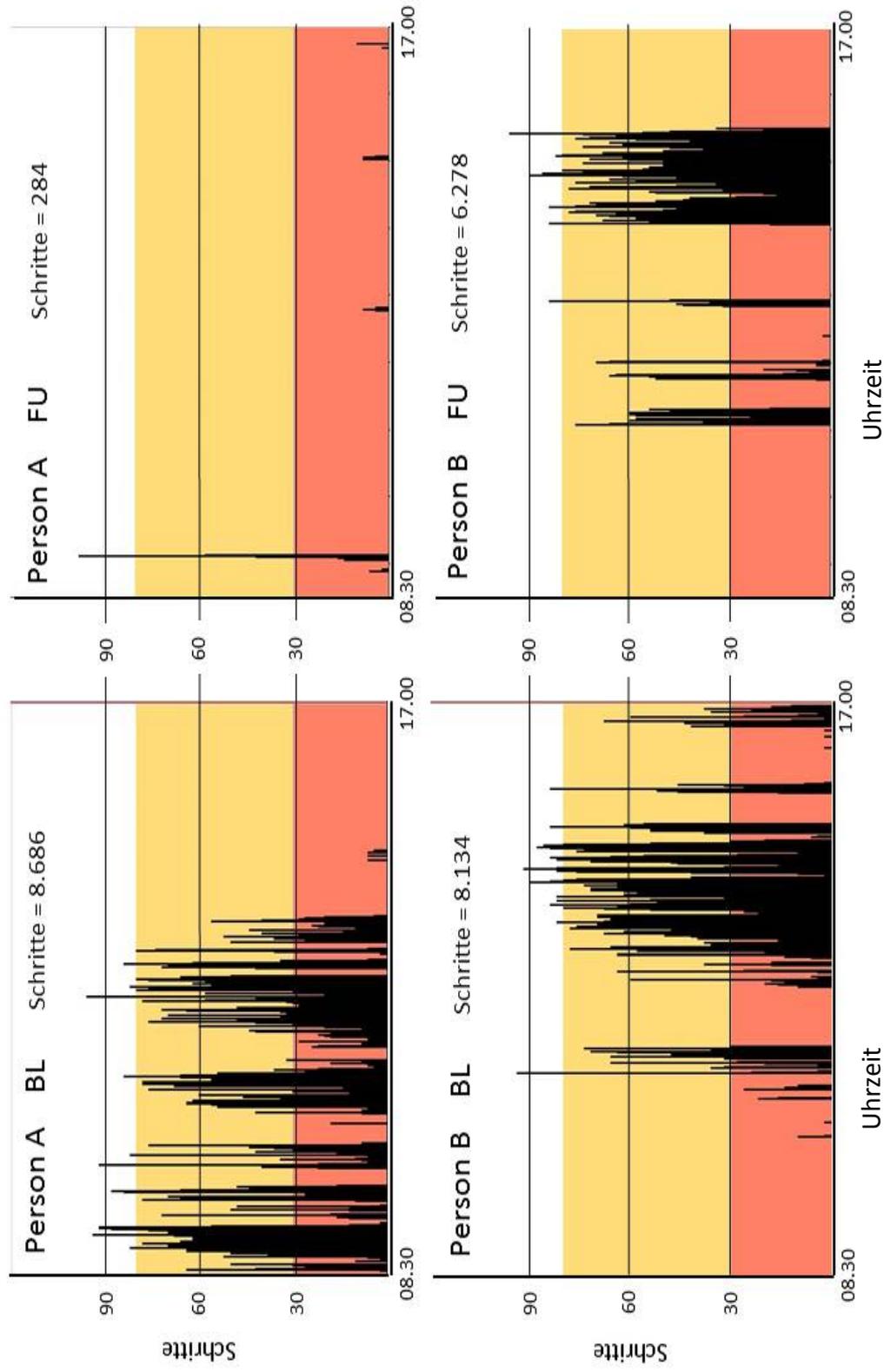
¹⁹ Die Stepwatch3 wurde für geriatrische Patienten konfiguriert (Auswahl innerhalb der Standardkonfigurationen), dass ein moderates Aktivitätsniveau ab 80 Schritten/ Minute gewertet wurde und nicht wie allgemein in der erwachsenen Bevölkerung ab 100 Schritten/ Minute. Gründe dafür sind im Methoden-Kapitel 2.2.3 enthalten.

Gruppen war deutlich. So konnten 79,4% der Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit und 52,6% der Bewohner mit geringer Abnahme das moderat intensive Aktivitätsniveau zu keinem Zeitpunkt erreichen ($\chi^2(1, 101) = 7,11; p = 0,008$). Weibliche Bewohner waren zu beiden Messzeitpunkten moderat intensiv aktiver als männliche Bewohner. Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern lagen jeweils im Zufallsbereich.

Wurde die 12-Uhr Mittagszeit als Teiler für die Schritte, die vormittags und nachmittags bis 17.00 Uhr gegangen wurden, herangezogen, dann war ersichtlich, dass die Bewohner mehr Schritte am Nachmittag als am Vormittag absolvierten. Das galt sowohl zur BL (Mittelwert von ca. 791 Schritten (Median: 309 Schritte) am Vormittag vs. Mittelwert von ca. 1.019 Schritten (Median: 669 Schritte) am Nachmittag) als auch zum FU (Mittelwert von ca. 478 Schritten (Median: 227 Schritte) am Vormittag vs. Mittelwert von ca. 751 Schritte (Median: 353 Schritte) am Nachmittag). Die Konfidenzintervalle waren allerdings jeweils sehr groß. Zwischen den Gruppen gab es zur BL keinen bedeutenden Unterschied bei den Schritten, die vormittags und nachmittags gegangen wurden. Die mittlere Differenz lag bei ca. 405 Schritten am Vormittag und ca. 567 Schritten am Nachmittag jeweils zugunsten der Bewohner mit einer geringen Δv . Auch hier waren die Konfidenzintervalle groß und das Bootstrapping-Verfahren verschob die Unsicherheitsgrenzen jeweils über den Wert Null. Hingegen gab es bedeutende Unterschiede bzgl. der mittleren Differenzen zwischen den Gruppen zum FU. Bei engeren Konfidenzintervallen wurden mittlere Differenzen von 420 Schritten am Vormittag und 679 Schritten am Nachmittag zugunsten der Gruppe mit geringer Δv erzielt ($t_{\text{Vormittag}}(99) = -2,94; p = 0,011$ und $t_{\text{Nachmittag}}(99) = -3,01; p = 0,007$).

Zur Illustration typischer Tagesprofile von Gehaktivitäten sind exemplarisch in Abbildung 10 die Bewegungsprofile von zwei Bewohnern (Person A und Person B) im zeitlichen Verlauf zwischen BL und FU dargestellt. Beide Bewohner gehörten zur BL zu den aktivsten Bewohnern. Sowohl Person A als auch Person B gingen zur BL mit jeweils über 8.000 Schritten deutlich mehr als drei Standardabweichungen über dem Durchschnittswert der gesamten beobachteten Bewohnerschaft (Graphiken auf der linken Seite). In den Graphiken sind jeweils zwei Durchschnittstage der zwei Personen sowohl einer zur BL als auch einer zum FU dargestellt. Zu sehen ist in allen Graphiken, dass die Uhrzeit (die Beobachtungszeit) auf der X-Achse aufgetragen wurde und die Anzahl an Schritten auf der Y-Achse. Der Übergang zwischen der gelben und der weißen Fläche steht für den Übertritt zwischen niedriger und moderater Gehintensität (80 Schritte und mehr pro Minute). Jeder vertikale Strich innerhalb der Fläche zwischen den Achsen entspricht der aufgezeichneten Gehaktivität pro Minute. Somit entspricht die Gesamtsumme der vertikalen Linien der Gesamtsumme an Schritten für die hier jeweils ausgewählten Tage.

Abbildung 10: Typische Bewegungsprofile von zwei Bewohnern (Person A und Person B) zur Baseline und zum Follow-Up



Auf dem ersten Blick sind die unterschiedlichen Aktivitätszeiten der Personen A und B zur BL und im bedeutend geringeren Umfang auch zum FU ersichtlich. Person A war vormittags und nachmittags etwa gleich aktiv. Im Mittel über die drei Beobachtungstage konnten für Person A zur BL jeweils ca. 3.000 Schritte vormittags und nachmittags und zum FU jeweils 100 Schritte gezählt werden. Die hier exemplarisch dargestellten Tage zur BL und FU lagen für Person A jeweils knapp oberhalb der Mittelwerte der beobachteten Tage. Person B hingegen war eher am späten Vormittag und über die Nachmittagszeit aktiv und erreichte durchschnittlich zur BL etwa 400 Schritte am Vormittag und 6.500 Schritte am Nachmittag und zum FU etwa 1.100 Schritte vormittags und 4.500 Schritte nachmittags. Auch die in Abbildung 10 exemplarisch ausgewählten Tage für Person B lagen jeweils knapp oberhalb der Mittelwerte aller Beobachtungstage.

Ebenfalls ist deutlich zu erkennen, dass beide Personen zur BL während ihrer Gehzeit auch moderat intensiv unterwegs waren (vertikale Linien außerhalb des gelben Bereichs). Für Person A und B nahezu vergleichbar lag die mind. moderat intensive Aktivitätszeit bei ca. 60 Minuten. Entsprechend hoch war der prozentuale Anteil moderat intensiver Gehaktivitäten an der gemessenen Gesamtzeit. Der Anteil lag für beide Personen bei ca. 12%. Die ca. 500 Schritte, die Person A gegenüber Person B zur BL mehr zu Fuß unterwegs war, wurden ausschließlich im geringen Intensitätsbereich gegangen. Die Gesamtzeit an Inaktivität betrug für Person A 255 Minuten (50%) und für Person B 318 Minuten (62,4%). Beide Personen konnten nach dem Klassifikationssystemen von Tudor-Locke als hinreichend gehend aktiv bezeichnet werden, um ihre Funktionalität zu erhalten (Durchschnitt > als 6.500 Schritte) und galten als nicht sedentär (> 5.000 Schritte). Ebenfalls erreichten beide Personen die Empfehlungen des ACSM von mind. 30 minütiger moderater Intensität. Jedoch gelang es nur Person B zur BL im Durchschnitt zwei zusammenhängende 10-minütige moderate Intensitätsblocks („Bouts“), zu erzielen. Demnach erreichten beide Personen nicht das intendierte moderat intensive Aktivitätsniveau des ACSM, da hierfür täglich drei „Bouts“ oder ein zusammenhängender Block von 30 Minuten notwendig gewesen wären.

Die Graphiken auf der rechten Seite zeigen in Kombination mit den Graphiken auf der linken Seite zwei typische Verläufe des Gesamtsamples zwischen BL und FU:

- 1.) eine auffallend starke Abnahme der körperlichen Aktivität (starke Verringerung der Gehaktivitäten) zwischen BL und FU verbunden mit einer großen Zunahme der Inaktivitätszeit (Graphik oben rechts für Person A) und
- b.) ein leichter oder ggf. kein Rückgang der körperlichen Aktivität zwischen BL und FU verbunden mit einer geringfügigen bis keinen Zunahme der Inaktivitätszeit (Graphik unten rechts für Person B).

Für Person A wurden zum FU an einem typischen Tag weniger als 300 Schritte aufgezeichnet. Die Inaktivitätszeit betrug 495 Minuten. Das entsprach 97,1% der Gesamtzeit. Damit stieg die Inaktivitätszeit der Person A zwischen BL und FU um 94% an. Es gab lediglich einen Peak von insgesamt einer Minute an dem Person A zum FU mind. moderat intensiv aktiv war (ca.

9.00 Uhr). Dies entsprach einem Verlust moderat intensiver Aktivitätszeit zwischen BL und FU von 98,3%. Das Aktivitätsprofil von Person A entsprach dem Profil von Personen, die körperlich schwer funktionell beeinträchtigt sind und als sesshaft gelten. Für Person B blieben die typischen Bewegungsmuster, die auch zur BL gezeigt wurden (Aktivität am späten Vormittag und über die Nachmittagszeit) zum FU bestehen. Auch Person B verzeichnete einen Rückgang der körperlichen Aktivität, der aber bei weitem nicht das Niveau der Person A erreichte. Insgesamt reduzierte sich für Person B die moderate Intensitätszeit zwischen BL und FU um ca. 25% und lag zum FU bei ca. 45 Minuten. Damit verbrachte Person B ca. 10% der Gesamtbeobachtungszeit mit moderat intensiver Gehaktivität. Anhand der „weicheren“ Kriterien des ACSM konnte Person B weiterhin als moderat intensiv körperlich aktiv und anhand der Tudor-Locke Kriterien als nicht sesshaft gelten. Das traf aber weder für die „harten“ Kriterien des ACSM zu, da keine „10-minütigen Bouts“ erreicht wurden, noch für die notwendige durchschnittliche Schrittzahl von 6.500 Schritten zur Erreichung gesundheitsrelevanter Effekte. Insgesamt stieg die Inaktivitätszeit auf 383 Minuten an. Damit war Person B zum FU durchschnittlich ca. 75% der Zeit inaktiv. Gegenüber der BL-Messung wurde zum FU ein Anstieg der Inaktivitätszeit von ca. 20% verzeichnet.

Bei einer Anwendung des o.g. Musters (durchschnittlich starke Abnahme vs. geringfügige Abnahme der Gehaktivitäten zwischen den Messzeitpunkten) auf das gesamte Sample ergab sich, dass von den 101 teilnehmenden Bewohnern mit Demenz 27 (26,7%) Bewohner zum FU weniger als 10% der Schritte tätigten wie zur BL. Für die Person A aus der Abbildung 10 traf dies genau zu, da sie an dem hier ausgewählten Tag zum FU lediglich 3,2% der Schritte ging wie zu einem ausgewählten Tag zur BL (8.686 vs. 284 Schritte). Alle Bewohner, die zum FU durchschnittlich mehr als 90% weniger Schritte gingen, kamen aus der Gruppe mit einem bedeutenden Verlust der Gehgeschwindigkeit. Keiner entstammte der Gruppe mit einer geringen Δv . Der Unterschied war hochsignifikant $\chi^2(1, 101) = 23,07$; $p < 0,001$. Im Gegensatz dazu verloren 39 (38,6%) Bewohner weniger als 25% der durchschnittlichen Schrittzahl zwischen BL und FU. D.h., diese Bewohner hielten ihre Schrittzahl zum FU bei über 75% im Vergleich zum BL-Niveau. Zu diesen Bewohnern gehörte Person B in Abbildung 10, da sie zum FU 77,2% der Schritte tätigte wie zur BL. Mehrheitlich entstammten die Bewohner mit einer „geringen Änderung“ ihrer Schrittzahl zwischen BL und FU aus der Gruppe mit einer geringen Δv (59,5% vs. 27,0%). Der Unterschied war statistisch signifikant $\chi^2(1, 101) = 7,76$; $p = 0,005$. Die verbleibenden 35 (34,7%) Bewohner reduzierten ihre durchschnittliche Schrittzahl zwischen BL und FU um weniger als 90 aber mehr als 25 Prozent.

Die Reduktion der Schrittzahl zwischen BL und FU hatte für das Sample eine Zunahme der Inaktivitätszeit zur Folge. Wie beschrieben, lag für Person A die Inaktivitätszeit bei ca. 97% der Gesamtbeobachtungszeit. Bezogen auf die durchschnittliche Inaktivitätszeit des Samples konnte folgende Aussage getroffen werden: Insgesamt 39 (38,6%) Bewohner waren zum FU mehr als 95% der Zeit inaktiv. Dabei gab es einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen auf der Grundlage des Cut-off für Δv , denn von der hohen Inaktivitätszeit waren mehrheitlich Bewohner mit einer bedeutenden Δv betroffen (55,6% vs. 10,5%) ($\chi^2(1, 101) =$

19,62; $p < 0,001$). Von den 39 identifizierten Bewohnern mit sehr hohen Inaktivitätswerten zum FU bewegten sich 31 Bewohner im Beobachtungszeitraum gar nicht, obwohl die Mobilität gegeben war. Es wurde vermutet, dass die hohe Inaktivität des Sample und/ oder die Gesamtzahl an Schritten oder Minuten moderater Intensität, die durchschnittlich im Beobachtungszeitraum zum FU gemessen wurden, gemäß den Hypothesen 6 und 7, einen großen Einfluss auf die Beziehung zwischen der Gehgeschwindigkeit und den funktionellen und kognitiven Parametern hatte.

3.5 Einfluss der körperlichen Aktivität auf die Beziehungen zwischen der Gehgeschwindigkeit und funktionellen sowie kognitiven Fähigkeiten

In diesem Kapitel soll die Prüfung der Hypothesen 6 und 7 beschrieben werden. Beide Hypothesen waren in jeweils zwei Unterhypothesen aufgeteilt. Diese Unterhypothesen beschäftigten sich aus unterschiedlichen Perspektiven mit dem Ausmaß der körperlichen Alltagsaktivität von Menschen mit Demenz. Auf der einen Seite wurde das Ausmaß der tatsächlichen Gehaktivitäten im Beobachtungszeitraum betrachtet: die durchschnittliche Gehzeit mit moderater Intensität in Minuten und die durchschnittlich bewältigten Schritte. Auf der anderen Seite wurde der Fokus auf das Ausmaß an Inaktivität als durchschnittliche Inaktivitätszeit in Minuten gelegt. Die körperlichen Aktivitätsmaße, die nachfolgend als Mediatoren in Betracht gezogen wurden, entstammten aus der Follow-up Messung.

Die Voraussetzungen für die Testung der Hypothesen waren allerdings aufgrund der massiven Ungleichverteilung der Bewegungsvariablen zum FU ungünstig. Wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben, gab es für viele Demenzkranke zum FU eine Invarianz zwischen den Bewegungsvariablen. Das lag daran, dass das Sample schlichtweg zu inaktiv war, wobei die Aktivitätsparameter durchschnittlich Null-Werte aufwiesen. So war 25% des Samples zum FU vollständig inaktiv, ohne einen einzigen Schritt innerhalb des Beobachtungszeitraums getätigt zu haben. Für 70% des Samples konnte keine einzige Minute in moderater körperlicher Aktivität nachgewiesen werden. Diese stark linksschiefen Verteilungen der Bewegungsvariablen sollte nicht durch eine Kategorisierung respektive Ordinalskalierung aufgehoben werden, weil die Mediator-Analyse zum Einfluss der Bewegungsvariablen auf die Beziehung zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und dem Ausmaß der funktionellen und kognitiven Fähigkeiten zur Interpretation ein kontinuierliches Skalenniveau voraussetzte.

Zudem wurde davon ausgegangen, dass die Mediatoren - insbesondere die Mediatoren zum Ausmaß der körperlichen Aktivitäten des Gehens - untereinander hoch korrelierten und damit eine Multikollinearität vorlag. Multikollinearität vermindert zwar nicht das statistische Modell, weil der Hauptprädiktor und die Mediatoren das Outcome in der Gesamtheit dennoch gut vorhersagen, aber die Präzision zur Vorhersage des Einflusses der jeweiligen Mediatoren auf das Outcome wäre herabgesetzt oder möglicherweise sogar redundant. Dadurch könnten mögliche indirekte Zusammenhänge zwischen den Maßen verdeckt werden. Um der Multikollinearität zu begegnen, wurde eingangs der Hypothesentestung eine nicht-parametrische Korrelation durchgeführt. Dazu wurden die körperlichen Aktivitätsmaße in linearen Regressionen zusammen mit den funktionellen und kognitiven Fähigkeitsmaßen getestet, um den Varianzinflationsfaktor (VIF) und das Toleranzmaß für Kollinearität zu bestimmen. Anhand des Spearmans Rangkorrelationskoeffizienten, des VIF und der Toleranz sollten die Aktivitätsmaße (Gehen mit moderater Intensität und Anzahl bewältigter Schritte) hinsichtlich ihrer Übereinstimmungen, ihres die Varianz erhöhenden und die Toleranz senkenden Charakters überprüft werden. Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse sind in Tabelle 22 dargestellt.

Wie aus der Tabelle 22 hervorgeht, korrelierten die aktivitätsbezogenen Maßen hoch bis sehr hoch miteinander. Zwischen der moderaten Intensitätszeit und der Schrittzahl lag sogar eine nahezu perfekte Korrelation vor (Spearman- $\rho = 0,910$). Die Beziehungen zwischen Inaktivität und moderater Gehintensität und Inaktivität und Schrittzahl waren jeweils negativ und lagen für die moderate Gehintensität niedriger als für die Schrittzahl. Beide Korrelationen sind zwar bedeutend, liegen aber unterhalb der Schwelle von 0,8 für sehr hohe Korrelationen. In den Kollinearitätstests bezogen auf die kognitiven Maße (SISCO und MMST) konnten äußerst geringe Toleranzen für die Mediatoren Schrittzahl und moderate Intensitätszeit zum FU gemessen werden. Die Werte lagen mit 0,05 (Schrittzahl) und 0,08 (moderate Intensitätszeit) jeweils deutlich unter 0,1. Der VIF lag jeweils deutlich über 10 (21,8 für Schrittzahl und 12,2 für moderate Intensitätszeit). Ähnlich stark außerhalb der Toleranzbereiche bewegten sich die Werte für die Aktivitätsmaße Schrittzahl und moderate Intensitätszeit bezogen auf das Outcome RMI. Die Toleranz für die Schrittzahl und die moderate Intensitätszeit lagen bei 0,05 und 0,09. Die VIF bei 20,7 und 11,7.

Tabelle 22: Höhe der Korrelationskoeffizienten der Aktivitätsmaße zum FU (N = 101 Bewohner)

		Aktivitätsmaße zur FU-Messung als Durchschnittswert über drei Erhebungstage		
		Inaktivität (Zeit in min)	Moderate Gehintensität (Zeit in min)	Schrittzahl
Inaktivität (Zeit in min)	Spearman- ρ	1,000	-,502	-,761
	p-Wert ¹	.	< ,001	< ,001
Moderate Gehintensität (Zeit in min)	Spearman- ρ	-,502	1,000	,910
	p-Wert ¹	< ,001	.	< ,001
Schrittzahl	Spearman- ρ	-,761	,910	1,000
	p-Wert ¹	< ,001	< ,001	.

¹p-Wert bezogen auf die zweiseitige Testung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman; min = Minuten

Aus Gründen der sehr hohen Multikollinearität und der starken Häufung der Null-Werte wurde das Aktivitätsmaß „moderate Gehintensität in Minuten“ aus den Mediator-Analysen ausgeschlossen. Bei einem abschließenden Kollinearitätstest ohne das Aktivitätsmaß „moderate Gehintensität in Minuten“ ergaben sich für die verbliebenen potentiellen Mediatoren „normalisierte“ Toleranzwerte (jeweils über 0,4) und Varianzinflationsfaktoren (jeweils ca. 2,5).

Dennoch sollten die anschließenden Mediator-Analysen dem Umstand der verbleibenden gegenseitigen Beeinflussung der Mediatoren gerecht werden (siehe Tabelle 22). Dazu wurden die potentiellen Mediatoren gleichzeitig und seriell in die Analyse aufgenommen und zwischen die direkte Beziehung von Δv (Abnahme der Gehgeschwindigkeit) und die funktionell-mobilitätsbezogenen und globalen kognitiven Zielvariablen geschoben. Die Mediatoren werden in der nachfolgenden Darstellung der Ergebnisse als M_1 (durchschnittliche Inaktivitätszeit in Minuten) und M_2 (durchschnittliche Schrittzahl) bezeichnet. Der Hauptprädiktor (nachfolgend als X bezeichnet) war in allen Modellen die bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit (Cut-off Δv). Die primären Zielvariablen (nachfolgend als Y bezeichnet) waren die funktionellen Fähigkeiten zur Follow-up Messung (gemessen anhand des RMI-Scores zum FU) und die kognitiven Fähigkeiten (gemessen anhand der individuellen Ausprägung der MMST-Scores und der SISCO-Scores zum FU).

3.5.1 Einfluss der körperlichen Aktivität auf die Beziehung zwischen Gehgeschwindigkeit und funktionellen Fähigkeiten

Die Ergebnisse der adjustierten Mediator-Analyse zum Einfluss der körperlichen Aktivität auf die Beziehung zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und dem RMI Score zum FU sind in Tabelle 23 dargestellt. Bei der multiplen Mediator-Analyse ging es darum, den indirekten Einfluss der körperlichen Aktivitätsparameter „Ausmaß der Inaktivität“ und der „Gesamtschrittzahl“ gleichzeitig auf die direkte Beziehung zwischen der bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit und den funktionellen mobilitätsbezogenen Fähigkeiten zu prüfen. Der gesamte Einfluss von Δv auf RMI_{FU} wurde mit dem totalen Effekt-Koeffizient von 3,86 (SE = 1,64) ausgedrückt. Der totale Effekt-Koeffizient ist die Summe aus dem direkten Effekt von Δv auf den RMI und dem Produkt der partiellen indirekten Effekte auf den RMI (siehe die Pfeile in Abbildung 11). Der direkte Effekt-Koeffizient von X (Δv) auf Y (RMI) - bezeichnet als c' - betrug 1,81 und das Produkt der partiellen indirekten Effekt-Koeffizienten von X über M_1 und M_2 auf Y betrug 2,05. Das bedeutete, dass die Bewohner mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit im RMI-Verlauf um insgesamt 3,86 Punkte besser abschnitten. Der totale Effekt war statistisch signifikant ($t(90) = 2,36$; 95%CI = 0,60 bis 7,12; $p = 0,021$).

Wie die Tabelle 23 und insbesondere die Abbildung 11 zeigen, hatte Δv einen signifikanten Einfluss auf den Mediator M_1 Inaktivität ($a_1 = -29,96$; $p = 0,010$), aber aufgrund der starken Beziehung zwischen den Mediatoren keinen signifikanten Einfluss auf den Mediator M_2 Anzahl an Schritten. Da hier die nicht-standardisierten Koeffizienten berichtet werden, heißt das, dass Bewohner mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit zum Follow-up durchschnittlich 30 Minuten weniger inaktiv waren (M_1) als Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit.

Allerdings hatte ausschließlich der Mediator M_1 Inaktivität einen signifikanten Einfluss auf den Summenwert des RMI_{FU} ($b_1 = -0,07$ ($t(90) = -3,35$ $p = 0,001$)). Jede zusätzliche Minute an Inaktivität verringerte den RMI_{FU} um 0,07 Punkte. Der gesamte indirekte Effekt (Produkt $a_1 b_1$) lag bei 2,06 (SE = 1,02). Dieser Mediationseffekt ist in der Abbildung 11 durch die fetten

Pfeile gekennzeichnet. Das um die Verzerrung korrigierte Konfidenzintervall des gesamten indirekten Effektes unter Verwendung eines Bootstrappings mit 10.000 Samples lag mit Werten zwischen 0,39 und 4,38 vollständig über Null. Der verbleibende Mediator M_2 ($b_2 = -0,001$; $p = 0,977$) hatte dagegen keinen Einfluss auf den RMI_{FU} .

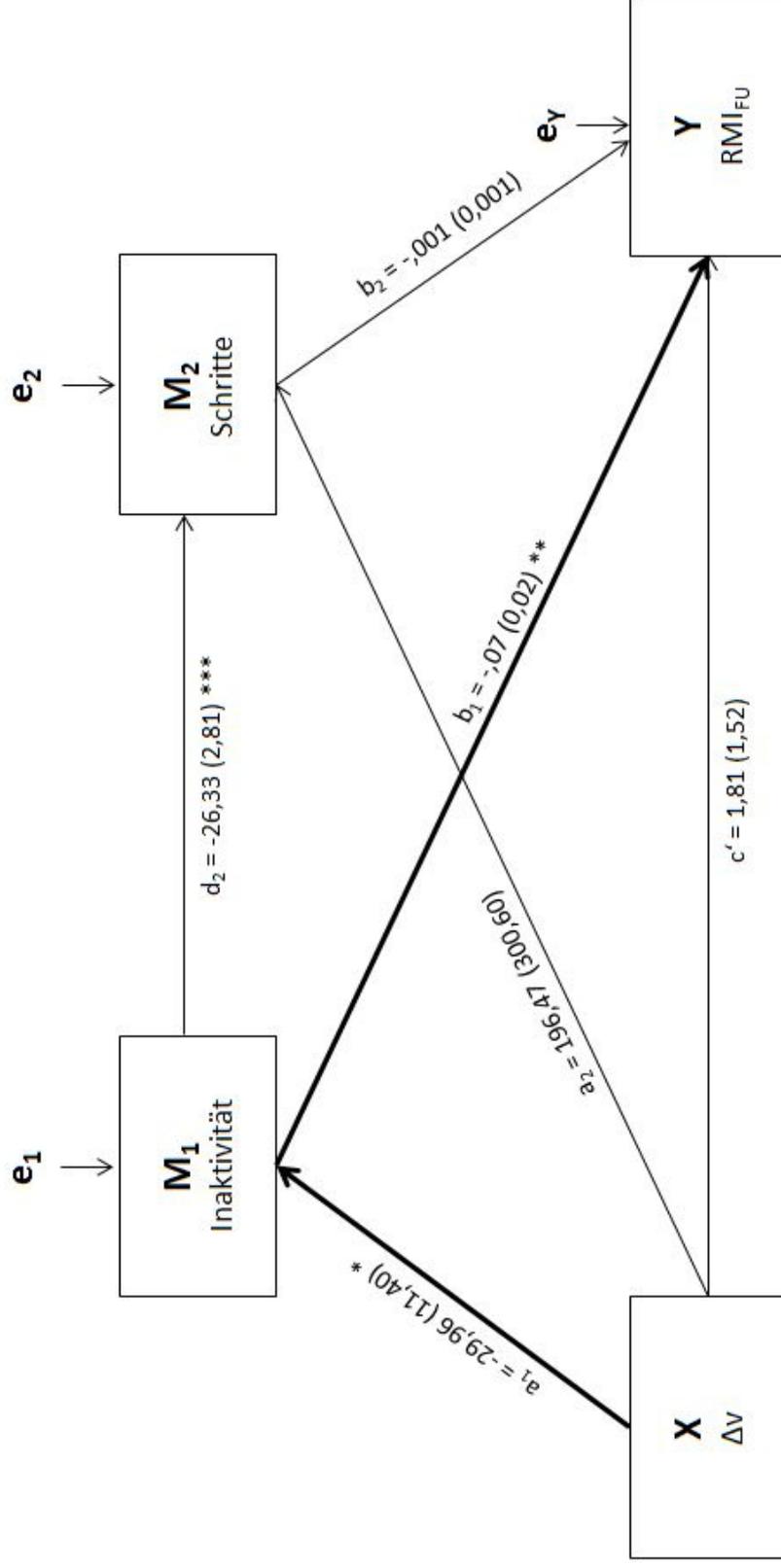
Die Abbildung 11 lässt sich anhand der fettgedruckten Pfeile folgendermaßen lesen: Bewohner mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit waren gleichzeitig weniger inaktiv ($a_1 = -30$ Minuten) und wiesen höhere Werte im RMI zum FU auf. Das lag daran, dass jede zusätzliche Minute an Inaktivität mit einer Abnahme von $b_1 = ,07$ Punkten im RMI verbunden war. Der direkte Einfluss von Δv auf RMI_{FU} ($c' = 1,81$) war dagegen statistisch nicht signifikant ($t(90) = 1,19$; $p = 0,237$). D.h., nur unter Berücksichtigung der Mediatoren (Summe der Produkte der partiellen indirekten Effekt-Koeffizienten = 2,05) wurde der Einfluss von Δv auf RMI_{FU} bedeutend erhöht und erreichte dadurch seinen signifikanten Einfluss (signifikanter totaler Effekt-Koeffizient = 3,86). Der gesamte partielle Effekt-Koeffizient wurde entscheidend durch den Effekt der Inaktivität beeinflusst ($a_1 b_1 = 2,06$), sodass die Summe der partiellen Effekt-Koeffizienten von 2,05 größer war als der direkte Effektkoeffizient von 1,81.

Aus der Tabelle 23 geht zusätzlich der Einfluss der Kovariaten auf die einzelnen Interaktionsmodelle zwischen X (Δv), den jeweiligen Mediatoren M_1 (Inaktivität) und M_2 (Anzahl an Schritten) und Y (RMI_{FU}) hervor. Es zeigte sich ein signifikanter Einfluss der Demenzschwere auf das Ausmaß an Inaktivität ($t(92) = 2,03$; $p = 0,046$). Bewohner mit einer schweren Demenz verbrachten im Durchschnitt etwa 25,1 Minuten weniger Zeit mit gehenden Aktivitäten als weniger schwer erkrankte Bewohner. Auch die Höhe des Ausgangswertes im RMI hatte einen signifikanten Einfluss auf das Ausmaß an Inaktivität ($t(92) = -2,48$; $p = 0,015$). Mit jedem zusätzlichen Punkt im RMI verringert sich das Ausmaß an Inaktivität um ca. drei Minuten. Beide Effekte verloren sich allerdings im abschließenden Modell mit dem primären Outcome Y (RMI_{FU}). Interessanter Weise hatte RMI_{BL} im Gesamtmodell keinen bedeutenden Einfluss auf RMI_{FU} ($t(90) = 1,67$; $p = 0,099$). Für das Gesamtmodell konnte eine hohe Varianzaufklärung von $R^2 = 0,58$; $p < 0,001$ erreicht werden.

Tabelle 23: Multiple Mediatoranalyse für RMI_{FU} - Model-Koeffizienten für Δv und die Mediatoren Inaktivität und Schrittzahl

Prädiktoren	Outcome/ abhängige Variable											
	M ₁ (Inaktivität (Zeit in min))				M ₂ (Schritte)				Y (RMI _{FU})			
	Koeff.	SE	p		Koeff.	SE	p		Koeff.	SE	p	
X (geringe Δv)	a ₁	-29,96	11,40	,010	a ₂	196,47	300,60	,515	c'	1,81	1,52	,237
M ₁ (Inaktivität (Zeit in min))				d ₂	-26,33	2,81	<,0001	b ₁	-,07	,02	,0001	
M ₂ (Schritte)								b ₂	,001	,001	,977	
C ₁ (weibliches Geschlecht)	e _{1,1}	-27,77	14,65	,062	e _{2,1}	-40,34	378,85	,916	e _{y,1}	-2,14	1,91	,267
C ₂ (Implementierung)	e _{1,2}	-1,52	10,62	,887	e _{2,2}	-433,89	268,70	,110	e _{y,2}	-,50	1,38	,718
C ₃ (Barthel-Index)	e _{1,3}	,13	,36	,730	e _{2,3}	-3,01	9,20	,745	e _{y,3}	,09	,05	,068
C ₄ (schwere Demenz)	e _{1,4}	25,11	12,36	,046	e _{2,4}	614,55	320,61	,059	e _{y,4}	-1,17	1,66	,481
C ₅ (Alter in Jahren)	e _{1,5}	1,10	,82	,182	e _{2,5}	16,53	20,85	,430	e _{y,5}	,001	,11	,993
C ₆ (Depression vorhanden)	e _{1,6}	-1,70	10,86	,876	e _{2,6}	-13,82	274,93	,960	e _{y,6}	-2,30	1,39	,101
C ₇ (RMI zur BL)	e _{1,7}	-3,05	1,23	,015	e _{2,7}	16,54	32,33	,610	e _{y,7}	,27	,16	,099
Konstante	i _{M1}	437,81	71,32	<,0001	i _{M2}	11467,1	2184,24	<,0001	i _y	38,74	12,79	,003
				R ² = 0,31				R ² = 0,62				R ² = 0,58
				F(8,92) = 4,39; p <,0001				F(9,91) = 14,25; p <,0001				F(10,90) = 10,99; p <,0001

RMI_{FU} = RMI-Summenwert zur Follow-up Messung; Inaktivität = durchschnittliche Zeit in Minuten, in denen die Bewohner nicht gegangen sind; Schritte = durchschnittliche Anzahl an Schritten
 min = Minuten; p = Signifikanzniveau (Werte unterhalb ,05 sind fettgedruckt); Koeff. = Koeffizient; SE = Standardfehler; X = Prädiktor; M₁ = Mediator 1; M₂ = Mediator 2; Y = Outcome; a₁ = Einfluss von X auf M₁; a₂ = Einfluss von X auf M₂; b₁ = Einfluss von M₁ auf Y; b₂ = Einfluss von M₂ auf Y; c' = Einfluss von X auf Y; d₂ = Einfluss von M₁ auf M₂; e_{1,1} bis e_{1,7} = Einflüsse der Kovariaten auf die Mediatoren (M₁ und M₂) und das Outcome Y; i_{M1} = Modellkonstante für Einfluss von X und C₁ bis C₇ auf M₁; i_{M2} = Modellkonstante für Einfluss von X, M₁ und C₁ bis C₇ auf M₂; i_y = Modellkonstante für Einfluss von X, M₁, M₂ und C₁ bis C₇ auf Y

Abbildung 11: Statistisches Diagramm des Multiplen Mediationsmodells der körperlichen Aktivitäten auf die Beziehung zwischen Δv und RMI_{FU} 

Signifikanzniveaus * $p < ,05$; ** $p < ,01$; *** $p < ,001$. Der fettgedruckte Pfad gibt die signifikante Wirkung auf das Outcome an. Alle Koeffizienten sind um die Kovariaten bereinigt. Aus Gründen der besseren Darstellung sind die Koeffizienten der Kovariaten und deren Wirkungen auf die Prädiktoren/ Mediatoren nicht abgebildet. Deren Einflussnahme ist durch die Symbole e_1 , e_2 und e_y gekennzeichnet. Die Beschreibung der Modellparameter sind der Legende der Tabelle 23 zu entnehmen. Die Modellparameter zeigen ausschließlich die jeweils direkten Beziehungen zwischen dem Prädiktor und den Mediatoren, dem Prädiktor und dem Outcome, den Mediatoren und dem Outcome und zwischen den Mediatoren.

Für die Hypothese 6a bedeutete das Ergebnis der multiplen Mediatoranalyse, dass die Nullhypothese aufrechterhalten blieb. Die Anzahl an Schritten pro Tag hatte keinen Einfluss auf die Beziehung zwischen der bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der damit einhergehenden signifikanten Abnahme der funktionellen mobilitätsbezogenen Fähigkeiten. Auf der anderen Seite musste auf der Grundlage der multiplen Mediatoranalyse die Nullhypothese der Hypothese 6b verworfen werden. Demzufolge war laut Alternativhypothese das Ausmaß der Inaktivitätszeit ein bedeutender Mediator für die Beziehung zwischen Δv und dem RMI zum FU. Nur unter Berücksichtigung des Ausmaßes an Inaktivität konnte die bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit bei Bewohnern mit Demenz entscheidend auf die Abnahme der funktionellen mobilitätsbezogenen Fähigkeiten einwirken.

3.5.2 Einfluss der körperlichen Aktivität auf die Beziehung zwischen der Gehgeschwindigkeit und der kognitiven Fähigkeit

Die Ergebnisse der um die Kovariaten bereinigten multiplen seriellen Mediatoranalyse zum Einfluss der körperlichen Aktivität auf die Beziehung zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und den globalen kognitiven Fähigkeiten werden für die Outcomes MMST- und SISCO-Summenwerte zur Follow-up Messung dargestellt. Die tabellarische und graphische Aufbereitung erfolgt für die Zielvariable $MMST_{FU}$ in der Tabelle 24 und in der Abbildung 12 und für die Zielvariable $SISCO_{FU}$ in der Abbildung 13 und der Tabelle 32 im Anhang.

Der gesamte oder totale Einfluss von Δv auf die kognitiven Leistungen zum Follow-up wurde anhand der absoluten Effekt-Koeffizienten von 2,58 (SE = 0,99) für $MMST_{FU}$ und 2,54 (SE = 1,50) für $SISCO_{FU}$ beschrieben. Das bedeutete, dass die Bewohner, die eine geringe Abnahme der Gehgeschwindigkeit aufwiesen, auch bei der abschließenden Testung der kognitiven Fähigkeiten besser abschnitten und zwar um jeweils etwa 2,5 Punkte im MMST und SISCO. Der Unterschied war hingegen nur für den MMST statistisch signifikant: $t(90) = 2,62$; $p = 0,011$. Das 5%ige Signifikanzniveau des Unterschieds für Δv auf den SISCO-Score wurde verfehlt ($t(90) = 1,69$; $p = 0,095$).

Wie in Tabelle 24 und der dazugehörigen Abbildung 12 zu sehen ist, hatte Δv im Mediationsmodell für den $MMST_{FU}$ einen signifikanten Einfluss auf den Mediator M_1 Inaktivität (Effekt-Koeffizient $a_1 = -33,55$; $t(92) = -2,68$; $p = 0,009$). Der Einfluss von Δv auf den Mediator M_1 Inaktivität im Mediationsmodell für den $SISCO_{FU}$ war in etwa vergleichbar groß und ebenfalls statistisch signifikant (siehe Tabelle 32 im Anhang). Der Einfluss der Abnahme der Gehgeschwindigkeit auf M_2 Anzahl an Schritten war in beiden Modellen etwa vergleichbar groß, aber jeweils unbedeutend. Dafür war der Einfluss den M_1 (Inaktivität) auf M_2 (Anzahl an Schritten) ausübte in beiden Modellen sehr stark. Bezüglich der bedeutenden Einflussnahme von Δv auf die Mediatoren verblieb die Aussage, dass auf Grundlage der nicht-standardisierten Koeffizienten Bewohner mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit zum Follow-up durchschnittlich ca. 33,5 (Modell $MMST_{FU}$) bzw. 33

Minuten (Modell SISCO_{FU}) weniger inaktiv waren als Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit.

Der direkte Einfluss von Δv (c') auf die Leistungen in den kognitiven Testungen war in den multiplen Mediationsanalysen jeweils statistisch signifikant. Dieser Mediationseffekt ist in den Abbildungen 12 und 13 durch einen fetten Pfeil gekennzeichnet. Der direkte Einfluss der Änderung der Gehgeschwindigkeit betrug für MMST_{FU} $c' = 2,91$ (SE = 1,04; 95%CI = 0,61 bis 4,54) und war auf dem 5%-Niveau statistisch signifikant: $t(90) = 2,46$; $p = 0,011$. Der direkte Einfluss der Änderung der Gehgeschwindigkeit betrug für SISCO_{FU} $c' = 3,20$ (SE = 1,57; 95%CI = 0,08 bis 5,53) und war ebenfalls statistisch signifikant: $t(90) = 2,04$; $p = 0,045$. Die Signifikanz des direkten Einflusses von Δv auf die globalen kognitiven Fähigkeiten sprach gegen die Hypothese einer Mediation durch die körperlichen Aktivitätsparameter. Das ließ sich auch daran erkennen, dass die oben berichteten gesamten Effekt-Koeffizienten für Δv auf die kognitiven Fähigkeiten (2,58 für MMST_{FU} und 2,54 für SISCO_{FU}) nur geringfügig kleiner ausfielen als die direkten Effekte von Δv auf die kognitiven Fähigkeiten (2,91 für MMST_{FU} und 3,20 für SISCO_{FU}). Durch die Hinzunahme der Mediatoren verringerte sich demnach der gesamte Einfluss von Δv auf die Kognition nur leicht. Zusätzlich hatte keiner der potentiellen Mediatoren einen über den Zufall hinausgehenden Einfluss auf die Variation der Leistung in den kognitiven Testungen. Hierzu werden jeweils die Werte b_1 und b_2 in der Tabelle 23 und Tabelle 32 im Anhang und in den Abbildungen 12 und 13 berichtet.

Bezogen auf die einzelnen Interaktionen zwischen dem Prädiktor Δv und den jeweiligen Mediatoren M_1 (Inaktivität) und M_2 (Anzahl an Schritten) zeigte sich in beiden Modellen ein signifikanter Einfluss des Geschlechts auf das Ausmaß an Inaktivität. Der Geschlechtereffekt bedeutete positiv formuliert, dass männliche Bewohner durchschnittlich 32 Minuten inaktiver waren als weibliche Bewohner (MMST: $t(92) = -2,08$; $p = 0,041$ und SISCO: $t(92) = -2,08$; $p = 0,041$). Der Geschlechtereffekt verlor sich aber in den abschließenden Modellen mit allen Prädiktoren für die kognitiven Outcomes. Neben der Abnahme der Gehgeschwindigkeit konnte in den Endmodellen nur ein signifikanter Effekt der jeweiligen Ausgangswerte der kognitiven Testungen auf die Follow-up Werte festgestellt werden. Der Koeffizient betrug für das primäre Outcome MMST_{FU} 0,89 ($t(90) = 7,72$; $p < 0,001$) und SISCO_{FU} 0,98 ($t(90) = 9,92$; $p < 0,001$). Das bedeutete, dass mit jedem zusätzlichen Punkt sowohl im MMST als auch im SISCO zur BL der jeweilige FU-Wert um einen Punkt höher lag. Die Varianzaufklärungen von $R^2 = 0,80$; $p < 0,001$ für MMST_{FU} und $R^2 = 0,83$; $p < 0,001$ für SISCO_{FU} waren sehr hoch.

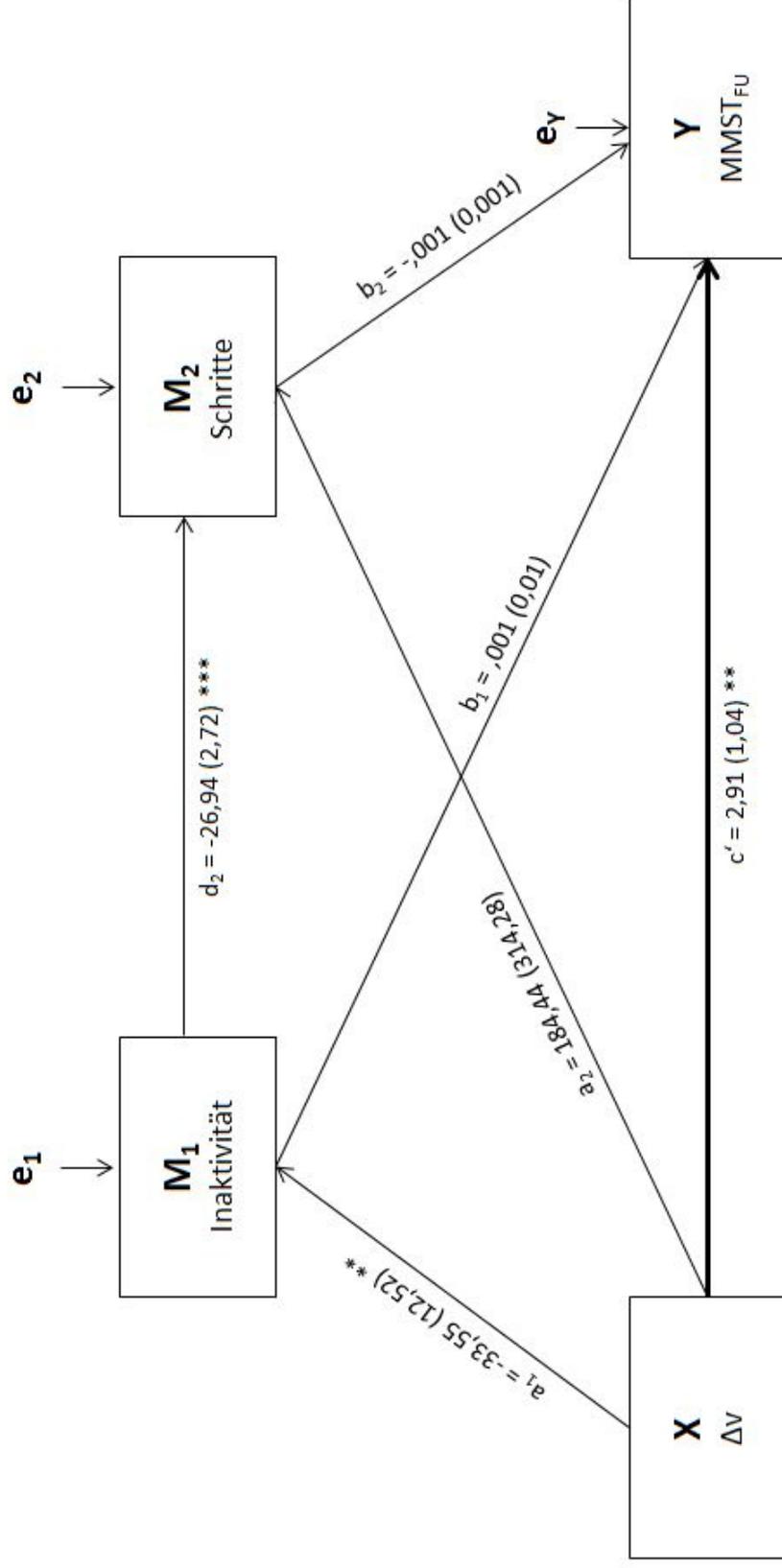
Für die Hypothesen 7a und 7b bedeutete das Ergebnis der multiplen seriellen Mediatoranalysen, dass die Nullhypothese aufrechterhalten blieb. Weder das Ausmaß der Inaktivität noch die durchschnittliche Schrittzahl konnten die Beziehung zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und den damit einhergehenden Unterschieden in der globalen Kognition bedeutend beeinflussen. Die schlechtere globale Kognition zum FU ging allein auf eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit zurück.

Tabelle 24: Multiple Mediatoranalyse für MMST_{FU} - Model-Koeffizienten für Δv und die Mediatoren Inaktivität und Schrittzahl

	Outcome/ abhängige Variable											
	M ₁ (Inaktivität (Zeit in min))				M ₂ (Schritte)				Y (MMST _{FU})			
	Koeff.	SE	p		Koeff.	SE	p		Koeff.	SE	p	
X (geringe Δv)	a ₁	-33,55	12,52	,009	a ₂	184,44	314,28	,559	c'	2,91	1,04	,006
M ₁ (Inaktivität (Zeit in min))				d ₂	-26,94	2,72	<,001		b ₁	,001	,01	,920
M ₂ (Schritte)								b ₂	-,001	,001	,487	
C ₁ (weibliches Geschlecht)	e _{1,1}	-32,17	15,50	,041	e _{2,1}	-103,28	382,35	,788	e _{y,1}	-2,29	1,26	,073
C ₂ (Implementierung)	e _{1,2}	,08	11,44	,994	e _{2,2}	-533,66	274,76	,056	e _{y,2}	,78	,93	,402
C ₃ (Barthel-Index)	e _{1,3}	-,55	,29	,060	e _{2,3}	2,03	7,10	,776	e _{y,3}	,01	,02	,560
C ₄ (schwere Demenz)	e _{1,4}	25,34	22,30	,259	e _{2,4}	295,81	540,04	,585	e _{y,4}	1,58	1,78	,377
C ₅ (Alter in Jahren)	e _{1,5}	1,40	,89	,118	e _{2,5}	25,02	21,70	,253	e _{y,5}	-,08	,07	,299
C ₆ (Depression vorhanden)	e _{1,6}	-4,71	11,47	,683	e _{2,6}	24,82	275,74	,929	e _{y,6}	-,20	,91	,823
C ₇ (MMST zur BL)	e _{1,7}	,10	1,45	,942	e _{2,7}	-34,98	34,71	,317	e _{y,7}	,89	,11	<,001
Konstante	i _{M1}	388,06	74,08	<,001	i _{M2}	11750,6	2068,45	<,001	i _y	3,72	8,10	,648
				R ² = 0,26				R ² = 0,63				R ² = 0,80
				F(8,92) = 3,48; p = ,002				F(9,91) = 14,47; p < ,001				F(10,90) = 30,55; p < ,001

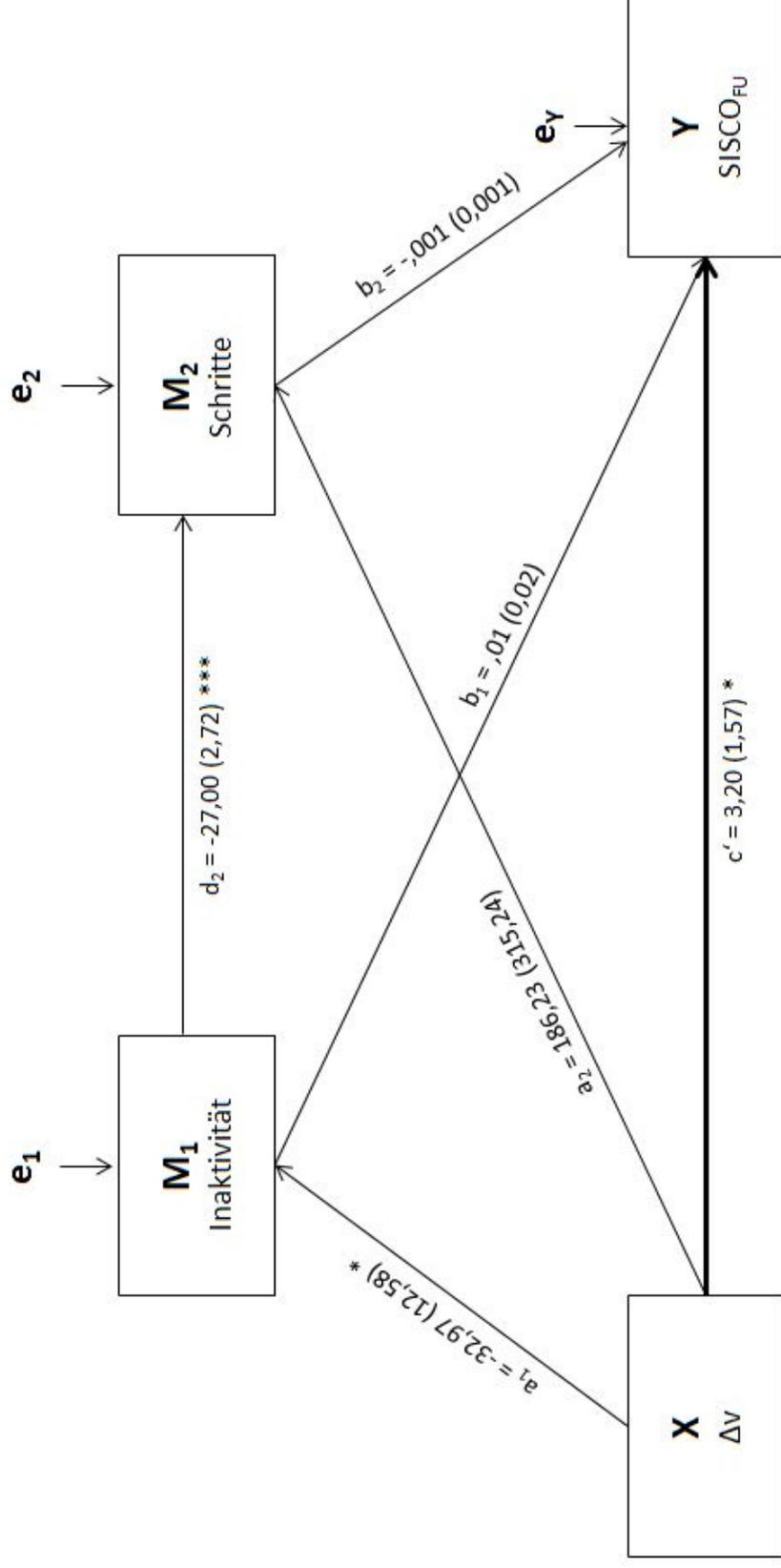
MMST_{FU} = MMST-Summenwert zur Follow-up Messung; Inaktivität = durchschnittliche Zeit in Minuten, in denen die Bewohner nicht gegangen sind; Schritte = durchschnittliche Anzahl an Schritten in Minuten; p = Signifikanzniveau (Werte unterhalb ,05 sind fettgedruckt); Koeff. = Koeffizient; SE = Standardfehler; X = Prädiktor; M₁ = Mediator 1; M₂ = Mediator 2; Y = Outcome; a₁ = Einfluss von X auf M₁; a₂ = Einfluss von X auf M₂; b₁ = Einfluss von M₁ auf Y; b₂ = Einfluss von M₂ auf Y; c' = Einfluss von X auf Y; d₂ = Einfluss von M₂ auf Y; e_{1,1} bis e_{1,7} = Einflüsse der Kovariaten auf die Mediatoren (M₁ und M₂) und das Outcome Y; i_{M1} = Modellkonstante für Einfluss von X und C₁ bis C₇ auf M₁; i_{M2} = Modellkonstante für Einfluss von X, M₁ und C₁ bis C₇ auf M₂; i_y = Modellkonstante für Einfluss von X, M₁, M₂ und C₁ bis C₇ auf Y; MMST = MiniMental State-Test; BL = Baseline Messung

Abbildung 12: Statistisches Diagramm des Multiplen Mediationsmodells für die Beziehung zwischen Δv und $MMST_{FU}$



Signifikanzniveau * $p < ,05$; ** $p < ,01$; *** $p < ,001$. Der fettgedruckte Pfad gibt die signifikante Wirkung auf das Outcome an. Alle Koeffizienten sind um die Kovariaten bereinigt. Aus Gründen der besseren Darstellung sind die Koeffizienten der Kovariaten und deren Wirkungen auf die Prädiktoren/ Mediatoren nicht abgebildet. Deren Einflussnahme ist durch die Symbole e_1 , e_2 und e_y gekennzeichnet. Die Beschreibung der Modellparameter sind der Legende der Tabelle 24 zu entnehmen. Die Modellparameter zeigen ausschließlich die jeweils direkten Beziehungen zwischen dem Prädiktor und den Mediatoren, dem Prädiktor und dem Outcome, den Mediatoren und dem Outcome und zwischen den Mediatoren.

Abbildung 13: Statistisches Diagramm des Multiplen Mediationsmodells für die Beziehung zwischen Δv und $SISCO_{FU}$



Signifikanzniveau $*p < ,05$; $**p < ,01$; $***p < ,001$. Der fettgedruckte Pfad gibt die signifikante Wirkung auf das Outcome an. Alle Koeffizienten sind um die Kovariaten bereinigt. Aus Gründen der besseren Darstellung sind die Koeffizienten der Kovariaten und deren Wirkungen auf die Prädiktoren/ Mediatoren nicht abgebildet. Deren Einflussnahme ist durch die Symbole e_1 , e_2 und e_Y gekennzeichnet. Die Beschreibung der Modellparameter sind der Legende der Tabelle 32 im Anhang zu entnehmen. Die Modellparameter zeigen ausschließlich die jeweils direkten Beziehungen zwischen dem Prädiktor und den Mediatoren, dem Prädiktor und dem Outcome, den Mediatoren und dem Outcome und zwischen den Mediatoren.

4 DISKUSSION

4.1 Die Reproduzierbarkeit und Responsivität der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz in stationären Einrichtungen

Bevor in diesem Kapitel auf die Präzision und die Sensitivität der Gehgeschwindigkeitsmessung bei Menschen mit Demenz eingegangen wird, sollen die gemessenen Gehgeschwindigkeiten dieses Sample in Relation zu Geschwindigkeiten anderer Studiensamples gesetzt werden. Das in dieser Studie untersuchte Sample an Pflegeheimbewohnern mit Demenz hatte zur Baseline ein Durchschnittsalter von 84,6 Jahren, einen durchschnittlichen MMST von 10,5 Punkten und einen Frauenanteil von ca. 82%. Das vorliegende Sample unterschied sich in der durchschnittlich erzielten Gehgeschwindigkeit zur BL deutlich von Studien, die zu Hause lebende Menschen mit Demenz untersuchten. In der vorliegenden Studie wurde eine durchschnittliche Gehgeschwindigkeit zur BL von 0,51 m/s ermittelt. Bisherige Gehgeschwindigkeiten aus Samples von zu Hause lebenden Menschen mit leichter Demenz oder weniger stark ausgeprägten kognitiven Beeinträchtigungen (MMST-Werte zwischen 21,0 und 24,8) rangierten zwischen 1,0 und 1,07 m/s (Gras et al., 2015; Wittwer et al., 2008; Wittwer et al., 2013). Laut der Klassifikation von Middleton und Kollegen standen die Studiensamples zu Hause lebender Menschen mit leichter Demenz an der Schwelle von 1,0 m/s. Gehgeschwindigkeiten unterhalb dieses Schwellenwertes prognostizieren deutliche Einschränkung der unteren Extremitäten innerhalb der nächsten Jahre (Middleton et al., 2015). Die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit des in dieser Arbeit vorgestellten Samples lag weit unterhalb des Schwellenwertes von 1,0 m/s und auch unterhalb des Schwellenwertes von 0,8 m/s, welcher sowohl als Indikator für weitreichende kognitive und funktionell-motorische Einschränkungen als auch mit erhöhtem Pflegebedarf in Verbindung gebracht wird.

Daher überrascht es nicht, dass die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit des vorgestellten Samples in weitgehender Übereinstimmung mit den durchschnittlichen Gehgeschwindigkeiten von Studiensamples stand, die ebenfalls ausschließlich Pflegeheimbewohner mit Demenz berücksichtigten. Diese Gehgeschwindigkeiten lagen zwischen 0,30 m/s (Tappen et al., 1997) und 0,77 m/s (Blankevoort et al., 2013). Es konnte ein augenscheinlicher Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der kognitiven Beeinträchtigung und der Gehgeschwindigkeit festgestellt werden: je geringer die Gehgeschwindigkeit, desto geringer die Punktzahl im MMST. So betrug in der erwähnten Studie von Tappen und Kollegen der MMST durchschnittlich 9,3 Punkte (Tappen et al., 1997), in der Studie von Bossers und Kollegen mit einer durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit von 0,70 m/s für die kombinierte Gruppe 15,8 Punkte (Bossers et al., 2015) und in der Studie von Blankevoort und Kollegen durchschnittlich 19,2 Punkte (Blankevoort et al., 2013). Das Gros der Studien ermittelte für die Bewohner eine Gehgeschwindigkeit von 0,46 bis 0,53 m/s (Blankevoort et al., 2013; Fox et al., 2014; Munoz-Mendoza et al., 2011; Ries et al., 2009;

Telenius et al., 2015a; Thomas & Hageman, 2002; Toots et al., 2017), in der sich die in der vorliegenden Arbeit ermittelten 0,51 m/s gut einfügten. Allerdings lagen die durchschnittlich erreichten Werte für den MMST in diesen Studien zwischen 14,9 bis 16,9 Punkten. Dahingehend könnte das in dieser Arbeit untersuchte Sample mit einem durchschnittlichen Punktwert von 10,5 im MMST vergleichsweise stärker kognitiv aber weniger funktionell beeinträchtigt sein. Ein Grund war möglicherweise, dass bei den Bewohnern in der vorliegenden Studie auch zum zweiten Messzeitpunkt nach 16 Monaten eine Gehfähigkeit vorliegen sollte. Daher war das Sample selektiver bzgl. Mortalität und Funktionalität der unteren Extremitäten. Diesem Selektionskriterium mussten die anderen Studiensamples nicht genügen, da sie zumeist ausschließlich zur Prüfung der Güte der Gehgeschwindigkeit konzipiert waren mit einer kurzen Nachbeobachtungszeit von i.d.R. einer Woche. Auch das RCT von Toots und Kollegen (MMST und Gehgeschwindigkeit zur BL von 14,9 Punkten und 0,47 m/s) hatte relativ kurze Spannen zwischen den Prä- und Post-Messungen von vier respektive sieben Monaten (Toots et al., 2017).

Bezüglich des durchschnittlichen Alters (80,5 bis 84,7 Jahre) und der Geschlechterverteilung (65%-100% Frauen) waren die Samples aus der Literatur mit dem Sample der vorliegenden Studie durchaus vergleichbar. Die größte Ähnlichkeit bestand mit dem Sample der Studie von Ries und Kollegen. Diese Studie untersuchte 31 Pflegeheimbewohner mit moderater bis schwerer Demenz (durchschnittlicher MMST = 10,2 Punkte), einem Durchschnittsalter von 80,5 Jahren und einem Frauenanteil von ca. 71%. Das Sample erreichte eine BL-Gehgeschwindigkeit von 0,52 m/s (Ries et al., 2009).

Der o.g. Aspekt, dass das vorliegende Sample aufgrund der studienbedingten Voraussetzungen möglicherweise funktionell weniger stark eingeschränkt war, zeigte sich auch bezüglich der Progressionsrate kognitiver Beeinträchtigungen bei Demenzkranken. Bei einem Vergleich der durchschnittlichen Punktwerte im MMST zwischen BL und FU fiel auf, dass die Teilnehmer dieses Samples jährlich etwa 1,7 Punkte verloren. Dieser Wert liegt unterhalb der Werte, die für Progressionsraten bei bestimmten Demenzen ermittelt wurden. Beispielsweise wurde für AD ein durchschnittlicher jährlicher Verlust von 2,3 (Rascovsky et al., 2005), 2,9 (Roselli et al., 2009) bis 4 Punkten (Ballard et al., 2001) und für FTD von 6,7 Punkten (Rascovsky et al., 2005) ermittelt. Progressionsraten anderer Demenzformen wie VD und DLB lagen zwischen den genannten Werten (Ballard et al., 2001). Zugegebenermaßen hatte zwar ca. 80% des Samples der hier vorliegenden Studie eine Demenzdiagnose. Diese war jedoch in mehr als 50% der Fälle unspezifisch, sodass die korrekten Progressionsraten nicht angewandt werden konnten. Dennoch wies die relativ geringe Abnahme der globalen kognitiven Fähigkeiten im Verlauf der Studie auf eine Stabilität der Kognition hin, die im Zusammenhang mit der Bedingung einer vorhandenen Gehfähigkeit zum Follow-up stehen könnte. Auch in der Literatur wird häufig auf die enge Beziehung zwischen kognitiven und funktionellen Fähigkeiten bei „gesunden“ älteren Menschen (K. Christensen et al., 2013), bei kognitiv Beeinträchtigten (Krall, Carlson, Fried, & Xue, 2014; Verlinden et al., 2016) und Demenzkranken (Handels et al., 2013) hingewiesen.

Gleichzeitig muss aber auch bedacht werden, dass eine Demenzprogression selten linear verläuft und in vielen Fällen eine Beschleunigung mit den Erkrankungsjahren eintritt (Tschanz et al., 2011; Vellas et al., 2012). Die Studienteilnehmer der vorliegenden Arbeit waren zum großen Teil bereits mehrere Jahre an Demenz erkrankt. Beispielsweise waren die Bewohner durchschnittlich seit 2,5 Jahren vollstationär versorgt. Eine vollstationäre Versorgung wird in der Regel erst nach mehreren Erkrankungsjahren in Anspruch genommen. Daher ist auch aus der Perspektive einer nicht-linearen Demenzprogression die beobachtete Verlustrate von 1,7 Punkten über den Zeitraum eines Jahres als gering zu bewerten.

In dieser Arbeit sollte in erster Linie ein anker-basierter kleinster bedeutender Unterschied (MID) der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz in Pflegeheimen identifiziert werden. Dazu wurden die individuellen Änderungen respektive Abnahmen der Gehgeschwindigkeiten der teilnehmenden Bewohner über 16 Monate ermittelt und gegen ein externes Kriterium angelegt. Der auf diese Art gewonnene MID - auch als Cut-off bezeichnet - sollte das Sample in zwei Gruppen trennen: Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme und Bewohner mit einer geringen bzw. unbedeutenden Abnahme. Nach Wissen des Autors ist dies die erste Arbeit, die eine Identifikation des Cut-offs der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz vorgenommen hat. Es wurde festgestellt, dass ein Verlust der Gehgeschwindigkeit von 7 cm/s (0,07 m/s) und mehr im Untersuchungszeitraum als bedeutende Abnahme angesehen werden konnte.

Ebenfalls wurde in dieser Arbeit - auch wenn der Zeitraum zwischen den Messungen als recht groß erachtet wurde - die Präzision (Reproduzierbarkeit) der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz gemessen. Die Werte der absoluten Reliabilität waren der Standardmessfehler (SEM) und der mögliche kleinste nachweisbare Unterschied (MDC_{95}), berechnet als 95%iges Konfidenzintervall um den SEM. Der ermittelte SEM lag in dieser Arbeit bei 0,096 m/s, also ca. 0,10 m/s. Der mögliche MDC_{95} läge bei 0,27 m/s. Exakt dieselben Werte für SEM und MDC_{95} für die Gehgeschwindigkeit wurden in einer Studie berechnet, welche die absolute Reliabilität im Sinne der Test-Retest Reliabilität von Performance-Instrumenten bei Menschen mit Demenz ermittelte (Blankevoort et al., 2013). In der Reliabilitätsstudie von Blankevoort und Kollegen nahmen 58 Bewohner mit Demenz teil und es wurde als Zeitraum zwischen den beiden Messungen eine Woche veranschlagt. In einer zweiten Studie von Ries und Kollegen wurde ein etwa halb so großer SEM ermittelt (SEM = 0,057 m/s) (Ries et al., 2009). In der besagten Studie wurde allerdings der MDC_{90} bestimmt. Ein 95%iges Konfidenzintervall ergäbe ein MDC_{95} von 0,16 m/s.

Zugegebenermaßen stimmten die Samplecharakteristika zwischen der Studie von Ries und Kollegen und der vorliegenden Studie im Vergleich zum Sample von Blankevoort und Kollegen besser überein, dennoch wurde in der Arbeit der konservative Schluss gezogen, dass der Standardmessfehler für die Gehgeschwindigkeit bei Demenzkranken bei 0,10 m/s liegen könnte. Werte größer oder gleich 0,10 m/s bedeuteten einen „wahren“ Unterschied, frei von intraindividuellen Messfehlern. Da allerdings der kleinste nachweisbare Unterschied

0,27 m/s betrug, ist das Zeichnen individueller Trajektorien recht ungenau. Der MDC_{95} könnte für Vergleiche auf Gruppenebene Bestand haben. Dennoch war es beachtlich, dass bei einer Wiederholungsmessung nach durchschnittlich 16 Monaten, wie in der vorliegenden Studie, bei der explizit mit einer Reduktion der Gehgeschwindigkeit des Samples gerechnet wurde, ein vergleichsweise kleiner SEM ermittelt werden konnte. Der SEM von 0,10 m/s machte für den Autor deutlich, dass der mittels Anker-Maß identifizierte MID gleichermaßen eine hohe Sensitivität und Präzision besitzen müsste.

Der in dieser Arbeit gefundene MID von 0,07 m/s reihte sich sehr gut in die bisher identifizierten MID für ältere Menschen mit chronischen Erkrankungen und funktionellen Einschränkungen ein. Diese MID rangierten zwischen 0,05 m/s und 0,10 m/s (Brach et al., 2010; Kwon et al., 2009; S. Perera et al., 2006; S. Perera et al., 2014). Allerdings wurden diese Cut-off Werte jeweils mit unterschiedlichen Kriterien gewonnen. Dennoch hatten diese Kriterien eins gemeinsam: sie wurden ausnahmslos zurückgeführt auf die Selbsteinschätzung der Teilnehmer bzgl. einer Veränderung ihrer Mobilität. Ein solches Kriterium hätte in dieser Arbeit bei den Bewohnern mit Demenz aufgrund des Ausmaßes der kognitiven Beeinträchtigung zu einer nicht kalkulierbaren Verzerrung geführt. Der in dieser Arbeit gewonnene Cut-off basierte im Gegensatz zu den subjektiven Kriterien auf einem objektiven Kriterium: dem Verlust der Fähigkeit, sich selbstständig und ohne Unterstützung der Arme vom Stuhl erheben zu können. Das der identifizierte Cut-off von 0,07 m/s trotz der hier gewählten Erhebungsmethode bei einem Sample von Demenzkranken im Pflegeheim dennoch mit den bisher etablierten MID übereinstimmte, zeigte,

- a.) dass der gewählte objektive Anker bei Menschen mit Demenz zu(ver)lässig ist und
- b.) dass es für ältere Menschen mit funktionellen Einschränkungen einen gemeinsamen (oder eng umgrenzten Bereich möglicher) Cut-off(s) für die Änderung respektive Abnahme der Gehgeschwindigkeit geben könnte, um bedeutende Fähigkeitsverluste anzuzeigen.

Unterstützung findet diese Annahme durch eine Arbeit von Wittwer und Kollegen, die bei Menschen mit einer AD in einer Wiederholungsmessung von Gangparametern nach zwölf Monaten eine Reduktion der Gehgeschwindigkeit von 0,09 m/s festgestellt hatten (Wittwer et al., 2010). Die Autoren benannten diesen Unterschied als statistisch signifikante Reduktion der Gehgeschwindigkeit. Leider versäumten es die Autoren, eine Bereinigung des gemessenen Unterschieds um den Messfehler, im Sinne der Bestimmung der absoluten Reliabilität vorzunehmen, oder die Bedeutsamkeit dieses Unterschieds anhand eines externen Kriteriums festzustellen.

Dennoch gibt die Arbeit von Wittwer und Kollegen einen möglichen Aufschluss darüber, in welchem Zeitraum die Veränderung bzw. die Reduktion der Gehgeschwindigkeit stattgefunden haben sollte (Wittwer et al., 2010). Die bisher aufgeführten Arbeiten, eingeschlossen der vorliegenden, verwiesen auf Zeiträume von drei bis 36 Monate. Die Durchführung von Wiederholungsmessungen in einem Abstand von sechs oder zwölf

Monaten erscheint sinnvoll. Aus diesem Grunde wurde aus den Daten der vorliegenden Studie eine auf das Jahr gerechnete prozentuale Abnahme der Gehgeschwindigkeit ermittelt. Bei der Bestimmung des jährlichen Verlusts der Gehgeschwindigkeiten in Prozent ergab sich ein Wert von 8,7%. D.h., eine Abnahme der Gehgeschwindigkeit von 9% und mehr pro Jahr könnte bei Menschen mit Demenz in stationären Pflegeeinrichtungen mit bedeutenden Veränderungen einhergehen. Eine auf diese Art ermittelte prozentuale bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit über ein Jahr wäre allerdings nicht vergleichbar mit der aus der Literatur identifizierten und vergleichsweise grob bestimmten Ein-Jahres Inzidenz für Gehbeeinträchtigungen bei Demenzkranken von 40,8% (Slaughter, Eliasziw, Morgan, & Drummond, 2011). Die Autoren verstanden unter Gehbeeinträchtigung den punktuell bestimmten Verlust der Gehfähigkeit zuvor mobiler Bewohner mit Demenz in Pflegeheimen.

Für das mit dem Anker-Maß in der vorliegenden Arbeit verknüpfte eingetretene Ereignis wurden Odds Ratios (OR) berechnet. Es war die Relation aus der Wahrscheinlichkeit, dass das Aufstehen vom Stuhl bei Bewohnern mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit nicht selbstständig bewältigt werden konnte, geteilt durch die Wahrscheinlichkeit, dass die Testleistung erbracht werden konnten. Das OR wurde mittels logistischer Regression unter Kontrolle personenbezogener Merkmale der Bewohner mit Demenz berechnet. Im adjustierten Modell lag das OR bei knapp 27. Für die Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit erhöhte sich im Gegensatz zu Bewohnern ohne Abnahme der Gehgeschwindigkeit das Risiko, einen Verlust der Fähigkeit des eigenständigen Aufstehens vom Stuhl zu erleben, um das 27fache. Die Varianzaufklärung der multivariaten logistischen Regression war hoch. Der MID von 0,07 m/s zeigte sich unter Kontrolle wichtiger personenbezogener Merkmale als beständig.

Der identifizierte MID wurde anschließend auf das Sample angewandt und teilte die Bewohnerschaft in eine Gruppe mit bedeutender Abnahme und in eine Gruppe mit geringer Abnahme der Gehgeschwindigkeit. Für beide Gruppen wurde rückwirkend ein Vergleich der personen- und einrichtungsbezogenen Merkmale vorgenommen, um zu sehen, ob sich die bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit auf wichtige oder signifikante Unterschiede des Samples zur BL zurückführen ließ. Auf der Grundlage des Vergleichs waren die Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit zur BL schwerer kognitiv beeinträchtigt. Das ließ sich daran erkennen, dass diese Bewohner signifikant häufiger Antidementiva verschrieben bekamen, deutlich häufiger in einem Demenzwohnbereich lebten und die Gruppe tendenziell mehr schwere Demenzfälle enthielt als die Gruppe der Bewohner mit geringer Abnahme der Gehgeschwindigkeit. Außerdem war die Gruppe häufiger mit nicht-kognitiver Symptomatik belastet, allen voran mit depressiver Symptomatik. Depressive Symptome treten bei Demenzkranken recht häufig auf. In der Literatur werden Prävalenzen zwischen 30% und 50% berichtet (Leyhe et al., 2017). Im vorliegenden Sample zeigten ca. 41% der Bewohner Symptome einer Depression, davon ca. 49% in der Gruppe mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit und 26% in der Gruppe mit einer geringfügigen Abnahme der Gehgeschwindigkeit. Aufgrund der

Unterschiede zwischen den Gruppen wurden der Demenzschweregrad und die depressive Symptomatik als Kovariaten eingeführt, um die anschließenden Analysen zum Einfluss der Gehgeschwindigkeit auf die kognitiven und funktionellen Fähigkeiten für diese Parameter zu kontrollieren (nähere Ausführungen finden sich in den Kapiteln 4.2 bis 4.5).

Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Studie lässt sich schlussfolgern, dass die Gehgeschwindigkeit eine hohe Sensitivität für Veränderungen bei Menschen mit Demenz besitzt. Doch die nachgewiesene Sensitivität bedeutet lediglich, dass gleichzeitig mit der Abnahme der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz eine Änderung in einem spezifischen funktionellen Parameter (hier: Verlust der Fähigkeit sich eigenständig vom Stuhl zu erheben) oder einen mobilitätsbezogenen Parameter (beispielsweise Beeinträchtigung eine bestimmte Strecke zu gehen oder Treppen zu steigen (Kwon et al., 2009; S. Perera et al., 2014)) eintritt. Die Fähigkeit zur Vorhersage von Ereignissen, also eine prognostische Fähigkeit, dass die bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit mit zeitlich nachstehenden bedeutenden Veränderungen funktioneller und kognitiver Parameter in enger Beziehung steht, ist damit noch nicht impliziert.

Anzumerken ist ebenfalls, dass die Sensitivitäts- und Spezifitätswerte zwar auf den MID von 0,07 m/s verwiesen und die Fläche unterhalb der ROC-Kurve (AUC) signifikant war, dennoch waren die jeweiligen Werte nicht außerordentlich hoch. Beispielsweise lag AUC in der vorliegenden Studie bei 0,71. In einer systematischen Übersichtsarbeit zur Ermittlung des MID für die Veränderung der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit chronischen Erkrankungen wurden ausschließlich Arbeiten berücksichtigt, die AUC-Werte von größer oder gleich 0,70 erreichten (Bohannon & Glenney, 2014). In dieser Übersichtsarbeit wurde aber darauf hingewiesen, dass die klinische Bedeutung für AUC kleiner oder gleich 0,75 eingeschränkt sein könnte. Das impliziert eine mögliche Einschränkung der Gültigkeit des Cut-offs der vorliegenden Studie. Die Sensitivität für die Abnahme der Gehgeschwindigkeit lag bei 0,77, die Spezifität gar bei 0,64. In der Literatur ließen sich zwar deutlich schlechtere Werte für die Responsivität der Gehgeschwindigkeit in Prädiktionsmodellen finden (Fulk et al., 2011; Lan, Deeg, Guralnik, & Melzer, 2003), dennoch wurde seitens des Autors die Falsch-Negativ Rate und insbesondere die Falsch-Positiv Rate für relativ hoch erachtet. Die Möglichkeit, Demenzkranke anhand des Cut-offs der Abnahme der Gehgeschwindigkeit falsch zu klassifizieren, war mit 29% recht hoch. Vor allem wurden fälschlicherweise Bewohner mit einem Cut-off größer oder gleich 0,07 m/s als Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit gekennzeichnet, obwohl sie, bezogen auf das Anker-Maß, die Fähigkeit zum eigenständigen Aufstehen vom Stuhl nicht verloren hatten. Daher war die richtige Identifikation von Bewohnern anhand des Cut-offs, welche die Fähigkeit zum eigenständigen Aufstehen vom Stuhl nicht verloren hatten, nicht sehr hoch.

Um die möglicherweise eingeschränkte Gültigkeit bzw. Responsivität der Gehgeschwindigkeit für die Vorhersage funktioneller oder kognitiver Parameter zu verbessern, hatten einige Autoren vorgeschlagen, personenspezifische Merkmale in die Prädiktionsmodelle mit aufzunehmen (De Cock et al., 2017). In der vorliegenden Arbeit

wurde ein anderer Ansatz gewählt. Der mittels anker-basiertem Verfahren identifizierte Cut-off sollte hinsichtlich seiner Allgemeingültigkeit in verschiedenen statistischen Modellen für weitere funktionelle, kognitive und lebensqualitätsbezogene Parameter geprüft werden. Es bestand die Erwartung, dass der Cut-off, der eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit anzeigte, ebenfalls mit bedeutenden Veränderungen in der globalen Kognition, funktionellen-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten, der Lebensqualität und dem Ausmaß nicht-kognitiver Symptome einherging.

4.2 Bedeutung der Abnahme der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz für funktionelle Fähigkeiten

Im Kapitel 1.2 der Einleitung ist die Bestimmung der habituellen Gehgeschwindigkeit als körperlicher Funktionstest dargestellt, weil eine Alltagsfunktion gemessen wird, die inter- und intraindividuell verschiedene und unterschiedlich hohe Komponenten der körperlichen Leistungsfähigkeit (z.B. motorische Fähigkeiten) einbezieht. In der vorliegenden Studie wurde geprüft, ob eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit mit einem weiteren funktionellen mobilitätsbezogenen Maß in Beziehung stand: dem Rivermead Mobility-Index (RMI). Der RMI ist eine Einschätzung der mobilitätsbezogenen Funktionsfähigkeit, die bisher vor allem eine klinische Bedeutung bei Schlaganfall besitzt (Collen et al., 1991). Als klinisches oder Forschungs-Outcome im Bereich der kognitiven Beeinträchtigungen oder Demenzen wird der RMI bisher selten verwendet. Eingeschätzt wird das Ausmaß der Einschränkungen der körperlichen Mobilität, z.B. der Fähigkeit zum Transfer, des Gleichgewichts im Sinne der Sitz- oder Stehbalance und des Gehens. Das bedeutet, eine Komponente des RMI ist die Gehfähigkeit. Daher ist es wenig verwunderlich, dass bei Patienten nach Schlaganfall die habituelle Gehgeschwindigkeit und der RMI hoch korrelieren (Collen et al., 1991). Ebenfalls besteht ein hoher Zusammenhang zwischen dem RMI und dem Barthel-Index (Collen et al., 1991). Der Barthel-Index ist das bedeutendste Maß im Rahmen von Pflege-Assessments zur Beurteilung der Einschränkungen bei der Verrichtung der Aktivitäten des täglichen Lebens bzw. der Einschränkung der Autonomie (Wade & Collin, 1988). Die körperliche Mobilität ist ein Teilaspekt der Selbst-Pflege-Aktivitäten. Der Barthel-Index wurde in der vorliegenden Studie in den multivariaten Modellen zur Testung des Zusammenhangs zwischen der interessierenden Variable „Abnahme der Gehgeschwindigkeit“ und der Zielvariable RMI bei Menschen mit Demenz berücksichtigt.

Die Beziehung zwischen den funktionell mobilitätsbezogenen Fähigkeiten und der signifikanten Abnahme der Gehgeschwindigkeit wurde in der vorliegenden Arbeit auf zweierlei Wegen geprüft. Zum einen wurde der monatliche Verlauf - gruppenbezogene Trajektorien - des RMI über durchschnittlich 16 Monate nachgezeichnet und zum anderen wurden die Unterschiede im RMI im Vorher-Nachher Vergleich zwischen den Bewohnern mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit und mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit festgestellt. Die gruppenbezogenen Trajektorien der RMI Summenwerte gingen ab dem 5. Monat zwischen den Gruppen signifikant auseinander und blieben dauerhaft signifikant voneinander verschieden. Dieser Gruppenunterschied bildete sich auch im multivariaten Repeated Measurement Modell ab. Die Gruppe mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit zeigte über die 16 Monate bezogen auf die funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten einen deutlich ungünstigeren Verlauf.

Der aus der Literatur bekannte Zusammenhang zwischen RMI und Barthel-Index fand sich auch in der vorliegenden Studie wieder. Der Ausgangswert in den Selbst-Pflege Aktivitäten hatte einen großen partiellen Effekt auf den Verlauf der mobilitätsbezogenen Funktionalität. Dieser Effekt war sogar noch größer als der Effekt, den die bedeutende Abnahme der

Gehgeschwindigkeit auf den RMI im Verlauf hatte. Bedeutende Beziehungen zwischen RMI und anderen Kovariaten oder Einflussfaktoren wie fortschreitendes Alter, weibliches Geschlecht, Ausmaß der kognitiven Beeinträchtigung und Vorhandensein depressiver Symptomatik, die sich in anderen Studien finden ließen (Dirik, Cavlak, & Akdag, 2006; Kose, Cuvalci, Ekici, Otman, & Karakaya, 2005; Paolucci et al., 1996; van Wijk, Algra, van de Port, Bevaart, & Lindeman, 2006), konnten im multivariaten Repeated Measurement Modell nicht bestätigt werden.

Da aber das multivariate Repeated Measurement Modell trotz Greenhouse-Geisser Korrektur der Freiheitsgrade die Annahme der Sphärizität deutlich verletzte, wurde zusätzlich ein allgemeines lineares gemischtes Modell (GLMM) gerechnet, um die gefundenen Effekte zu bestätigen bzw. näher zu beleuchten. Das GLMM bezog sich auf die mobilitätsbezogene Funktionalität der Bewohner zur BL und zum FU. Es zeigte sich entsprechend der Hypothese, dass die Gruppe mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit im adjustierten Modell ca. drei Punkte schlechter abschnitten als die Gruppe mit einer geringen Abnahme. Ebenfalls verschlechterte sich die Mobilität gruppenübergreifend zum FU, d.h., es erfolgte eine allgemeine Abnahme des Mobilitäts-Scores über die Zeit, wobei ein hohes Maß an Selbst-Pflege Aktivitäten bzw. an Autonomie protektiv, also die Mobilität erhaltend, wirkte. Einflüsse weiterer Faktoren auf die longitudinale Veränderung der funktionellen mobilitätsbezogenen Fähigkeiten wurden in diesem Sample erneut ausgeschlossen. Damit konnte die von Kose und Kollegen als Teufelskreis bezeichnete Beziehung zwischen Depression, kognitiver Beeinträchtigung und Mobilität (Kose et al., 2005) bei moderat bis schwer an Demenz erkrankten Personen nicht bestätigt werden. Weder die Korrelationen der einzelnen Parameter untereinander noch die Kovarianzen bezogen auf die Verteilung der Residuen zeigten in den Modellen bedeutende Auffälligkeiten. Demnach hatten bei schwerer kognitiv beeinträchtigten Personen mit einem Durchschnittsalter von ca. 85 Jahren weder depressive Symptomatik, zusätzliche Lebensjahre noch das Geschlecht einen Einfluss auf die Mobilität. Studien, die solche Einflüsse aufzeigten, beobachteten deutlich jüngere Teilnehmer mit einem weitaus geringeren Ausmaß an kognitiver Beeinträchtigung (Dirik et al., 2006; Kose et al., 2005).

Festgehalten werden kann, dass im Zusammenhang mit einer Demenz die enge Beziehung zwischen der Reduktion der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten und der bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit einen gravierenden Einfluss auf die Selbstständigkeit hat. Dieser Verlauf weist in Richtung eines vollständigen Verlusts der Autonomie bzw. einer kompletten Abhängigkeit von anderen Personen und scheint irreversibel zu sein. Auf der anderen Seite ist die Aufrechterhaltung der habituellen Gehgeschwindigkeit mit einer Konservierung der funktionellen Fähigkeiten verbunden, die - wenn auch aufgrund der Demenzsymptomatik eingeschränkt - die Autonomie aufrechterhält. Aus Übersichtsarbeiten zu Ganganalysen bei Menschen mit Demenz ist bekannt, dass die Kombination aus Gehstörung (wobei die Reduktion der Gehgeschwindigkeit eine Teilkomponente ist) und Demenz zu einem schnellen Verlust der Autonomie führt (Beauchet et al., 2008). In der vorliegenden Arbeit finden sich Hinweise

darauf, dass die Unterbrechung des fortschreitenden Verlusts der Gehgeschwindigkeit diesen Negativkreislauf aufhalten könnte.

Unterstützt wird diese Aussage auch durch die Ergebnisse des motorischen Leistungstest der vorliegenden Arbeit. Der Motor Performance Test (MPT) wurde zur BL und zum FU zur Messung der Leistung der unteren Extremitäten durchgeführt. Der MPT wurde nicht als Zielkriterium ausgewählt, da eine mit diesem Test assoziierte Leistung - das selbstständige Aufstehen vom Stuhl ohne Armeinsatz - zur Etablierung des Cut-offs für die Änderung der Gehgeschwindigkeit über die Zeit verwendet wurde. Auffällig war im Vergleich der beiden Gruppen über die Zeit, dass der durchschnittliche Summenwert des MPT in der Gruppe mit einer bedeutenden Abnahme der Geschwindigkeit zum FU um ca. 60% niedriger lag als zur BL (5,49 Punkte vs. 2,21 Punkte). Im selben Zeitraum veränderte sich der Summenwert des MPT in der Gruppe mit einer unbedeutenden Veränderung der Geschwindigkeit nur geringfügig von 5,74 auf 5,16 Punkte (Abnahme um ca. 10%).

Viele motorisch und auch kognitiv anspruchsvolle Testaufgaben konnten in der Gruppe der Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit zum zweiten Messzeitpunkt nicht mehr bewältigt werden. Dazu zählten die Gleichgewichtsaufgaben und das Treppensteigen. Die Gehgeschwindigkeit zum FU betrug in der Gruppe der Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit durchschnittlich 0,23 m/s (0,83 km/h) und lag damit im Bereich der Gehgeschwindigkeit, welche mit schweren Gehbeeinträchtigungen (Atkinson et al., 2005) und mit einem hohen Maß an Gebrechlichkeit respektive einem hohen Ausmaß an Pflegebedürftigkeit verbunden sind (Studenski et al., 2003). Die Trajektorien der motorischen Leistungsfähigkeit der unteren Extremitäten der Gruppe mit einer bedeutenden Abnahme wiesen deutlich auf die vollständige Abhängigkeit bzw. den Verlust der Autonomie hin. Hingegen nahm die Gehgeschwindigkeit in der Gruppe mit einer unbedeutenden Änderung der Gehgeschwindigkeit über die Zeit zum FU durchschnittlich sogar leicht zu (BL = 0,50 m/s vs. FU = 0,58 m/s). Diese Stabilisierung der Gehgeschwindigkeit und die damit verbundene Aufrechterhaltung der motorischen Testleistung untermauern die Hypothese, dass die Gehgeschwindigkeit auch ein entscheidender Indikator für das Ausmaß der Funktionalität bei älteren Menschen mit Demenz ist. Auch wenn diese Stabilisierung auf einem gegenüber unbeeinträchtigten Personen gesehenen niedrigeren Niveau stattfindet.

4.3 Bedeutung der Abnahme der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz für kognitive Fähigkeiten

Einer der Schwerpunkte dieser Arbeit war die Darstellung der Beziehung zwischen Gehgeschwindigkeit und Kognition bei durchschnittlich mittelschwer bis schwer an Demenz erkrankten Menschen. In der Einleitung ist darauf hingewiesen worden, dass diese Beziehung bisher bei gesunden älteren Menschen (Jabourian et al., 2014), bei leicht kognitiv beeinträchtigten Menschen (Dodge et al., 2012) und bei Menschen mit eher leichter bis mittelschwerer Demenz untersucht wurde (Taylor et al., 2017). Dabei wurde herausgearbeitet, dass die Gehgeschwindigkeit ein ausgezeichneter Prädiktor für zukünftige kognitive Veränderungen und für die Entstehung einer Demenz ist (Cohen et al., 2016; Kikkert et al., 2016; Quan et al., 2017). Bisher steht fest: eine reduzierte Gehgeschwindigkeit geht mit kognitiven Verschlechterungen einher. Es sind Cut-offs etabliert worden, ab welcher Gehgeschwindigkeit das Risiko für bedeutende kognitive Verschlechterungen respektive die Entwicklung einer Demenz signifikant erhöht ist (Middleton et al., 2015). Es sollte allerdings beachtet werden, dass sich das vielfach als motorisch-kognitive Risikosyndrom bezeichnete Hand-in-Hand gehen von motorischen und kognitiven Veränderungen (Verghese et al., 2014), die mit mikrovaskulären Marklagerschädigungen, Erweiterung der Ventrikelräume und einer Volumenreduktion der grauen Substanz im Hippocampus einhergehen, nicht zur Differentialdiagnostik von Demenzen eignen (Schniepp, Wuehr, Schoberl, & Zwergal, 2016).

Etablierte Cut-off Werte, die mit motorischen, funktionellen und kognitiven Veränderungen assoziiert sind, lassen sich mit altersnormierten Gehgeschwindigkeiten gut vergleichen, um Aussagen über Höhe bzw. Ausmaß an Einschränkungen zu geben (S. L. Fritz & Lusardi, 2009). Dennoch verlieren diese Cut-offs ihre Gültigkeit bzw. sind sehr ungenau bei dem Versuch, Trajektorien und Entwicklungen von Verläufen innerhalb einer definierten Gruppe von Personen nachzuzeichnen, die sich unterhalb der entsprechenden Schwellen befinden. Daher ist bisher weitgehend unbekannt, wie sich die Gehgeschwindigkeit bei Demenzkranken verändert und ob diese Veränderungen wiederum mit den kognitiven Fähigkeiten im Zusammenhang stehen. Mit dem ermittelten Cut-off zur Identifikation einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit bei Demenzkranken wurde in dieser Arbeit der Versuch unternommen, Licht in die einer bestimmten Funktion folgenden Beziehung zwischen Gehen und Kognition zu bringen.

Die globale Kognition wurde in dieser Arbeit mit den Summenwerten des MMST und des SISCO dargestellt. Die einzelnen Summenwerte der globalen Kognition zur BL und zum FU wurden mit dem anhand des motorischen Funktionstests etablierten Cut-offs zur Identifikation einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit in Beziehung gesetzt. In dieser Arbeit wurde, wie allgemein anerkannt, die Grundannahme verfolgt, dass bei Menschen mit Demenz die kognitiven Fähigkeiten progredient verloren gehen. Der Prozess ist bereits initiiert und durch die Diagnose einer Demenz oder durch die aktuelle Wohnform Pflegeheim ablesbar. Neu ist hingegen die Annahme des Autors, dass sich die Trajektorien

der Progression der Demenz bzw. die Progressionsrate durch die Gruppenzugehörigkeit bezogen auf die Höhe der Abnahme der Gehgeschwindigkeit darstellen lassen. Dies sollte auch unabhängig vom gegenwärtigen Fortschritt der Demenz und den variablen Verläufen der Demenzprogression beispielsweise durch weitere zugrundeliegende Prozesse bzw. Einflussfaktoren gelten. Dazu wurden univariate und multivariate Modelle für die Zielvariable „globale Kognition“ bei Pflegeheimbewohnern mit Demenz gerechnet.

In den univariaten Modellen für die durchschnittlichen Summenwerte des MMST und des SISCO zeigte sich, eine signifikante Abnahme der globalen kognitiven Fähigkeiten im zeitlichen Verlauf. Die Gehgeschwindigkeitsänderung hatte jedoch eine herausragende Bedeutung für den Verlauf der globalen Kognition. So war eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit mit schlechteren Summenwerten im MMST und SISCO verbunden. Im Gegenzug bedeutete dies, dass durch eine Aufrechterhaltung der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz ein signifikantes Fortschreiten der Abnahme der kognitiven Fähigkeiten verhindert wurde. In den multivariaten Modellen wurden die Koeffizienten um den Einfluss der Kovariaten bereinigt und wiesen nach wie vor auf einen hochbedeutsamen Unterschied zwischen den Gruppen hin. Es gab einen Zusammenhang zwischen der bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Reduktion der globalen Kognition.

Einzig die Interpretation der Koeffizienten war nicht ganz so trivial, da sich im Koeffizienten sowohl die interindividuellen Unterschiede zwischen den Gruppen zu den Messzeitpunkten als auch die interindividuellen Verläufe zwischen den Gruppen abbildeten. Ein auf der Grundlage des Cut-offs etablierter Baseline-Wert für die globale Kognition wies bereits auf bestehende signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen hin. Der Unterschied in der globalen Kognition (MMST- und SISCO-Summenwerte) zwischen den Gruppen zur BL nivellierte auf der Grundlage einer multivariaten ANOVA (Daten werden nicht gezeigt). D.h., unter Hinzunahme der Kovariaten wie Alter, Geschlecht, Demenzschweregrad, depressive Symptomatik und Grad an Selbst-Pflege Aktivitäten gab es zwischen den Gruppen keinen Unterschied der globalen Kognition zur BL. Ebenfalls war der Unterschied der Summenwerte des MMST und des SISCO zur Baseline kleiner als der ermittelte univariate Koeffizient, sodass eine Zunahme der Unterschiede der Summenwerte zwischen den Gruppen über die Zeit erfolgte²⁰. D.h., die Geraden oder Trajektorien für die globale Kognition verliefen zwischen den Gruppen nicht parallel, sondern gingen mit fortschreitender Zeit auseinander. Dies war ein klarer Indikator dafür, dass mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit auch eine bedeutende Abnahme der globalen Kognition bei Menschen mit Demenz verbunden war. Als mögliche Ursache für diesen Zusammenhang könnten Störungen der Regulationsmechanismen im präfrontalen Kortex angesehen werden, wo gleichzeitig fluide kognitive Fähigkeiten (Exekutivfunktionen) und motorische

²⁰ Der univariate Koeffizient ist der Mittelwert aus den sich zur Baseline und zum Follow-up ergebenden Differenzen des MMST-Summenwertes und des SISCO zwischen der Gruppe mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Gruppe mit einer unbedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit.

Kontrollfunktionen (posturale Kontrolle) gesteuert werden (H. Christensen, Mackinnon, Korten, & Jorm, 2001; Clouston et al., 2013).

In Übereinstimmung mit bisherigen Arbeiten ging aus den Analysen mittels GLMM hervor, dass der Demenzschweregrad und das Ausmaß an funktionellen Beeinträchtigungen mit der globalen Kognition bei Menschen mit Demenz verknüpft waren. Auf der einen Seite war das Ausmaß der funktionellen Beeinträchtigungen bzw. der Grad der Abhängigkeit bei der Verrichtung alltäglicher Anforderungen sehr eng mit den Summenwerten im MMST und SISCO zu beiden Messzeitpunkten verbunden, wobei die kognitiven Defizite umso geringer ausfielen, je geringer die funktionellen Beeinträchtigungen waren (Schäufele, Köhler, et al., 2008). Auf der anderen Seite war bei einer schweren Demenz die globale Kognition bedeutend schlechter als bei leichter oder mittelschwerer Demenz. Darüber hinaus bildeten die multivariaten Modelle der GLMM die fortschreitende Verschlechterung der Kognition bei bestehender Demenz-Erkrankung ab. Im um die Kovariaten bereinigten zeitlichen Verlauf waren die Bewohner um durchschnittlich 2,5 Punkte im MMST und um 4,3 Punkte im SISCO schlechter als zur Baseline. Diese Verschlechterung ging - wie bereits festgestellt - nahezu ausschließlich zulasten der Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit.

Auch die Rohwerte der gruppenbezogenen Verläufe im MMST - reinen Veränderungswerte zwischen BL und FU - zeigten große Unterschiede. Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit verschlechterten sich im Zeitraum von 16 Monaten um drei Punkte im MMST, während die Gruppe mit einer geringen Abnahme nur etwas über einen Punkt im MMST verlor. Laut einer Studie von Hensel und Kollegen entspricht eine Veränderung von mindestens zwei bis vier Punkten im MMST nach 1,5 Jahren einer bedeutenden Veränderung unabhängig vom Messfehler (absolute Reliabilität) (Hensel et al., 2007). Eine Abnahme von drei Punkten bedeutete dementsprechend eine bedeutende Veränderung, wogegen eine Veränderung um etwa über einen Punkt im Fehlerrauschen unterging.

Eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit weist auch aus dieser Perspektive auf deutlich schlechtere kognitive Verläufe hin, die verknüpft mit der gleichzeitigen Abnahme der Alltagskompetenz auch aus gesundheitsökonomischer Sicht verheerende Wirkungen hat. Aus einer europäischen Beobachtungsstudie ist bekannt, dass sich die durchschnittlichen monatlichen Kosten aus gesellschaftlicher Perspektive mit einer fortschreitenden kognitiven und funktionellen Beeinträchtigung gegenüber keiner nennenswerten Verschlechterung über 1,5 Jahre stark erhöhen (R. W. Jones et al., 2017). Zugegebenermaßen wurde diese Studie im häuslichen Setting durchgeführt und betraf insbesondere die Zunahme der informellen Pflege- und Betreuungsleistungen, dennoch lässt sich das Ergebnis auch auf das stationäre Setting übertragen. Durch den Verlust der Autonomie findet eine in der Frequenz und Stärke zunehmende Übernahme der Alltagsaktivitäten durch die Pflegekräfte statt. Diese sind dadurch zeitlich stärker an den Demenzkranken gebunden und verrichten zunehmend körperlich stärker beanspruchende Tätigkeiten, was in der Konsequenz unter

Berücksichtigung der Anzahl zu pflegender Personen zu einer Verringerung der Beschäftigungszeiten mit den Demenzkranken über die Pflege hinaus führt. Sollte diese Zeit durch Angehörige ausgeglichen werden (können), wäre dies mit einer Zunahme der informellen Kosten beispielsweise nach dem Opportunitätskosten-Ansatzes verbunden. Dies trieb die Kosten aus gesellschaftlicher Perspektive nochmals in die Höhe. Im Falle einer Aufrechterhaltung der Gehgeschwindigkeit ist mit dem vorgenannten Szenario nicht zu rechnen. Die direkten Kosten (beispielsweise Pflegeleistungen getragen durch die Pflegekassen) und informellen Kosten getragen beispielsweise vom Angehörigen oder dessen Arbeitgeber steigen nicht oder weniger stark.

Ein interessantes Ergebnis der GLMM lag für das Geschlecht vor. Frauen mit Demenz wiesen gegenüber Männern mit Demenz über die Zeit im Schnitt leicht schlechtere Werte im MMST auf. Dieser Unterschied war unbedeutend. Der Unterschied wurde jedoch für den SISCO signifikant. Hier zeigten sich bei den Frauen durchschnittlich signifikant schlechtere Werte. Der einzige Unterschied zwischen dem MMST und dem SIDAM, aus dem der SISCO gebildet wurde, ist, dass der SIDAM zusätzlich Items zur Messung der intellektuellen Kapazität und höheren kortikalen Funktionen beinhaltet (z.B. Allgemeinbildungsaufgaben aus der Geschichte und Kultur und Erklärung von Sprichwörtern) (A. Busse et al., 2002; Zaudig & Hiller, 2002). Einerseits ist durchaus denkbar, dass Frauen aus den Geburtskohorten der 1910er und 1920er Jahren, die gut 80% der Stichprobe ausmachten, bezogen auf die Allgemeinbildung gegenüber den Männern derselben Geburtskohorten im Lebensverlauf benachteiligt waren. Der gefundene Unterschied könnte sich durch die Benachteiligung oder die damit im Zusammenhang stehende verminderte kognitive Reservekapazität erklären (Xu, Yu, Tan, & Tan, 2015). Gerade Bildung und kognitiv anspruchsvolle berufliche und freizeitliche Tätigkeiten sind protektive Faktoren für demenzielle Erkrankungen. Hier hatten Männer, historisch gesehen, die besseren Zugangsmöglichkeiten (Rocca, Mielke, Vemuri, & Miller, 2014). Gegenwärtig wandelt sich dieses Bild grundlegend, sodass in der westlichen Welt, Frauen höhere Bildungserfolge erzielen als Männer und mittlerweile beispielsweise auch höhere und höchste politische und akademische Ämter bekleiden (Rocca et al., 2014). Dieser Faktor sollte deshalb in allen nachfolgenden Geburtskohorten keine Rolle mehr spielen.

Andererseits ist die Prävalenzrate der Demenz in Verbindung mit dem Alter bei Frauen höher als bei Männern (Sosa-Ortiz, Acosta-Castillo, & Prince, 2012). Auch in dieser Studie hatten die Frauen ein signifikant höheres Durchschnittsalter bei vergleichsweise geringerer Standardabweichung als die Männer (Frauen: 85,6 (SD = 6,5) Jahre vs. Männer: 80,2 (SD = 8,0) Jahre). Da bekanntlich die (erhaltenen) höheren kortikalen Funktionen im Verlauf der Demenzerkrankung zuerst zurückgehen, könnte der deutliche Unterschied zwischen Männern und Frauen auch auf die mit dem Alter einhergehende höhere Prävalenzrate kognitiver Beeinträchtigungen zurückzuführen sein.

Keinen zusätzlichen Einfluss auf die Veränderung der globalen Kognition hatte die Verteilung der Personen mit depressiver Symptomatik. Es gibt klare Belege dafür, dass es eine

Komorbidität im hohen Alter zwischen Depressionen und kognitiven Beeinträchtigungen und/ oder Demenzen gibt (Leyhe et al., 2017). Auch in der vorliegenden Studie war die Prävalenz depressiver Symptomatik bei Menschen mit Demenz zur BL entsprechend hoch (ca. 41%). Allerdings änderte sich die Häufigkeit der depressiven Symptomatik über die Zeit nicht und lag zum FU bei ca. 37%, auch wenn die globale Kognition generell sank. In internationalen Studien fanden sich sowohl Hinweise darauf, dass

- a.) Depressionen und Demenzen gemeinsame Ursachen haben,
- b.) Depressionen ein Risikofaktor für Demenzen sind und somit einer Demenz zeitlich vorausgehen,
- c.) depressive Symptomatik als Prodromalstadium der Demenz auftritt und somit zeitlich verstärkt in den frühen Phasen einer Demenz vorkommt,
- d.) depressive Symptomatik als Folge erlebter kognitiver Defizite auftritt und somit auch eher in den frühen Phasen eines demenziellen Syndroms zu verorten ist (Bennett & Thomas, 2014; Preuss, Siafarikas, Petrucci, & Wong, 2009).

Für das hier untersuchte Sample, bei dem die Demenz i.d.R. bereits weit fortgeschritten war und schon länger andauerte, könnten alle o.g. Aussagen zutreffen. Ein erstmaliges oder Wiederauftreten depressiver Symptomatik bei schwerer Demenz scheint unwahrscheinlich zu sein. Ein Fortbestehen der depressiven Symptomatik dagegen nicht.

Die leitende Erkenntnis ist jedoch, dass auch bei Menschen mit einer fortgeschrittenen Demenz, die kognitiven und funktionell-motorischen Fähigkeiten Hand-in-Hand verlaufen. Dadurch können neurobiologisch und topologisch gesehen, dieselben Argumente ist Feld geführt werden, die bereits in der Einleitung zum Zusammenhang zwischen Kognition und Gehgeschwindigkeit benannt wurden. Die Neurodegeneration bestimmter Hirnstrukturen wie die Atrophie des Marklagers im Frontallappen und im limbischen System, die Atrophie der grauen Substanz im Kortex, im Kleinhirn und die Atrophie der motorischen Areale, sowie ein reduzierter Metabolismus im Hippocampus schreitet unaufhaltsam voran (Amboni et al., 2013). Einzig die Höhe der verbliebenen (kognitiven) Reservekapazität scheint bei den Bewohnern mit einer unbedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit noch ausreichend hoch zu sein, um eine weitere Reduktion kognitiver, funktioneller und motorischer Fähigkeiten zu verhindern (Roe Holtzer et al., 2012; Xu et al., 2015). Eine ausführliche Erklärung für die Ursachen der Beziehung zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Zunahme der kognitiven Beeinträchtigungen wird im Zusammenhang mit den funktionellen Beeinträchtigungen, der Verringerung der Lebensqualität und der Zunahme nicht-kognitiver Symptomatik im Kapitel 4.6 angeboten.

4.4 Bedeutung der Abnahme der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz für die Lebensqualität und nicht-kognitive Symptomatik

Das Konzept der Lebensqualität ist bei Menschen mit Demenz eng verzahnt mit der Häufigkeit und Schwere von Verhaltensauffälligkeiten bzw. der nicht-kognitiven Symptomatik. Beide stehen in enger Beziehung zur Schwere der Demenz und zum Ausmaß an Pflegebedürftigkeit (Beerens et al., 2013; Brodaty, Connors, Xu, Woodward, & Ames, 2015; Risco et al., 2015). Insbesondere die nicht-kognitive Symptomatik hat gravierende negative Auswirkungen auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Menschen mit Demenz (de Souto Barreto et al., 2015). Besonders betroffen von den negativen Auswirkungen sind Menschen, die in Einrichtungen der Langzeitpflege leben (Beerens et al., 2013; Castro-Monteiro et al., 2016), wie die Bewohner in der vorliegenden Studie. Laut einer systematischen Übersichtsarbeit sind es vor allem die depressive Symptomatik, die Apathie, die Reizbarkeit und das agitierte Verhalten, welche eine Verringerung der Lebensqualität bewirken. Die Studienlage zu angstbezogener Symptomatik ist uneinheitlich (Beerens et al., 2013).

Nach Wissen des Autors ist bisher die direkte Beziehung zwischen dem Verlauf der Gehgeschwindigkeit und den Verläufen der Lebensqualität sowie der nicht-kognitiven Symptomatik bei Menschen mit Demenz nicht überprüft worden. Bisher gibt es jedoch erste Hinweise für eine direkte Beziehung zwischen der Gehgeschwindigkeit und der Lebensqualität bei somatisch beeinträchtigten älteren Menschen (Ekstrom et al., 2011; Jylhä et al., 2001; Kanwar et al., 2013). Demnach geht eine geringere Gehgeschwindigkeit mit einer geringeren gesundheitsbezogenen Lebensqualität und einer schlechteren Einschätzung des eigenen Gesundheitszustands einher. In der vorliegenden Arbeit wurde angenommen, dass die bedeutende Reduktion der Gehgeschwindigkeit im zeitlichen Verlauf mit einer Zunahme der nicht-kognitiven Symptomatik und einer Reduktion der Lebensqualität verbunden ist.

Die Ergebnisse der multivariaten GLMM in der vorliegenden Studie wiesen auf einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem Verlauf der Lebensqualität und dem Ausmaß der Abnahme der Gehgeschwindigkeit hin. Lagen die Bewohner zur BL im Maß der Lebensqualität (QUALID) noch gleich auf - was als vergleichbare Lebensqualität zwischen den Gruppen interpretiert wurde - so unterschieden sich die Gruppen zum FU beträchtlich voneinander. Der Unterschied zwischen den Gruppen im multivariaten Modell von 4,4 Punkten im QUALID belegte, das einzig die Höhe der Abnahme der Gehgeschwindigkeit dafür verantwortlich war. Demnach war eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit stark mit einer Verschlechterung der Lebensqualität bei Menschen mit moderater bis schwerer Demenz assoziiert. Mit anderen Worten: der Erhalt der Gehgeschwindigkeit bzw. die Verhinderung einer (fortschreitenden) Verschlechterung der Gehgeschwindigkeit, wengleich auf einem gegenüber unbeeinträchtigten älteren Personen niedrigerem Niveau, hat bedeutende Auswirkungen auf den Erhalt der Lebensqualität.

Die Zeit und die Schwere der Demenz hatten in der vorliegenden Studie keinen Einfluss auf die Veränderung der Lebensqualität. Dagegen beeinflussten der Grad der Pflegebedürftigkeit und das Vorliegen depressiver Symptome den Verlauf der Lebensqualität. Beide Aspekte - und das steht im Einklang mit bisherigen Erkenntnissen - wirkten sich nachweislich negativ auf die Lebensqualität bei Demenzkranken in Langzeitpflegeeinrichtungen aus (Beerens et al., 2013; Castro-Monteiro et al., 2014; Chan, Slaughter, Jones, & Wagg, 2015).

In der einzigen Vergleichsstudie zum Zusammenhang zwischen der Gehgeschwindigkeit und der Lebensqualität bei Menschen mit Demenz in Langzeitpflegeeinrichtungen hatte die Gehgeschwindigkeit nur im nicht-adjustierten Modell einen Einfluss auf die anhand des QUALID gemessene Lebensqualität. Dabei ging eine höhere habituelle Gehgeschwindigkeit im Trend mit einer besseren Lebensqualität der Demenzkranken einher (Telenius, Engedal, & Bergland, 2013). Den größten Einfluss auf die Lebensqualität hatte auch unter Berücksichtigung weiterer Kovariaten die Leistung im Gleichgewichtstest (BBS-Score) und im 30-Sekunden-Sitz-Steh-Test. Bei der Studie von Telenius und Kollegen handelte es sich um eine Querschnittsstudie, wobei das Sample der Studie ähnliche QUALID-Werte und eine ähnliche durchschnittliche Gehgeschwindigkeit mit den BL-Werten der hier vorliegenden Studie aufwies (QUALID-Wert: 18,1 vs. 18,7 und habituelle Gehgeschwindigkeit 0,5 m/s vs. 0,51 m/s)²¹. Die Ergebnisse dieser Querschnittsstudie sprechen in Kombination mit den Ergebnissen der hier vorliegenden Studie dafür, dass Veränderungs- bzw. Verlaufsmessungen notwendig sind, um Zusammenhänge zwischen Mobilität und Lebensqualität zu erkennen. Die gegenüber nicht beeinträchtigten älteren Personen bereits deutlich reduzierte Gehgeschwindigkeit kann allenfalls als Marker für eine bereits deutlich veränderte Lebensqualität im Vergleich zu unbeeinträchtigten Personen geben. Sie ist allerdings nicht sensitiv für fortschreitende Veränderungen in einer bereits von Beeinträchtigungen betroffenen Gruppe. Entscheidend für Aussagen dieser Art ist der jeweilige Bezugsrahmen.

Wie im Kapitel 4.6 noch zu klären sein wird, kann die Gehgeschwindigkeit als wichtige Komponente der menschlichen Mobilität wahrscheinlich nur in Kombination mit anderen Komponenten auf die Lebensqualität einwirken. Denkbar wäre, dass der Erhalt der Mobilität dafür sorgt, dass die Zugangsmöglichkeiten zum öffentlichen Raum und die sozialen Interaktionen erhalten bleiben. Letztgenannte wirken sich positiv auf die Lebensqualität bei Demenzkranken aus (Castro-Monteiro et al., 2016).

Wie einleitend dargestellt, gibt es eine große Schnittmenge zwischen der Häufigkeit und Schwere nicht-kognitiver Symptome und der Lebensqualität bei Menschen mit Demenz (Samus et al., 2005; Toot et al., 2017). Das Vorliegen nicht-kognitiver Symptome ist ein wesentlicher Indikator für ein Leben von Demenzkranken in vollstationären Einrichtungen (Gitlin et al., 2016). In der vorliegenden Studie litten mehr als die Hälfte der Bewohner zur BL

²¹ Die jeweils ersten Werte sind der Studie von Telenius und Kollegen (Telenius et al., 2013) entnommen.

an mind. einem schweren nicht-kognitiven Symptom. Sowohl die Lebensqualität als auch die nicht-kognitive Symptomatik fungierten in den Analysen als Zielvariablen. Jedoch waren die beiden Konstrukte zu beiden Messzeitpunkten signifikant miteinander korreliert; wobei der Zusammenhang laut Spearmans ρ deutlich, aber nicht perfekt war ($\rho > 0,5$ und $< 0,8$).

Mit dem Auftreten bzw. einer unbehandelten nicht-kognitiven Symptomatik sind ein beschleunigter Erkrankungsverlauf, eine rapide Verschlechterungen der funktionellen Fähigkeiten und eine Zunahme der Inanspruchnahme von Gesundheitsleistungen verbunden (Gitlin et al., 2016). Falls erkannt und behandelt, werden üblicherweise Antipsychotika und andere psychotrope Wirkstoffe verwendet. Diese haben nachweislich bestenfalls bescheidene Effekte, dafür aber enorme gesundheitliche Nebenwirkungen und sie erhöhen die Mortalität (Maust et al., 2015). Beispielsweise wurden 50% der Bewohner des Samples der vorliegenden Studie zur BL mit Neuroleptika behandelt. Es müssen andere Wege beschritten werden, um die nicht-kognitive Symptomatik bei Menschen mit Demenz zu lindern. In dieser Arbeit wurde erstmalig versucht, eine Beziehung zwischen dem Verlauf der Gehgeschwindigkeit und der Häufigkeit und Schwere nicht-kognitiver Symptomatik (NPI-Score) herzustellen.

In dieser Arbeit zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und dem Auftreten der nicht-kognitiven Symptomatik. Zwar gab es einen beträchtlichen Unterschied zwischen den Gruppen in den Ausgangswerten des NPI zur BL, dennoch war im univariaten Modell der zeitliche Zusammenhang (Höhe des nicht-standardisierten Koeffizienten) größer als der BL-Unterschied. D.h., die nicht-kognitive Symptomatik veränderte sich innerhalb der Gruppen unterschiedlich stark mit deutlichen Nachteilen für die Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit. Der signifikante Unterschied blieb auch im adjustierten Modell bestehen. Somit war mit einer Verringerung der Gehgeschwindigkeit eine Zunahme der nicht-kognitiven Symptomatik verbunden.

Dagegen hatte das Ausmaß der Pflegebedürftigkeit keine Auswirkung auf die nicht-kognitive Symptomatik. Dieser Befund steht im Widerspruch zu bisherigen Ergebnissen, in denen ein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß an körperlicher Abhängigkeit und nicht-kognitiver Symptomatik bei Menschen mit Demenz festgestellt wurde, wobei beide Maße wichtige Indikatoren für eine vollstationäre Versorgung waren (Risco et al., 2015; Toot et al., 2017). Außerdem hatten ein höheres Maß an Beeinträchtigungen im Alltag und die Schwere der nicht-kognitiven Symptomatik in Querschnittsuntersuchungen große Anteile an der verringerten Lebensqualität bei Menschen mit Demenz (Beerens et al., 2013). Querschnittsvergleiche zwischen Demenzkranken im Pflegeheim und dem häuslichen Umfeld wiesen auf deutliche Unterschiede beider Indikatoren und auf einen möglichen Zusammenhang mit dem Setting hin (Olsen et al., 2016). Diese Zusammenhänge ließen sich in Längsschnittuntersuchungen nicht einheitlich finden. Im Längsschnitt trat insbesondere die depressive Symptomatik im Zusammenhang mit der nicht-kognitiven Symptomatik (beispielsweise als vordergründiges Syndrom) und der reduzierten Lebensqualität bei

Menschen mit Demenz auf (Beerens et al., 2013). Auch in der vorliegenden Studie bestand ein bedeutender Zusammenhang zwischen dem Vorliegen depressiver Symptome und der Häufigkeit und Schwere der nicht-kognitiven Symptomatik. Bewohner mit depressiver Symptomatik litten über die Zeit unter stärkerer nicht-kognitiver Symptomatik.

Für den gefundenen Zusammenhang zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Schwere der nicht-kognitiven Symptomatik wird folgende Erklärung angeboten. Unstrittig ist, dass die neurodegenerativen Prozesse der Demenz direkt auf die nicht-kognitive Symptomatik wirken, obwohl bisher der exakte Wirkmechanismus nicht bekannt ist. Gitlin und Kollegen (2016) haben ein Modell entworfen, nachdem die Veränderungen der Kognition (beispielsweise der Exekutivfunktionen, des Erwerbs neuen Wissens und des Problemlöseverhaltens) zu einer erhöhten Vulnerabilität oder Anfälligkeit bzgl. physischer und sozialer Umgebungsfaktoren führen. Diese Anfälligkeit prägt sich durch die Unfähigkeit aus, sinnvoll und ggf. effektiv am alltäglichen Geschehen teilzuhaben. Diese erlebte Fehlanpassung zwischen den vorhandenen Fähigkeiten und den Umwelanforderungen oder -erwartungen führt zur Ausprägung und Verstärkung nicht-kognitiver Symptome (Gitlin et al., 2016). In der Einleitung wurde auf den engen Zusammenhang zwischen der Gehgeschwindigkeit und der Kognition hingewiesen. Beide greifen auf dieselben Strukturen und Funktionen im Gehirn zurück. Das Aufbrauchen der kognitiven Reservekapazität, insbesondere als Folge der Neurodegeneration, hat sowohl Auswirkungen auf die Gehgeschwindigkeit als auch die kognitiven Prozesse. Die Gehfähigkeit selbst ist eine wesentliche Fähigkeit des Menschen, um am Alltag teilzuhaben. Verringert sich diese Fähigkeit im Zuge der Neurodegeneration ist das Erleben einer Fehlanpassung im o.g. Sinne sehr groß. Damit steigt die Gefahr für die Ausprägung oder Verstärkung nicht-kognitiver Symptome.

Werden alle bisher diskutierten Ergebnisse zusammengefasst, dann zeigt sich, dass sich eine starke Verringerung der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz negativ auf die Demenzprogression auswirkt. Die Demenzprogression ist mit einer deutlichen Steigerung der Gesundheits- und Pflegekosten verbunden (Quentin et al., 2010; Schaller et al., 2015; Wubker et al., 2015). Auf der anderen Seite ist eine „Aufrechterhaltung“ der Gehgeschwindigkeit mit deutlich günstigeren Effekten verbunden. Die globale Kognition bleibt über einen Zeitraum von etwa 1,5 Jahren stabil und die Alltagsfunktion sowie die funktionellen mobilitätsbezogenen Fähigkeiten auf dem Niveau nahezu erhalten. Außerdem gibt es leichte Verbesserungen der nicht-kognitiven Symptomatik und der Lebensqualität. Ungeprüft lässt sich daraus die Hypothese ableiten, dass ein Erhalt der Gehgeschwindigkeit nicht nur die direkten Pflege- und Gesundheitskosten sondern auch die informellen Kosten positiv beeinflussen könnte.

4.5 Bedeutung der körperlichen Aktivität bei Menschen mit Demenz für funktionelle und kognitive Fähigkeiten

In der Einleitung wurde bereits darauf hingewiesen, dass das Ausmaß der körperlichen Aktivität von der körperlichen Leistungsfähigkeit abhängt und sich umgekehrt das Ausmaß und die Intensität der körperlichen Aktivität auf die körperliche Leistungsfähigkeit auswirkt. In der vorliegenden Studie wurde eine hochvulnerable Gruppe an Menschen untersucht, die sowohl ein geringes Ausmaß an körperlicher Aktivität und eine stark reduzierte körperliche Leistungsfähigkeit und damit einhergehend reduzierte funktionelle Fähigkeiten besitzt. Dennoch war es allen Teilnehmern eingangs der Studie möglich, sich selbstständig gehend fortzubewegen. Die notwendige Muskelkraft, Gleichgewichtsfähigkeiten und die aerobe Leistungsfähigkeit zur Fortbewegung waren gegeben, auch wenn gegenüber der Normalbevölkerung auf einem bedeutend niedrigeren Niveau (Bauman et al., 2016). Dieses niedrige Niveau wurde durch die stark reduzierte durchschnittliche Ausgangsgehgeschwindigkeit des Samples repräsentiert. Der Autor ging davon aus, dass die Gehgeschwindigkeit mit der körperlichen Aktivität interagiert. Es wurde ein starker Zusammenhang zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Höhe bzw. der Intensität der körperlichen Aktivität angenommen: sodass aus einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit eine geringere körperliche Aktivität folgt. Unter dieser Voraussetzung sollte das Ausmaß der körperlichen Aktivität die funktionell-mobilitätsbezogenen sowie kognitiven Fähigkeiten beeinflussen. Darum wurde in dieser Arbeit entgegen den Darstellungen zahlreicher systematischer Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen zum direkten Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität (meist in Form von körperlichem Training) und funktionellen (Forbes et al., 2015; P. Heyn et al., 2004; Inskip et al., 2016; Pitkala et al., 2013; Potter et al., 2011), motorischen (Blankevoort et al., 2010; P. C. Heyn et al., 2008; Inskip et al., 2016; Lam et al., 2018; Lipardo, Aseron, Kwan, & Tsang, 2017) oder kognitiven Fähigkeiten (Forbes et al., 2015; Groot et al., 2016; S. M. Hayes et al., 2014; P. Heyn et al., 2004; Hsu, Best, et al., 2017) bei Menschen mit Demenz die körperliche Aktivität als intervenierende Variable verwendet.

Aus vielen der o.g. systematischen Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen geht die Effektivität von körperlicher Aktivität bei älteren Menschen und auch Menschen mit Demenz für die körperliche und psychische Gesundheit hervor. Allerdings muss konstatiert werden, dass in allen Studien unterschiedliche Definitionen, Messungen, Arten, Interventionsdauern und Intensitätsniveaus für körperliche Aktivität verwendet wurden (Stephen et al., 2017). Es wurden ausschließlich zeitlich limitierte Interventionen der körperlichen Aktivität in Form von systematischen Trainingsübungen verwendet. Dabei ist es bisher nicht gelungen, diese Interventionen dauerhaft in den Alltag der Menschen mit Demenz zu integrieren. Die allgemeine Anhebung des alltäglichen Ausmaßes an Bewegungsaktivitäten bleibt von den studienbedingten Interventionen unberührt. Dabei wäre es wichtig, hier eine Veränderung zu vollziehen, damit auch Menschen mit Demenz den Gesundheitsempfehlungen zur körperlichen Aktivität nachkommen können. Es ergibt sich allerdings die Schwierigkeit, dass

derzeit aus Mangel an Wissen demenzspezifischer Dosis-Wirkungsbeziehungen auf die für die Allgemeinbevölkerung gültigen Empfehlungen zur körperlichen Aktivität zurückgegriffen werden. Auch die in der vorliegenden Arbeit benutzten Definitionen zur Intensität körperlicher Aktivität basierten auf den in Zusammenarbeit von ACSM und American Heart Association (AHA) erstellten Empfehlungen für ältere Menschen (Chodzko-Zajko et al., 2009; Garber et al., 2011; Nelson et al., 2007). In diesen Empfehlungen wird vor allem die moderate Intensität herausgestellt. Das Ausmaß der freizeitbezogenen körperlichen Aktivität sollte bei 30 Minuten pro Tag liegen, wobei eine moderate Intensität (mind. drei MET oder 40% der VO_2max) vorliegen sollte²². Auf der Grundlage gegenwärtigen Wissens sollte es das gesundheitsbezogene Ziel auf Bevölkerungsebene sein, dass alle erwachsenen Menschen inklusive Demenzkranke (in ihrer Freizeit) kumuliert 30 Minuten pro Tag moderat intensiv körperlich aktiv sind. Dieses Ausmaß an körperlicher Aktivität wird selbst von älteren unbeeinträchtigten Menschen, die in der Gemeinde leben, durchschnittlich weit verfehlt (Jefferis et al., 2015; Sun, Norman, & While, 2013).

Die Gehaktivität ist die häufigste und damit gleichzeitig die wichtigste körperliche Aktivität bei älteren Menschen (Aspvik et al., 2016). Wenig ist bisher über das Ausmaß der Gehaktivität bei Menschen mit Demenz bekannt. Auch für die Gehaktivitäten gibt es für ältere Menschen, die unter chronischen Erkrankungen oder funktionellen Einschränkungen leiden, evidenzbasierte Empfehlungen zur täglichen Schrittzahl, um gesunderhaltende Effekte zu erzielen (Tudor-Locke et al., 2011) oder Inaktivität zu vermeiden (Tudor-Locke et al., 2013). Diese Empfehlungen verorten die kumulierte durchschnittliche Anzahl an Schritten pro Tag bei 6.500 respektive 5.000 Schritten. Die hier vorliegende Arbeit gehört zu einer bisher äußerst geringen Anzahl von Arbeiten, die das Bewegungsverhalten von Menschen mit Demenz mit objektiven Methoden untersuchten und an die o.g. Kriterien anlegten.

Der Umfang der Gehaktivitäten von Menschen mit Demenz in Pflegeeinrichtungen

Das Ausmaß der körperlichen Aktivität (hier: Aktivität des Gehens) war im vorgestellten Sample der Studie äußerst gering; die Bewegungsarmut ausgesprochen hoch. Die Bewohner mit Demenz gingen zur BL durchschnittlich ca. 1.800 (Median = 1.145 Schritte) und zum FU ca. 1.200 (Median = 638) Schritte pro Tag. Beide Durchschnittswerte lagen innerhalb des von Aoyagi und Shepard identifizierten Bereichs an Aktivitäten von Menschen, die nicht mehr zur selbstständigen Lebensführung in der Lage sind und waren damit deutlich geringer als durchschnittliche Schrittzahlen bei älteren Menschen, die selbstständig zu Hause leben (Aoyagi & Shephard, 2009; Bohannon, 2007). In einer Meta-Analyse von Bohannon wurden alle bis dato (2005) verfügbaren Studien zur Gehaktivität gesammelt und ein gepoolter Durchschnittswert mit 95%-Konfidenzintervall für die Gruppe der Menschen über 65 Jahre

²² Auf die Fallstricke der Bestimmung der moderaten Intensität körperlicher Aktivitäten ist im Kapitel 1.2 ausführlich hingewiesen worden.

wiedergegeben. Dieser Durchschnittswert lag bei 6.565 Schritten (95%-CI = 4.897 - 8.233) (Bohannon, 2007) und damit im Bereich der empfohlenen Schrittzahl zur Erhaltung der Gesundheit bei funktionell eingeschränkten oder chronisch kranken Menschen (Tudor-Locke et al., 2011).

Studien, die Aussagen zu den Gehaktivitäten bei Demenzkranken mittels objektiven Methoden bieten, sind bisher sehr selten. Es gibt allerdings Studien, welche das Ausmaß von Bewegungsaktivitäten bei Demenzkranken mit subjektiven Methoden erfassten (beispielsweise mit Fragebogen oder Tagebuch). In diesen Studien kommt es bedingt durch die Variabilität der kognitiven Fähigkeiten zu enormen Verzerrungen der erinnerten körperlichen Aktivität (W. Zhu et al., 2017). In der Regel wird der Umfang und die Intensität der Bewegungsaktivitäten überschätzt (Schrack, Cooper, et al., 2016). Daher sind diese Studien in keiner Weise mit Studien vergleichbar, die objektive Bewegungsmessung einsetzen. Auf Vergleiche der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit Arbeiten, die subjektive Verfahren zur Bewegungsmessung heranzogen, soll verzichtet werden. Es sollen jedoch, soweit möglich, Vergleiche mit Studien angestellt werden, die bei funktionell und ggf. kognitiv stark eingeschränkten Personen Gehaktivitäten objektiv gemessen hatten. Diese Studien hatten allerdings ausschließlich ein Querschnittsdesign.

In einer Studie an 26 zu Hause lebenden Menschen mit einer AD und einem Durchschnittsalter von 76,8 Jahren konnten mittels objektiver Bewegungsmessung durchschnittlich etwa 2.660 Schritte pro Tag aufgezeichnet werden (Erickson, Barr, et al., 2013). Das Sample war jünger und vermutlich weniger stark funktionell eingeschränkt oder mit nicht-kognitiver Symptomatik belastet als das hier vorliegende Sample. Eine mit dem vorliegenden Sample vergleichbare geringe Schrittzahl von durchschnittlich 1.678 Schritten (Median = 1.300 Schritte) erreichten in einer Studie 27 gebrechliche Pflegeheimbewohner mit einem Durchschnittsalter von 86,7 Jahren. Die Pflegeheimbewohner mit Schrittzahlen unterhalb des Median-Wertes hatten durchschnittlich signifikant schlechtere MMST-Werte (Buckinx et al., 2017). Einzig eine Studie mit älteren Menschen, die wegen akuten somatischen Erkrankungen stationär in einem Krankenhaus „lagen“, wies eine noch geringere durchschnittliche Schrittzahl (Durchschnitt = 740 Schritte) auf (Fisher et al., 2011). Allerdings war das Ausmaß an Inaktivität - ca. 90% der Zeit wurde im Bett verbracht - bei hospitalisierten älteren Menschen mit dem Ausmaß an Inaktivität im vorliegenden Sample vergleichbar (Brown et al., 2009). In einer Querschnittsstudie an gebrechlichen älteren Menschen, die zu Hause lebten, wurde festgestellt, dass das Sample durchschnittlich ca. 85% der Zeit inaktiv war. Keiner dieser Teilnehmer konnte die Empfehlung zur körperliche Aktivität des ACSM erfüllen (F. M. Jansen et al., 2015). In all diesen Studien einschließlich der vorliegenden zeigte sich, dass die Gehaktivitäten weit unterhalb der Mindestschrittzahl für gesunderhaltende Effekte lagen und außerdem, dass im Schnitt alle teilnehmenden Personen einen sedentären Lebensstil pflegten. Die Schrittzahl nahm mit der Zunahme an Einschränkungen ab, die Inaktivität folglich zu.

In der vorliegenden Studie war das Ausmaß an Inaktivität sehr hoch. Eingangs der Studie waren die Bewohner mit Demenz ca. 84% und am Ende ca. 89% der Gesamtbeobachtungszeit inaktiv. 20% des Samples war ausgangs der Studie zu keinem Zeitpunkt gehend aktiv. Hinzu kam, dass das Ausmaß moderater körperlicher Aktivität des Samples sehr gering war. Nur 9% der Bewohner zur BL und 4% zum FU erfüllten die Aktivitätsempfehlung des ACSM von 30 Minuten moderat-intensiver körperlicher Aktivität. In der erwähnten Querschnittsstudie von Jansen, in der kein gebrechlicher Teilnehmer die ACSM-Empfehlungen erreichte, wurden die Grenzwerte der Aktivitäts-Counts nach dem klassischen Cut-off Verfahren den Intensitätsstufen zugeteilt (F. M. Jansen et al., 2015). Die Schrittzahl, die mit einer moderaten Intensität in der Normalbevölkerung verbunden ist, liegt bei 100 Schritten pro Minute. In der vorliegenden Studie wurde eine etwas liberalere Auslegung der Schrittzahl pro Minute gewählt und bei einer angenommenen Linksverschiebung der Intensitätsniveaus (vergleiche hierzu Abb. 2) auf 80 Schritte pro Minute nach unten korrigiert. Demnach konnten einige Bewohner mit Demenz die Empfehlungen des ACSM erfüllen. Möglicherweise überschätzt diese Vorgehensweise den Anteil an Bewohnern mit empfehlungsgetreuer körperlicher Aktivität. Dennoch erreichten lediglich zwei Bewohner zur BL und einer zum FU mindestens drei jeweils 10-minütige Einheiten durchgehender moderat intensiver körperlicher Aktivität, sogenannte „Bouts“. Dergestalt ist das hier vorgestellte Sample mit dem Sample von Jansen und Kollegen vergleichbar. Auch anhand eines zweiten gesundheitsbezogenen Maßes - der Gesamtzahl an Schritten pro Tag - wurde das Ausmaß körperlicher Aktivität festgestellt (Tudor-Locke et al., 2011). Es zeigte sich, dass zur BL 5% und zum FU nur 2% des Samples die Mindestanzahl an Schritten, die mit gesundheitsbezogenen positiven Effekten verbunden sind, erreichten. Einen nach Tudor-Locke und Kollegen definierten sesshaften Lebensstil (Tudor-Locke et al., 2013) pflegten zur BL 93% und zum FU 96% der Bewohner.

Die vorliegenden Studienergebnisse bei Menschen mit Demenz in Pflegeheimen zeigten sowohl eine fortschreitende Inaktivität als auch eine Abnahme der Gehaktivitäten mit moderater Intensität. Diese Veränderungen ließen sich in Querschnittsanalysen gar nicht aufzeigen. Zumindest müsste die Länge des Pflegeheimaufenthalts berücksichtigt werden, um eine zutreffende Aussage über das Ausmaß an körperlicher Aktivität von Pflegeheimbewohnern zu treffen. Bei den Pflegeheimbewohnern mit Demenz wird der Status Immobilität, der theoretisch ein funktionelles Maß darstellt und die Fähigkeit impliziert, nicht mehr in der Lage zu sein, Bewegungsaktivitäten auszuführen, praktisch schon gelebt. So entsteht eine Abwärtsspirale aus Bewegungsarmut, die über die Verringerung der funktionellen Fähigkeiten zu einer weiteren Verschärfung der Bewegungsarmut führt und letztlich in die Immobilität mündet. Insbesondere bei Pflegeheimbewohner ist eine hohe Bewegungsarmut, respektive eine hohe Inaktivität zu beobachten (Arrieta, Rezola-Pardo, Gil, Irazusta, & Rodriguez-Larrad, 2018; C. P. Jansen et al., 2015). Eine Sekundäranalyse von Multicenter-Studien in Pflegeheimen in Deutschland mit einer Gesamtteilnehmerzahl von knapp 15.000 Bewohnern kam zu dem Ergebnis, dass Immobilität mit vielen pflegerelevanten Versorgungsproblemen vergesellschaftet ist. Die

Autoren schlossen, dass die Ausweitung der Pflegebedürftigkeit in Pflegeheimen nur durch die Förderung bzw. den Erhalt der Mobilität zu begegnen sei (Lahmann et al., 2015). Gründe für das hohe Ausmaß an körperlicher Inaktivität bei Pflegeheimbewohnern (mit Demenz) wird in der hohen Prävalenz von Apathie und Schmerzen (Plooij et al., 2012) und in den „bewegungsunfreundlichen“ räumlichen Gegebenheiten gesehen (Anderiesen et al., 2014; Douma et al., 2017; C. P. Jansen et al., 2015). Dazu zählen anreizarme Umgebungen, schlechte Personen-Umwelt Passung, Anwendung von freiheitsentziehenden Maßnahmen und fehlende Zeit des Personals.

Dabei ist aus systematischen Übersichtsarbeiten bekannt, dass sich mit der Zunahme der körperlichen Inaktivität die funktionellen Fähigkeiten, die Unabhängigkeit und die kognitiven Fähigkeiten bei älteren Menschen reduzieren (de Souto Barreto, Delrieu, Andrieu, Vellas, & Rolland, 2016; Wirth et al., 2017). Darüber hinaus besitzt ein sitzender Lebensstil einer Meta-Analyse zufolge katastrophale Auswirkungen auf den Verlauf der körperlichen Gesundheit (Biswas et al., 2015). In der vorliegenden Arbeit wurde der Versuch unternommen, die starke Beziehung zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Reduktion der funktionellen und kognitiven Fähigkeiten bei Menschen mit Demenz über das Ausmaß der körperlichen Aktivität zu erklären. Gleichzeitig wurde versucht, ausgelöst durch die Höhe der Veränderung der Gehgeschwindigkeit zwischen den beiden Messzeitpunkten, eine Aussage zum Ausmaß der körperlichen Aktivität zum zweiten Messzeitpunkt zu treffen. Dieser Ansatz wird durch eine Studie unterstützt, die nachwies, dass die Gehgeschwindigkeit zur Prognose des Ausmaßes der täglichen Gehaktivitäten dienen kann (Middleton, Fulk, Beets, et al., 2016).

Die Mediation der Gehaktivität auf die Beziehung zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und den funktionellen Fähigkeiten

Um eine möglichst realitätsnahe Abbildung des Einflusses der Bewegungsvariablen zum zweiten Messzeitpunkt (Inaktivität, moderate Intensität in Minuten und Schrittzahl) auf die Beziehung zwischen Abnahme der Gehgeschwindigkeit und Ausmaß der funktionellen und kognitiven Fähigkeiten zu ermöglichen, musste die erwartete hohe Multikollinearität und „Zero-Inflation“ der Bewegungsvariablen berücksichtigt werden. Eine hohe Multikollinearität lag für die Variablen „Anzahl an Schritten“ und „Minuten moderater Gehintensität“ vor. Ebenfalls lag der Anteil der Bewohner, die zum FU keine einzige Minute moderat intensiv aktiv war bei etwa 70%. Dadurch lag eine große Anhäufung der Werte Null vor - eine sogenannte „Zero-Inflation“. Die in der vorliegenden Arbeit verwendete Mediationsanalyse basierte auf linearen Regressionen nach der Methode der kleinsten Quadrate. Diese ist sehr anfällig gegenüber Multikollinearität (insbesondere für die Schätzung der einzelnen Einflüsse) und Zero-Inflation. Um eine grobe Verzerrung der Ergebnisse auszuschließen, wurde die Bewegungsvariable „moderate Gehintensität“ nicht für die Auswertungen der Mediationsgleichungen berücksichtigt.

Für die verbliebenen Bewegungsvariablen bestätigte sich allein für das Ausmaß an Inaktivität die in der Literatur gefundene Einflussnahme auf die funktionellen Fähigkeiten. So führte

eine Zunahme der körperlichen Inaktivität zu einer Verschlechterung der funktionell-mobilitätsbezogenen Fähigkeiten. Dies ist das in der Literatur durchgängigste Ergebnis für die Beziehung zwischen alltäglicher körperlicher (In-)Aktivität und körperlicher oder gesundheitsbezogener Funktionalität in der Allgemeinbevölkerung (Holstila, Manty, Rahkonen, Lahelma, & Lahti, 2017). Durch das Ausmaß der Inaktivität ging der direkte Einfluss der Abnahme der Gehgeschwindigkeit auf die Abnahme der funktionellen Fähigkeiten verloren. Die Anzahl getätigter Schritte pro Tag hatte dagegen keinen Einfluss auf die funktionellen Fähigkeiten. Auch dieses Ergebnis fand sich in einer Publikation wieder, die keinen Zusammenhang zwischen der Gesamtschrittzahl pro Tag und gesundheits- und funktionsbezogenen Outcomes herstellen konnte (A. S. Watts, Vidoni, Loskutova, Johnson, & Burns, 2013).

Es lassen sich verschiedene Gründe anführen, warum im Mediationsmodell kein Zusammenhang zwischen der Gesamtschrittzahl und den funktionellen Fähigkeiten gefunden wurde. Zum einen war das individuelle Ausmaß an Schritten vermutlich viel zu gering, um einen Effekt zu zeigen. In einer Studie konnte der Nachweis eines Zusammenhangs zwischen der Schrittzahl und den funktionellen Fähigkeiten erst ab einer Schrittzahl von 6.500 Schritten pro Tag gegenüber einer Schrittzahl von weniger als 3.000 Schritten pro Tag gezeigt werden (de Melo et al., 2014). Das vorliegende Sample bestand zu 88% aus Personen, die eine Schrittzahl von weniger als 3.000 Schritten aufwiesen. Zum anderen liegt das Problem mit der Gesamtschrittzahl in der Negierung einer mindestens geforderten Kadenz an Schritten in einem bestimmten Zeitraum, d.h. eine fehlende Verbindung mit einer Intensitätsstufe (Slaght et al., 2017). Dieses Manko ließe sich durch die Hinzunahme eines Maßes beispielsweise der Minutenzahl moderater Intensität des Gehens kompensieren. Der Autor der vorliegenden Studie geht davon aus, dass eine gewisse Anzahl an durchgängig gelaufenen Minuten mit einer bestimmten Intensität, eine höhere Aussagekraft besitzt als die Gesamtschrittzahl allein. Als Beispiel: die moderate Intensität - in dieser Studie gemessen als Anzahl an Minuten mit mindestens 80 Schritten - soll laut gängiger Gesundheitsempfehlung 30 Minuten täglich betragen. Die Schrittzahl und die moderate Intensität hängen zwar stark zusammen, da sich durch das aufsummierte Gehen von 30 Minuten mit moderater Intensität eine Schrittzahl von $30 \times 80 = 2.400$ Schritte ergäbe. Dennoch bleibt beim alleinigen Berichten der Gesamtschrittzahl ein hoher Unsicherheitsfaktor bzgl. der tatsächlich erzielten Schritte innerhalb der Intensitätsstufe bestehen. Die Schritte könnten auch mehrheitlich mit geringer Intensität oder in extrem kurzen Schrittsequenzen erfolgt sein. Leider stellte sich in der vorliegenden Studie das moderate Intensitätsmaß aufgrund der „Zero-Inflation“ als ungeeignet für die hier gewählten Analysen heraus.

Die Höhe der Veränderung der Gehgeschwindigkeit hatte eine Auswirkung auf die Inaktivitätszeit nicht aber der Gesamtschrittzahl. Bewohner mit Demenz und einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit waren im Durchschnitt über alle Mediationsanalysen hinweg etwa 30 Minuten inaktiver. Dabei wurde das Ergebnis für das Ausmaß an Inaktivität zum ersten Messzeitpunkt kontrolliert. Dieser Befund zeigt sich auch

in der älteren Allgemeinbevölkerung. Es liegt eine hohe Assoziation zwischen der Gehgeschwindigkeit und der aeroben Leistungsfähigkeit bzw. der kardio-respiratorischen Fitness vor (Malatesta et al., 2004), sodass Menschen mit geringerer Gehgeschwindigkeit bzw. einer reduzierten $VO_2\text{max}$ körperlich inaktiver sind (Aspvik et al., 2016). Zu vergleichbaren Ergebnissen kam eine Studie an weiblichen Pflegeheimbewohnern in Japan. Auch hier konnte ein Zusammenhang zwischen einer reduzierten Gehgeschwindigkeit und einer größeren körperlichen Inaktivität festgestellt werden (Ikezoe, Asakawa, Shima, Kishibuchi, & Ichihashi, 2013). Andersherum steht der Nachweis, dass das Ausmaß der Alltagsbewegung einen Einfluss auf die Gehgeschwindigkeit hat, bisher aus (Haight et al., 2013). Auch eine Studie an älteren Menschen in Langzeitpflegeeinrichtungen konnte keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl gemessener Schritte via SW3 und der habituellen Gehgeschwindigkeit feststellen (Zalewski et al., 2009). Allerdings trugen spezifische Trainingsübungen und -interventionen einer Meta-Analyse an gesunden älteren Menschen zufolge zu einer signifikanten Erhöhung der habituellen Gehgeschwindigkeit bei (Hortobagyi et al., 2015). Der Effekt von Trainingsübungen auf die Erhöhung der Gehgeschwindigkeiten ließ sich in einer aktuellen Meta-Analyse auch bei Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen (Lam et al., 2018) und in einer aktuellen systematischen Übersichtsarbeit auch bei Pflegeheimbewohnern (Arrieta et al., 2018) nachweisen.

Ebenfalls wirkte sich in der vorliegenden Studie die Demenzschwere auf die Höhe der Inaktivitätszeit aus. Bewohner mit einer schweren Demenz waren deutlich inaktiver als Bewohner mit leichter oder mittelschwerer Demenz. Dieser Befund steht im Einklang mit bisherigen Erkenntnissen zum Ausmaß körperlicher Aktivität bei Demenzkranken (Stubbs et al., 2014; van Alphen et al., 2016). Neu ist hingegen, dass der Einfluss auch unter Berücksichtigung der Selbst-Pflege-Aktivitäten (Barthel-Index) und der Gehgeschwindigkeit aufrecht erhalten blieb. Beide Faktoren, die stark mit dem Ausmaß der kognitiven Beeinträchtigung assoziiert sind, wurden bisher als Erklärungen für die Zunahme an körperlicher Inaktivität bei Menschen mit schwerer Demenz herangezogen (Stubbs et al., 2014). Im Mediationsmodell für die funktionellen mobilitätsbezogenen Fähigkeiten lag zudem ein Zusammenhang zwischen dem Ausgangsniveau der funktionellen mobilitätsbezogenen Fähigkeiten und dem Ausmaß an Inaktivität vor. Je schlechter die funktionellen Fähigkeiten bereits waren, desto weniger aktiv waren die Bewohner. Auch dieser Befund gilt in der Literatur zum Zusammenhang zwischen funktionellen Fähigkeiten und körperlicher Aktivität als etabliert. Dadurch bekräftigt sich der Teufelskreis, dass eine reduzierte körperliche Funktionalität zu einer Reduktion der körperlichen Aktivität führt, die wiederum einen fortschreitenden Verlust der körperlichen Funktionalität bewirkt. Wird in diesen Kreislauf zusätzlich das Ausmaß der kognitiven Beeinträchtigung einbezogen, dann ist eine vollständige Immobilität bzw. der Verlust der Selbstständigkeit unausweichlich.

Die Mediation der Gehaktivität auf die Beziehung zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und den kognitiven Fähigkeiten

In den Mediationsmodellen bezogen auf die globale Kognition konnte klar die Beziehung zwischen der Reduktion der Gehgeschwindigkeit und der Abnahme der kognitiven Fähigkeiten herausgestellt werden. Auch unter Berücksichtigung der Ausgangswerte der kognitiven Testungen zeigte sich, dass eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit für die Unterschiede in den kognitiven Testleistungen verantwortlich war. Der Zusammenhang zwischen Gehgeschwindigkeit und kognitiven Fähigkeiten konnte durch das Ausmaß der Gehaktivitäten nicht beeinflusst werden. Weder die Höhe der Inaktivität noch die Gesamtzahl an Schritten wirkten sich auf die kognitiven Testleistungen aus. Dieses Ergebnis überrascht vor dem Hintergrund der bisherigen Ergebnisse, die einen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der Verbesserung kognitiver Funktionen bei Menschen mit Demenz fanden (Brini et al., 2018; Falck et al., 2017; Groot et al., 2016; P. Heyn et al., 2004; H. S. Lee, Park, & Park, 2016). Hinter diesem Zusammenhang steht die Annahme, dass die körperliche Aktivität die kortikale Aktivierung und die strukturelle Integrität des Kortex verbessert (Schäfer, Huxhold, & Lindenberger, 2006).

Dabei muss angemerkt werden, dass in den aufgeführten Meta-Analysen ausschließlich zeitlich limitierte RCTs mit Übungsprogrammen aufgenommen wurden, die überschwellige Trainingsreize setzten (Groot et al., 2016; P. Heyn et al., 2004). Eine wie in der vorliegenden Studie gemessene geringe Alltagsaktivität entspräche nicht dem Niveau o.g. Interventionen. Brini und Kollegen kamen zu dem Schluss, dass eine klinisch bedeutsame Verbesserung der kognitiven Funktionen bei Menschen mit Demenz nur erreicht werden könne, wenn multimodale Interventionen zur Anwendung kämen, die mindestens eine aerobe Komponente von 150 Minuten pro Woche enthielten (Brini et al., 2018). In der Meta-Analyse von Lee und Kollegen waren die Gehaktivitäten (z.B. in Form des Spazierengehens) die hauptsächliche Interventionsform, allerdings in Intensitätsbereichen und Dauern, die jenseits der alltäglichen Bewegungsumfänge von Demenzkranken liegen (H. S. Lee et al., 2016). Das Spazierengehen mit einer moderaten Intensität in zeitlichen Blöcken von mindestens zehn Minuten wäre sehr gut geeignet, um die kognitiven Fähigkeiten zu erhalten (Winchester et al., 2013).

Demnach muss für das vorliegende Sample festgestellt werden, dass die individuellen Gesamtschrittzahlen und Zeiten mit Gehaktivitäten mit moderater Intensität viel zu gering waren, um einen Effekt auf den Erhalt der kognitiven Fähigkeiten zu haben. Die durchschnittliche körperliche Aktivität von Menschen mit Demenz im Alltag der Pflegeheime reicht nicht aus, um Effekte auf die kognitiven Fähigkeiten zu erzielen. In dieser Form stimmten die vorliegenden Ergebnisse mit den Ergebnissen einer Studie an Menschen mit AD von Scarmeas und Kollegen überein. In dieser Längsschnittstudie mit einer durchschnittlichen zeitlichen Dauer von 5,2 Jahren wurde festgestellt, dass das Ausmaß der alltäglichen körperlichen Aktivität den Verlauf der kognitiven Beeinträchtigung nicht beeinflussen konnte (Scarmeas et al., 2011).

Genauso verhielt es sich mit dem Ausmaß an körperlicher Inaktivität. Um einen Effekt auf die kognitiven Fähigkeiten zu erzielen, sollte die sesshafte Lebensweise pro Tag um mindestens zwei Stunden reduziert werden. D.h., 120 Minuten der Beobachtungszeit sollten mindestens mit körperlicher Aktivität (auch Aktivitäten mit leichter Intensität) verbracht werden (Falck et al., 2017). In der vorliegenden Studie waren 88% des Samples in der Gesamtsumme deutlich weniger als zwei Stunden pro Tag körperlich gehend aktiv. Dadurch verloren sich die Effekte bzgl. des Ausmaßes an Inaktivität auf die kognitiven Fähigkeiten. Eine nahezu vollständige Inaktivität war für den Erhalt der kognitiven Fähigkeiten nicht vorteilhafter als eine vollständige Inaktivität.

In den Mediationsmodellen zur Wirkung der Bewegungsaktivitäten auf die Beziehung zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und den kognitiven Fähigkeiten fand sich der bekannte Einfluss der Abnahme der Gehgeschwindigkeit auf das Ausmaß an Inaktivität wieder. Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit waren in der Wiederholungsmessung etwa 33 Minuten inaktiver als Bewohnern ohne Abnahme der Gehgeschwindigkeit. Zudem fiel auf, dass männliche Bewohner gegenüber weiblichen Bewohnern deutlich inaktiver waren. Dieser Geschlechterunterschied zeigte sich bereits in anderen Studien (Aspvik et al., 2016; Hansen et al., 2012). Allerdings waren die körperlichen Aktivitätsparameter wie moderate Intensitätszeit in einigen Studien bei älteren Männern höher als bei älteren Frauen (M. G. Davis & Fox, 2007; M. G. Davis et al., 2011; Hansen et al., 2012). Daten zu Unterschieden zwischen den Geschlechtern bezogen auf Bewegungsparameter lassen sich gegenwärtig in der Demenzliteratur nicht finden. Bezogen auf die o.g. Daten und den Ergebnissen der vorliegenden Studie kann festgehalten werden, dass Frauen aus der gegenüber Männern reduzierten Inaktivitätszeit kein Kapital für die Gesundheit und funktionellen sowie kognitiven Fähigkeiten schlagen können, weil die Aktivitätszeit ausschließlich in niedrigen Intensitätsstufen gewonnen wurde. So zeigte sich in der vorliegenden Studie kein Unterschied zwischen den Geschlechtern bezogen auf die Gesamtschrittzahl und die Minutenanzahl in moderater Intensität. Auch eine Wirkung auf die kognitiven Fähigkeiten blieb trotz des reduzierten Ausmaßes an Inaktivität bei Frauen aus. Im Gegenteil, Frauen wiesen gegenüber Männern tendenziell größere Defizite in den kognitiven Testungen auf.

Abschließend zeigte sich, dass die Ausgangsleistung in den kognitiven Fähigkeitstests einen bedeutenden Einfluss auf die Testleistungen 16 Monate später hatte; jeder zusätzliche Punkt in den Testleistungen zur Eingangsuntersuchung, bedeutete auch einen zusätzlichen Punkt in der Wiederholungsmessung. Wie bereits erwähnt, blieben für die Gesamtgruppe betrachtet, rapide Verläufe in den kognitiven Fähigkeiten aus. Dadurch, dass für die vorliegende Studie nur Bewohner ausgewählt wurden, die auch nach 16 Monaten noch gehfähig sein sollten, wurde eine Auslese an Bewohnern getroffen, die so im Schnitt im Pflegeheim nicht zu beobachten ist. Möglicherweise ist es der Selektivität des Samples geschuldet, dass die interindividuellen Unterschiede in den körperlichen Aktivitätsparametern in Bezug auf die kognitiven Fähigkeiten im Rauschen untergingen. Ggf. ließen sich bedeutende Veränderungen aufzeichnen, wenn die Gesamtbeobachtungszeit erhöht wäre.

Dennoch bleibt festzuhalten, dass das Ausmaß an körperlicher Aktivität bei Pflegeheimbewohnern mit Demenz viel zu gering und das Ausmaß an Inaktivität viel zu groß ist. Die vorliegenden Bedingungen in Pflegeheimen gepaart mit den individuellen Voraussetzungen der Bewohner, scheint die körperliche Inaktivität zu begünstigen. Dabei sollte es für alle Menschen das Ziel sein, den gesundheitsbezogenen Empfehlungen zur Folge 30 Minuten pro Tag (in Abschnitten zu je mindestens zehn Minuten) moderat intensiv körperlich aktiv zu sein. Nur so ließen sich alltagsbezogene, kognitive und funktionelle Fähigkeiten erhalten. Die Gehgeschwindigkeit scheint hier eine außerordentliche Rolle zu spielen. Eine bedeutende Verschlechterung der Gehgeschwindigkeit hat Auswirkungen auf die Zunahme der körperlichen Inaktivität und geht per se mit Verschlechterungen der kognitiven und funktionellen Fähigkeiten einher. Der Begegnung dieser Kaskade sollte im Fokus bei Pflegeheimbewohner stehen. Eine dauerhafte respektive nachhaltige Erhöhung der körperlichen Aktivität ist unumgänglich. In einer Infographik von Reid und Foster ist gut verständlich dargestellt, was ein Bewegungsprogramm für ältere Menschen generell beinhalten sollte (H. Reid & Foster, 2017).

Die Herausforderung wird sein, ein solches Programm an die personellen und räumlichen Ressourcen sowie strukturellen und organisatorischen Voraussetzungen der stationären Pflegeeinrichtungen anzupassen. Das QN I. „Mobilität und Sicherheit bei Menschen mit Demenz in stationären Pflegeeinrichtungen“ könnte den notwendigen Rahmen bieten, um ein im Sinne der Empfehlung der ACSM gestaltetes Trainingsprogramm für Menschen mit Demenz fest in den Alltag der Pflegeeinrichtungen zu integrieren. Im QN I. sind alle Professionen und Laien adressiert, die direkt und indirekt Einfluss auf die körperliche Aktivität bei Demenzkranken ausüben. Maßnahmen zur Gestaltung eines mobilitätsfreundlichen Settings sind evidenzbasiert hergeleitet und lassen sich praktisch umsetzen (Schäufele, Hendlmeier, et al., 2008). Das hier vorgestellte Sample konnte zwar nicht von den Maßnahmen des QN I profitieren. Es gab keine Erhöhung der Bewegungsaktivitäten und der mobilitätsbezogenen Fähigkeiten. Das lag daran, dass die Bewohner, die de facto zur Implementierungsgruppe gehörten, nur per Zufall im Fokus der Interventionen standen. Die Implementierung des QN I war eindeutig auf Bewohner ausgerichtet, die im Laufe des Interventionszeitraumes in die Einrichtungen einzogen oder, wie nicht-demenziell erkrankte Bewohner, leichter zu erreichen waren (Schäufele et al., 2016). Derzeit wird ein Bewegungsprogramm namens „Lübecker Modell Bewegungswelten“ in ausgewählten Pflegeheimen Norddeutschlands etabliert (Ralf, Krupp, Schmidt, & Willkomm, 2017). Ziel ist die dauerhafte Begegnung der Bewegungsarmut. Teilnehmen können alle Pflegeheimbewohner auch Menschen mit Demenz. Denn das Ausmaß an kognitiver Beeinträchtigung ist kein Hinderungsgrund für die Teilnahme an dauerhaften Bewegungsprogrammen (K. F. Reid et al., 2017).

4.6 Schlussfolgerung - Eine Theorie zur Bedeutung der Gehgeschwindigkeit

In der Diskussion der Ergebnisse wurde bisher die Bedeutung der Abnahme der Gehgeschwindigkeit jeweils separat für die funktionellen und kognitiven Fähigkeiten, die Lebensqualität und die nicht-kognitive Symptomatik für Menschen mit Demenz dargestellt. Es stellt sich die Frage, ob es möglicherweise einen gemeinsamen Nenner für diese Beziehungen gibt. Andersherum stellt sich die Frage, ob der Erhalt der Gehgeschwindigkeit bei älteren und kognitiv beeinträchtigten Menschen so bedeutend ist, das damit zwangsläufig positive Wirkungen auf die körperliche Aktivität, die funktionellen, kognitiven, alltags- und mobilitätsbezogenen Fähigkeiten verbunden sind? Ließen sich durch diese Zusammenhänge auch Effekte für die Lebensqualität und die nicht-kognitive Symptomatik nachweisen? Letztlich dreht sich alles um die Frage, warum die Gehgeschwindigkeit ein guter Indikator für altersbedingte Verluste, chronische Erkrankungen und funktionelle sowie kognitive Fähigkeitseinbußen ist. Diese Fragen sollen unter Zuhilfenahme einer umfassenden Theorie zur Beziehung zwischen Gehgeschwindigkeit, Alltagsfähigkeiten, Ausmaß an körperlicher Aktivität, Kognition und Lebensqualität während des Alterungsprozesses und insbesondere bei Menschen mit Demenz diskutiert werden.

Zur Klärung dieser Fragen ist es wichtig, noch einmal die Bedeutung des Gehens für die menschliche Fortbewegung herauszustellen. Der bipedale menschliche Gang und somit das aufrechte Gehen auf zwei Beinen bietet dem Menschen evolutionsbedingt starke Vorteile. Es ist zwar nicht die effizienteste Art der Fortbewegung, die in der Natur vorkommt, dennoch bietet sie für die Fortbewegung an Land das höchste Adaptionspotential (z.B. Fortbewegung auf allen Untergründen, Überwinden von Hindernissen und Ausführen plötzlicher Richtungswechsel) (Saibene & Minetti, 2003). Zusätzlich wird bei fast allen bipedalen Fortbewegungsarten der Schultergürtel nicht eingesetzt und kann für vollständig andere Aufgaben genutzt werden. Ein Meilenstein in der Entwicklung eines Säuglings zum Kleinkind - um das erste Lebensjahr - ist die Erlangung der Gehfähigkeit. Verzögerungen bei der Entwicklung des selbstständigen Gehens weisen i.d.R. auf neurologische Erkrankungen oder Erkrankungen des Bewegungsapparates hin (Ferrucci et al., 2016). Im Lebensverlauf bilden sich viele Mechanismen heraus, um das Gangbild so ökonomisch und effizient wie möglich zu gestalten und den Verlust der Gehfähigkeit zu kompensieren. Werden diese Mechanismen ineffektiv, kommt es zu klinisch relevanten Veränderungen des Gangbildes. Sichtbare Veränderung des Gangbildes, allen voran der Gehgeschwindigkeit, sind je nach Ausmaß der Veränderung ein wichtigen Zeichen für funktionelle, mobilitäts- und alltagsbezogene Veränderungen (S. R. Cummings, Studenski, & Ferrucci, 2014; Ferrucci et al., 2016; Middleton et al., 2015; S. Perera et al., 2016). Als ausschlaggebend für diese Veränderungen werden neben akuten und chronischen Erkrankungen, altersbedingte Veränderungen der Körperkraft, des proportionalen Anteils an Muskelmasse an der Gesamtkörpermasse, der Energieverfügbarkeit und -effizienz, der Homöostase-Regulation,

der Ressourcenverfügbarkeit im Gehirn, der Effizienz der Gehirn-Muskel-Verbindungen und Veränderungen der Wahrnehmungsleistungen gesehen (Ferrucci et al., 2000).

All diese altersbedingten Veränderungen stehen in einem sehr engen Verhältnis zum Ausmaß der körperlichen Aktivität. Darüber, ob diese Veränderungen selbst kausal auf die Verringerung der körperlichen Aktivität wirken oder umgekehrt die Verringerung der körperlichen Aktivität die o.g. Veränderungen zur Folge haben, kann derzeit nur spekuliert werden. Selbst die Kausalität der soeben als ausschlaggebend oder ursächlich für die Veränderungen der Gehfähigkeit/ Gehgeschwindigkeit bezeichneten Prozesse ist nicht hinreichend geklärt. Diese Veränderungen könnten selbst Hinweise auf schleichend beginnende Krankheitsprozesse sein, womit eine Differenzierung zwischen alters- und krankheitsbedingten Veränderungen ab dem dritten oder vierten Lebensalter noch weitaus komplexer wäre als bisher angenommen. Populationsbasierte Grenzwerte oder Marker ab denen die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen von Erkrankungen hoch ist, müssten für jede Person, individuell unter Berücksichtigung des bisherigen Lebensverlaufs angepasst werden. Ohne den Punkt der Kausalität an dieser Stelle vertiefen zu können, gibt es einen größten gemeinsamen Nenner aller genannten Faktoren. Es sind die energetischen und metabolischen Prozesse²³.

Um diesen Zusammenhang zu erklären, ist es noch einmal geboten zur Abbildung 2 dieser Arbeit zurückzukehren. Hier wurde der Zusammenhang zwischen den Intensitätsniveaus der körperlichen Aktivität und dem Energieverbrauch dargestellt. Es wurde beschrieben, dass es alters- und krankheitsbedingte Links-Verschiebungen auf der X-Achse der objektiven Intensitätsniveaus (Belastungsstufen) körperlicher Aktivitäten durch das individuelle Ausmaß der Beanspruchung gibt. Wie im dazugehörenden Kapitel 1.3 beschrieben, ist die Gehgeschwindigkeit sehr stark mit der VO_2max assoziiert (Fiser et al., 2010). Die maximale Sauerstoffaufnahmekapazität wiederum ist sehr hoch mit dem Energieverbrauch verbunden, sodass ein metabolisches Äquivalent (MET) dem VO_2max -Wert von 3,5 ml/min/kg entspricht (Ainsworth et al., 2011). Die Gehgeschwindigkeit, die jeder Mensch selbst wählt, um sich fortzubewegen, ist individuell darauf abgestimmt, dass der Energieaufwand möglichst gering und die Effizienz des Gehens möglichst hoch ist (Schrack, Zipunnikov, Simonsick, Studenski, & Ferrucci, 2016). Mit dem Alter reduziert sich die VO_2max um eine Rate von drei bis sechs

²³ Zu den energetischen Prozessen werden hier die Energieverfügbarkeit, die energetischen Kosten und die Energieeffizienz gezählt. Die metabolischen Prozesse sind die Gesamtheit aller im Körper stattfindenden anabolen und katabolen Reaktionen, um die Körpersubstanz, die Körperfunktionen und die Energiebereitstellung zu regulieren. Unter Energieverfügbarkeit soll die Gesamtenergie verstanden werden, die zu einem bestimmten Zeitpunkt für grundlegende (lebenserhaltende) Körperfunktionen und zusätzliche Aktivitäten zur Verfügung steht. Unter energetischen Kosten (auch spezifischer Energieverbrauch genannt) ist das Ausmaß an Energie oder des Sauerstoffverbrauchs zu verstehen, der für spezifische Aktivitäten benötigt wird. Die Energieeffizienz ist wiederum der prozentuale Anteil der energetischen Kosten spezifischer Aktivitäten an der zur Verfügung stehenden Gesamtenergie. Eine hohe Energieeffizienz geht mit einem prozentual kleinen Anteil an Energie einher, der für eine spezifische Aktivität wie dem Gehen verbraucht wird.

Prozent pro Dekade mit einem beschleunigten Verlauf auf über 20% pro Dekade ab dem 70. Lebensjahr (Fiser et al., 2010; Fleg et al., 2005). Da die Menge an Energie, die für Aktivitäten freigesetzt werden kann, nur im begrenzten Umfang zur Verfügung steht, muss je nach Höhe der abgesunkenen individuellen $VO_2\text{max}$ die Gehgeschwindigkeit angepasst werden, um die verbleibenden Energiereserven zu schonen. Damit wäre individuell das obere Limit, die maximale Energieverfügbarkeit abgesteckt. Gleichzeitig erhöhen sich bei vielen älteren Menschen die energetischen Kosten des Gehens durch Veränderungen der bewegungsbezogenen zeitlich-räumlichen Muster (z.B. Veränderungen der Schrittlänge, der Doppelstand- und Schwungphase oder des Base-Supports) aufgrund von Erkrankungen des Bewegungsapparates oder Veränderungen der neuronalen Mechanismen wie Ineffizienz der Feedbackschleifen (z.B. Efferenz-Systeme der Gehirn-Muskel-Verbindungen) oder der Innervationsmechanismen (Hortobagyi, Finch, Solnik, Rider, & DeVita, 2011). Ein ineffizientes oder unökonomisches Gangbild kann auch durch Veränderungen der kognitiven Funktionen und Dysregulationen der motorischen Kontrolle im Kleinhirn oder im Präfrontalen Kortex auftreten (Clouston et al., 2013). Es ist bekannt, dass bestimmte kognitive Fähigkeiten und bestimmte motorische Fähigkeiten auf dieselben neuronalen Ressourcen im Gehirn zurückgreifen (Rosso et al., 2013). Das Gehen wird im Alter als „bewusste“ Handlung wahrgenommen, wobei es zur Verschiebung kognitiver Ressourcen für die Aufrechterhaltung der posturalen Kontrolle kommt (Hausdorff et al., 2005). Die Verschiebung der kognitiven Ressourcen findet bei Menschen mit Demenz vor dem Hintergrund einer krankheitsbedingten Abnahme dieser Ressourcen statt. Die Reduktion der Neuronen und synaptischen Verbindungen führt demnach zu Störungen des Gangbildes. Nebenbei erhöhen diese Veränderungen die Gangunsicherheit und damit das Sturzrisiko (Amboni et al., 2013; Montero-Odasso et al., 2012).

Die erhöhten energetischen Kosten des Gehens stehen in einem ungünstigen Verhältnis zur Energieeffizienz, weil bei gleichbleibender Energieverfügbarkeit, prozentual gesehen, mehr von den maximal zur Verfügung stehenden Ressourcen verbraucht werden (Schrack, Simonsick, & Ferrucci, 2013). Zudem kann der Fall einer krankheitsbedingten Erhöhung des Grundumsatzes eintreten. Der Grundumsatz entspricht dem Energiebedarf, der zur Erhaltung der basalen (Überlebens-)Funktionen dient. Der Grundumsatz ist die Energie, die zu einem beliebigen Zeitpunkt dem Körper zur Verfügung stehen muss (Ferrucci et al., 2016; Schrage, Schrack, Simonsick, & Ferrucci, 2014). Dieser Energiebedarf ist so entscheidend, dass der Körper die damit verbundenen Funktionen um jeden Preis schützen will. Sie werden deshalb auch als autonom geschützte Reserven bezeichnet. Der Grundumsatz ist demnach von der maximalen Energieverfügbarkeit abzuziehen und limitiert dergestalt die für alle zusätzlichen Aktivitäten relativ zur Verfügung stehende Energie. Erhöht sich (krankheitsbedingt) der Grundumsatz, werden alle anderen Aktivitäten in ihrer Intensität um den Betrag zurückgesetzt, der nahe oder über die Schwelle der autonom geschützten Reserve liegt (Schrack, Knuth, Simonsick, & Ferrucci, 2014).

Der Schutz der Energiereserven findet nicht willentlich statt, sondern wird über das Phänomen der zentralen Erschöpfung oder Ermüdbarkeit geregelt (Richardson, Glynn,

Ferrucci, & Mackey, 2015). Ohne diese Aussage in ihrem Für und Wider ausführlich behandeln zu können, wird zum Schutz der grundlegenden Körperfunktionen und der Organerhaltung ein zentral-nervöser Regelkreis vermutet, der von einigen Autoren als „Zentraler Regler“ (engl.: „Central Governor“) bezeichnet wird (Noakes, 2012). In gravierenden Fällen kann bei schweren chronischen Erkrankungen eine Entgleisung des Energiebedarfs auftreten, der die autonomen Funktionen erhält (Hypermetabolismus). Im Falle dieser Entgleisungen kommt es zu einem starken Gewichtsverlust, insbesondere in Form des Verlusts an Muskelmasse. Im übertragenen Sinne verbrennen diese auszehrenden Erkrankungen (Kachexien) das nicht dringend überlebensnotwendige und zugleich metabolisch anspruchsvolle körperliche Material (Argiles, Fontes-Oliveira, Toledo, Lopez-Soriano, & Busquets, 2014).

Außerdem wird bei einer reduzierten Energieverfügbarkeit und einem erhöhten Energiebedarf zur Deckung grundlegender Körperfunktionen die körperliche Aktivität reduziert (Schrack, Simonsick, Chaves, & Ferrucci, 2012). Darum ist es nicht verwunderlich, dass mit der Reduktion der Gehgeschwindigkeit auch eine Reduktion der körperlichen Aktivität bzw. eine Ausweitung der Inaktivität auftritt (K. S. Hall et al., 2017). In wiederum anderen Fällen kann die (theoretisch) notwendige $VO_2\text{max}$ bzw. die energetischen Kosten für das Gehen 100% der zur Verfügung stehenden Energie betragen. In solchen Fällen ist unter Berücksichtigung der autonom geschützten Energiereserven das Gehen nicht mehr möglich.

Wie oben in Form der Kachexie als extreme Form eines pathologisch erhöhten Grundumsatzes bereits angedeutet, sind die energetischen Prozesse Teil des Metabolismus. Auffällig ist, dass Menschen, die eine reduzierte Gehgeschwindigkeit besitzen, gleichzeitig auch über weniger Muskelmasse und Muskelkraft verfügen. Eine Reduktion der Muskelmasse tritt entweder als Folge des Alterungsprozesses (Sarkopenie), als Folge kataboler Zustände aufgrund von Erkrankungen (Kachexie) oder als Folge der Inaktivität (Atrophie) auf (Evans, 2010). Den Adaptionen der Muskelmasse und -kraft liegen metabolische (Dys-)Regulationsmechanismen zugrunde. Dazu zählt eine reduzierte oxidative Kapazität respektive eine beeinträchtigte Energiebereitstellung in den Mitochondrien (Argiles et al., 2014; Zane et al., 2017). Das Phänomen eines über die „natürliche“ Abnahme an Muskelmasse hinausgehenden Verlusts ist bei Alzheimer-Patienten hinlänglich bekannt (Poehlman & Dvorak, 2000; Sergi, De Rui, Coin, Inelmen, & Manzato, 2013). Auch hier ergibt sich der Verlust aus dem Zusammenspiel der Kumulation kataboler Hormone bei gleichzeitiger Abnahme anaboler Hormone, erhöhter Entzündungswerte und Insulinresistenz (Evans, 2010; Sergi et al., 2013). Die Proteinsynthese ist gestört. Konsequenter Weise ist somit die Reduktion der Gehgeschwindigkeit in vielen Fällen nicht der normalen Variation des Alterns geschuldet, sondern ein Kennzeichen für zugrunde liegende (sub-)pathologische Prozesse und/oder beginnendes Multisystem-Versagen (Rosso et al., 2015; Schrack et al., 2012; Schrack et al., 2013).

Unter Berücksichtigung der o.g. Zusammenhänge lassen sich die Ergebnisse dieser Studie folgendermaßen zusammenfassen: Menschen mit Demenz haben aufgrund der kognitiven

Beeinträchtigung eine reduzierte Gehgeschwindigkeit. Im Sample der vorliegenden Studie lag die Baseline-Gehgeschwindigkeit bei durchschnittlich 0,51 m/s. Eine etwa doppelt so hohe Geschwindigkeit gilt bei unbeeinträchtigten Menschen zwischen 80 und 90 Jahren als Norm (Bohannon & Williams Andrews, 2011). Die geringe Geschwindigkeit liegt zum einen an der Demenzsymptomatik und zum anderen am oftmals gleichzeitigen Vorliegen verschiedener somatischer und/oder psychischer Erkrankungen. Bei den Teilnehmern der vorliegenden Studie hatten etwas über Zweidrittel der Bewohner gleichzeitig fünf und mehr Erkrankungen. Die Erkrankungen verlaufen chronisch und progredient, wobei sich die (unterschwellig) pathologischen Veränderungen in der fortschreitenden Reduktion der Gehgeschwindigkeit ablesen lassen (Rosso et al., 2015). So litten viele Demenzkranke des Samples an chronischen Erkrankungen wie Diabetes und kardio-vaskulären und -pulmonalen Erkrankungen, die auch im Zusammenhang mit der Verschlechterung der Kognition stehen (S. M. Hayes et al., 2014). Bei vielen anderen oder zusätzlich zu den o.g. Erkrankungen traten Erkrankungen des Bewegungsapparates respektive Muskel-Skelett Erkrankungen auf, welche mit einer Reduktion der körperlichen Aktivität verbunden sind.

Eine Reduktion der Gehgeschwindigkeit von 7 cm/s über ein Jahr gesehen reichte bereits aus, um diejenigen Bewohner mit Demenz zu identifizieren, bei denen gravierendere Verläufe auftraten. Beispielsweise erhöhen sich die energetischen Kosten durch die zunehmende Verschlechterung der Gehirn-Muskel-Verbindungen und die kognitiven Ressourcen sind in ihrer Doppelfunktion zunehmend überlastet. Zusätzlich wird zur Erhaltung der Energiereserven die körperliche Aktivität reduziert, wodurch sich der Körper in einer fortwährenden Heterostase befindet und sich die Muskelkraft und -masse weiter verringert (Frailty-Syndrom). Das Ausmaß an Erschöpfung oder Erschöpfbarkeit für vormals vergleichsweise als leicht empfundene Aktivitäten ist stark erhöht, weil der Körper seine verbleibenden Energiereserven zum Schutz autonomer Prozesse schont. Die funktionellen und die mobilitätsbezogenen Fähigkeiten gehen Stück für Stück verloren. Die Dysregulation der aeroben Kapazität bewirkt, dass energetisch vormals wenig anspruchsvolle Aktivitäten nahe der verblieben maximalen Grenze der aeroben Kapazität durchgeführt werden müssen. Fortwährende Adaptionen zur Teilhabe am sozialen Leben sind notwendig (Verbrugge & Jette, 1994); Verkleinerungen oder Begrenzungen des sozialen Interaktionsradius die Folge. Dieser „Teufelskreis“ setzt sich fort und wird dabei von den Demenzkranken bewusst erlebt. Das senkt die Lebensqualität und erhöht die nicht-kognitive Symptomatik insbesondere in Form der depressiven Symptomatik und der Apathie (Soysal et al., 2017). Am Ende dieses Teufelskreises steht die Bettlägerigkeit.

Diese schier unausweichliche Kaskade geht mit enormen Belastungen des Gesundheitssystems einher. Die Pflege, Versorgung und Betreuung der Demenzkranken muss intensiviert werden, damit diese, wenn auch zunehmend eingeschränkter, am gesellschaftlichen Leben teilhaben können. Die damit einhergehenden Kosten sind - auch ohne die Allokationsdebatte aus Sicht der Kranken- und Pflegekassen zu adressieren - sehr hoch. Die Demenz zählt in Deutschland auch unter Berücksichtigung aller Altersgruppen derzeit bereits zu den Erkrankungen, die mit den höchsten direkten Kosten verbunden sind

(Statistisches Bundesamt, 2018). Das Szenario aus demographischem Wandel und steigender Prävalenz mit zunehmendem Lebensalter lässt eine Zunahme der Krankheitskosten vermuten. Diese Zunahme erfolgt auch unter den gegenwärtigen Hinweisen einer abnehmenden Prävalenz der Demenzen in den Ländern mit hohem Einkommen (Winblad et al., 2016). Unter Berücksichtigung der informellen Kosten durch Pflege- und Betreuungsleistungen von Angehörigen (entweder bestimmt als Opportunitäts- oder Wiederbeschaffungskosten) sind die verbleibenden Lebensjahre demenzkranker Personen aus gesellschaftlicher Perspektive sehr teuer.

Die zugrunde liegenden Mechanismen für die gefundenen Beziehungen zwischen der Abnahme der Gehgeschwindigkeit und der Reduktion der funktionell-mobilitätsbezogenen und kognitiven Fähigkeiten, der Reduktion der Lebensqualität und der Zunahme der nicht-kognitiven Symptomatik bei Menschen mit Demenz lassen aber auch einen anderen Schluss zu. Denn sie bedeuten auf der anderen Seite, dass bei den Menschen mit Demenz bei denen gleichzeitig keine Abnahme der Gehgeschwindigkeit und keine Verschlechterungen der o.g. Fähigkeiten, der Lebensqualität und der nicht-kognitiven Symptomatik beobachtet wurden, die progressive Veränderung der metabolischen und energetischen Prozesse ausgeblieben ist. Zugegebenermaßen ist diese Sichtweise stark vereinfacht, da hinter diesen Mechanismen ein komplexes Zusammenspiel aus biologischen, psychologischen und physiologischen Faktoren stehen könnte. Dennoch gibt es mittlerweile viele Belege, die diese Theorie stützen (Schrack, Simonsick, & Ferrucci, 2010). Fairerweise muss angemerkt werden, dass die in dieser Arbeit dargestellten Hinweise für die oben aufgezeigte Theorie zur Gehgeschwindigkeit keine direkten Belege sind. Diese wären nur im Zusammenhang mit der Messung der energetischen Parameter zu erhalten (Schrack et al., 2010) und einer experimentellen Klärung, welcher Art die zentralen Regelmechanismen im Gehirn sind, die zum Schutz der Homöostase dienen.

Die eingangs gestellten Fragen zur Wichtigkeit des Erhalts der Gehgeschwindigkeit muss unter Berücksichtigung der soeben gemachten Einschränkung bejaht werden. Das Gehen ist für den Menschen bedeutend. Die Gehgeschwindigkeit ist leicht zu erfassen und sie ist über die gesamte Lebensspanne sensitiv für Veränderungen energetischer, funktioneller und kognitiver Natur. Ein enger Zusammenhang mit dem Ausmaß an körperlicher Aktivität ist gegeben. Ließe sich eine bedeutende Reduktion der Gehgeschwindigkeit verhindern, dann könnte die mit der Demenzprogression einhergehende Zunahme der Krankheitskosten stark reduziert werden. Die Stabilisierung der kognitiven und funktionellen mobilitätsbezogenen Fähigkeiten, die mit einem Erhalt der Gehgeschwindigkeit verknüpft zu sein scheinen, könnte dazu führen, dass die Restlebenszeit von Demenzkranken in schweren Demenzstadien minimiert wird. Um das zu erreichen könnte ein Adressat zukünftiger Interventionen bei Demenzkranken die Energieverfügbarkeit sein. Zusätzlich ließen sich dadurch der Erhalt der Alltagsfunktionen und der Lebensqualität anstreben. Derzeit sind jedoch Kosteneffektivitäts- und Kosten-Nutzwert-Analysen nicht-pharmakologischer Interventionen bei Demenzkranken äußerst selten. Ein diesbezügliches Interventionsprogramm liegt ebenfalls nicht vor. Es könnte sich ggf. für zukünftige

Generationen älterer Menschen lohnen, die Verknüpfung zwischen Energieverfügbarkeit, Gehgeschwindigkeit und kognitiven Fähigkeiten weiter systematisch zu verfolgen. Nicht nur an Demenz erkrankte Menschen und deren Angehörige könnten davon profitieren, sondern es könnte auch zu einer Entlastung des Gesundheitssystems beitragen.

Der Erhalt der habituellen Gehgeschwindigkeit muss aus der Lebensspannenperspektive betrachtet werden. Lebenslang körperlich aktiv zu sein, kann entscheidend das Ausmaß der Gehfähigkeit im hohen Alter beeinflussen (M. B. von Bonsdorff & Rantanen, 2011). Ein Erhalt der Gehgeschwindigkeit ist an die fortwährende Effizienz der Gehaktivität und die relative Energieverfügbarkeit gekoppelt. Das gilt prinzipiell auch für Menschen mit Demenz. Hier kann bereits auf der Grundlage der Gehgeschwindigkeit in „fitter“ Menschen mit Demenz und „de-konditionierte“ (gebrechliche) Menschen mit Demenz unterschieden werden. Beiden Gruppen ist gemein, dass die Gehfähigkeit generell durch die zunehmende Ineffizienz der Beanspruchung des Ressourcenpools oder der Regelkreise, die sowohl für kognitive als auch motorische Fähigkeiten genutzt werden, in Mitleidenschaft gezogen ist. Eine Stabilisierung der Gehfähigkeit und somit der Erhalt der Effizienz der Gehaktivität setzt eine neuronale, kognitive Plastizität voraus. Da die kognitive Reservekapazität allerdings bei Demenzkranken zunehmend reduziert bzw. aufgebraucht ist, sind Interventionen zur Rückgewinnung der Automatisierung beispielsweise durch ein Training der motorischen Fähigkeiten vermutlich wenig erfolgversprechend. Gleichermaßen wenig erfolgreich scheint ein ausschließliches kognitives Training zum Schutz der verbliebenen kognitiven Fähigkeiten (Kallio et al., 2018).

Anders sieht das für die Erhöhung oder Aufrechterhaltung der relativen Energieverfügbarkeit aus. Ein einheitliches Programm zum Erhalt der Gehgeschwindigkeit kann aufgrund der unterschiedlichen Energieverfügbarkeit nicht vorgeschlagen werden. Die individuellen metabolischen und energetischen Voraussetzungen müssen ggf. unter Zuhilfenahme der Gehgeschwindigkeit als repräsentatives Maß für Menschen mit Demenz berücksichtigt werden. Daher muss eine Anpassung an die individuell zur Verfügung stehende VO_2max erfolgen. Außerdem sind die spezifischen Empfehlungen für das Vorliegen von internistischen Erkrankungen sowie Erkrankungen des Bewegungsapparates zu beachten.

Für „fitter“ Menschen mit Demenz ließe sich unter Verwendung des QN I und bisheriger Erkenntnisse zu Aktivitätsprogrammen in Pflegeeinrichtungen, folgender Rahmen abstecken: Es wird ein Ausdauertraining im Sinne des täglichen Gehens an fünf Tagen pro Woche in Kombination mit einem Ganzkörperkrafttraining zweimal die Woche empfohlen. Das aerobe Training sollte insgesamt mindestens 30 Minuten dauern. Die einzelnen Gehabschnitte können aufgeteilt werden, wobei die kleinste zusammenhängende Einheit zehn Minuten betragen sollte. Die Mindestschrittzahl pro Minute sollte bei 80 Schritten liegen, also einer moderaten Intensität entsprechen. Ggf. ist die Kadenz oder die Gehstrecke im Laufe der Zeit zu erhöhen. Das Krafttraining sollte - eine Eingewöhnungszeit von ca. vier bis sechs Wochen vorausgesetzt - mit moderater Intensität ausgeführt werden, also in einem Intensitätsbereich von 60-79% des Kraftmaximums für eine Wiederholung. Es sind zwei bis drei Sätze zu je sieben bis zehn Wiederholungen durchzuführen (Borde, Hortobagyi, &

Granacher, 2015). Die Übungen sind an alltäglichen Bewegungssituationen zu orientieren (z.B. Aufstehen vom Stuhl) bzw. mit natürlichen Hilfsmitteln wie Stuhl, Treppe oder Wand zu absolvieren. Gekräftigt werden sollen insbesondere die großen Muskelgruppen wie Rücken, Schultern und Beine.

Für Menschen mit Demenz und einem zusätzlichem Frailty-Syndrom ist auf eine Zunahme der VO_2 max abzielen, damit die funktionellen Fähigkeiten erhalten bleiben. Die Aufnahme körperlicher Aktivität ist wichtig. Die Inaktivitätszeit ist deutlich zu reduzieren. Es werden Methoden wie ein Hochintensives Intervall-Training mit geringem Volumen (Gibala, Little, Macdonald, & Hawley, 2012) oder Bewegung mit leichter Intensität, aber höherem Volumen (Fuzeki, Engeroff, & Banzer, 2017) empfohlen. Die Intensität ist ständig anzupassen. Zusätzlich wird ein Widerstandstraining empfohlen, das dem Verlust der Muskelkraft und -masse entgegen wirken soll. Als Ziel ist die Steigerung der Kraftausdauer und Schnellkraft zu wählen. Da in diesem Stadium der Erkrankung die funktionellen Fähigkeiten bereits stark in Mitleidenschaft gezogen sind, ist ein Training dieser Fähigkeiten zu präferieren. Das Trainingsprogramm kann auch im Sitzen durchgeführt werden (Anthony et al., 2013). Bisher fehlt es allerdings an zielgerichteten Interventionen für diese Population und demnach an jeglicher Evidenz. Zur Kontrolle der Wirksamkeit der o.g. Programme dient die Gehgeschwindigkeit.

4.7 Limitationen der vorliegenden Arbeit

Die vorliegende Arbeit geht mit diversen Einschränkungen einher, welche die Interpretation bzw. die Verallgemeinerung der Ergebnisse abschwächen könnten. Diese Limitationen sind thematisch den nachfolgenden Abschnitten zugeordnet.

Definition habituelle Gehgeschwindigkeit

In der Einleitung ist die Gehgeschwindigkeit wie folgt definiert worden: „Die habituelle [...] Gehgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, die Menschen unabhängig von äußeren Einflüssen frei wählen, um sich ambulatorisch fortzubewegen“. Diese Definition ist nicht ganz unproblematisch. Auch wenn die Umweltbedingungen wie Zeitdruck einmal außen vor gelassen werden, induziert diese Definition, dass die Gehgeschwindigkeit ein beständiges Maß ist. Der Mensch wäre jederzeit in der Lage, die effizienteste Gehgeschwindigkeit zu wählen bzw. die energieeffizienteste Gehgeschwindigkeit wäre jederzeit die präferierte Fortbewegungsgeschwindigkeit. Dabei unterliegt die Gehgeschwindigkeit gewissen intraindividuellen Tagesschwankungen. Diese können durch „innere“ Einflüsse wie psychologische, motivationale oder somatische Befindlichkeiten auftreten. Einige Autoren wollen dieses Problem vermutlich dadurch umgehen, dass sie Termini wie „normale“ (Bohannon & Williams Andrews, 2011), „komfortable“ (Bohannon, 1997) oder „selbst“ bzw. „frei gewählte“ Gehgeschwindigkeit (S. L. Fritz & Lusardi, 2009) einführen. Wiederum andere Autoren ignorieren eine Definition und sprechen ausschließlich von Gehgeschwindigkeit (S. Perera et al., 2016), wobei die Abgrenzung zur maximalen Gehgeschwindigkeit unklar bleibt. Dennoch bleibt für alle Autoren dieses Problem bestehen, weil sie in der einen oder anderen Form die o.g. Definition benutzten oder stillschweigend von ihr ausgingen.

Die Messung der Gehgeschwindigkeit fand in der vorliegenden und in allen anderen Studien im Rahmen von Testsituationen statt, die i.d.R. einer standardisierten Prozedur folgten. Dadurch war es möglich, die Gehgeschwindigkeit tatsächlich in ihrer präferierten Form zu messen, weitgehend unabhängig von der Tagesform. D.h., ob die Begrifflichkeit „habituell“ oder „komfortabel“ oder „normal“ lautet, die Gehgeschwindigkeit entspricht der Geschwindigkeit, die im Test gemessen wurde, frei von beeinflussenden Faktoren. Durch die einer Testsituation entnommenen Gehgeschwindigkeit könnte sich ein interessantes Problem ergeben. Es besteht die Möglichkeit, dass eine „habituelle“ Gehgeschwindigkeit in Alltagssituation aufgrund wechselnder innerer und äußerer Umstände kaum zu beobachten ist. Dann wäre die Gehgeschwindigkeit, die einer Person anhand eines Tests zuwiesen wurde, als der Mittelwert aller Gehgeschwindigkeiten zu interpretieren, die diese Person theoretisch im Alltag produzierte.

Sample und Methoden

Die in der vorliegenden Arbeit dargestellte Studie fand vor dem Hintergrund der Wirksamkeitsprüfung der Implementierung des QN I in ausgewählten stationären Pflegeeinrichtungen statt. Die Hauptstudie folgte einem quasi-experimentellen Design.

Innerhalb der Hauptstudie wurde ein „vertiefender Studienteil“ durchgeführt, der mit der hier aufgeführten Mobilitätsmessung, der kognitiven und motorischen Testung einherging. Die Zielsetzung des vertiefenden Studienteils war an die Hauptzielsetzung gekoppelt. So gesehen hat die hier dargestellte Studie den Charakter einer Sekundäranalyse, weil sie eine komplett eigene Zielrichtung verfolgte. Das ist nicht unproblematisch. Zum einen wurde auf der Grundlage einer Poweranalyse die Größe des Samples für den gesamten vertiefenden Studienteil bestimmt. Das in der vorliegenden Studie dargestellte Sample entsprach aufgrund der eigenen Zielsetzung aber nur etwa einem Drittel der ursprünglichen geplanten Stichprobe. Möglicherweise wurden demnach die Analysen zur Prüfung der hier vorliegenden Zielsetzungen mit einer ungenügenden Teststärke durchgeführt. Der β -Fehler wäre zu groß, bzw. nicht abschätzbar. Dadurch bestünde die Möglichkeit, dass

- a.) im Falle der durchgeführten GLMM die konfundierenden Variablen in ihrer Wirkung auf die Zielvariablen falsch eingeschätzt wurden und
- b.) im Falle der OLS-Pfad Analysen die körperliche Aktivität (Gehaktivitäten) tatsächlich eine Mediationswirkung aufwies.

Zum anderen wurde aufgrund der für die vorliegende Arbeit wichtigen Zielsetzungen eine hochselektive Stichprobe ausgewählt. Alle Bewohner sollten zu beiden Messzeitpunkten die Gehfähigkeit besitzen. Dieser selektive Verlauf der Gehfähigkeit konterkariert in vielen Fällen den natürlichen Verlauf von Pflegeheimbewohnern mit Demenz. Hier wird der Verlust der Gehfähigkeit häufiger beobachtet. Sowohl in der Hauptstudie als auch im vertiefenden Studienteil zur Wirksamkeit der Implementierung des QN I konnte zur BL festgestellt werden, dass nur ca. 38% der Bewohnerschaft überhaupt die Fähigkeit zum Gehen besaßen. Von diesen verloren, auf der Grundlage der Daten der vertiefenden Teilstudie, ca. 30% die Gehfähigkeit im Verlauf der Gesamtstudie. Für die vorliegende Studie wurden die Menschen mit Demenz aus den Analysen ausgeschlossen, die im Verlauf die Gehfähigkeit verloren. Dieser Schritt wurde notwendig, um Verzerrung vorzubeugen. Die ausgeschlossenen Bewohner hätten eine theoretische Gehgeschwindigkeit von 0 (Null) aufgewiesen. Der Betrag der Geschwindigkeitsänderung entspräche der Höhe der ermittelten Gehgeschwindigkeit zur BL-Untersuchung. Außerdem hätten diese Bewohner das Kriterium „Leistung im Sitz-Steh Test“, welches zur Prüfung der Sensitivität der Gehgeschwindigkeitsänderung eingesetzt wurde, nicht bestanden. Zusammengenommen liegt die Vermutung nahe, dass sich die Werte der Responsivität und der Präzision für die Gehgeschwindigkeit verändert hätten. Vermutlich fiel der MID höher aus.

Abschließend sollte erwähnt werden, dass der hier vorliegende Zeitraum der Beobachtung von durchschnittlich 16 Monaten eher ungewöhnlich für eine Sensitivitätsanalyse ist. I.d.R. werden Zeiträume von sechs bis zwölf Monaten gewählt, die eher dem natürlichen Zeitempfinden entsprechen. Das könnte die Vergleichbarkeit der hier gefundenen Ergebnisse erschweren.

Trotz dieser Limitationen reihte sich der hier festgestellte MID von 0,07 m/s und der berechnete SEM von 0,10 m/s sehr gut in bisher etablierte MID für ältere Menschen mit chronischen Erkrankungen oder Demenzen ein (Blankevoort et al., 2013; Brach et al., 2010; Kwon et al., 2009; S. Perera et al., 2006; S. Perera et al., 2014). Es bestand allerdings die wichtige Einschränkung, dass diese Werte ausschließlich auf Populationsebene - im schlimmsten Fall auf Sampleebene - Gültigkeit besaßen. Die individuellen Trajektorien könnten diesbezüglich höchst unterschiedlich ausfallen.

Messung der motorischen Fähigkeiten (Testperformanz)

Für die zuverlässige Erfassung der Gehgeschwindigkeit scheint es unerheblich zu sein, wie lang die Teststrecke zur Ermittlung der Gehgeschwindigkeit ist (Ng et al., 2013) und ob Handmessungen mit Stoppuhr oder vollelektronische Messtechniken oder Sensormatten eingesetzt werden (Peters et al., 2014; Petersen et al., 2012). Mittlerweile hat sich vielfach eine Teststrecke von zehn Metern mit jeweils 2,5 Metern Ein- und Auslaufstrecke etabliert (S. L. Fritz & Lusardi, 2009). In der vorliegenden Studie betrug die Länge der Gehstrecke zur Ermittlung der Gehgeschwindigkeit fünf Meter. Das Ein- und Auslaufen wurde berücksichtigt, allerdings nicht in Metern quantifiziert. Das entspricht gegenwärtig den unteren Limits der Anforderungen an den Gehparcours (Middleton et al., 2015). Gerade für Menschen mit schweren kognitiven Einschränkungen wurde befürchtet, dass sich mit zunehmender Gehstrecke das Risiko für Verzerrungen bei der Ermittlung der Gehgeschwindigkeit erhöht (z.B. abruptes Stehenbleiben, plötzliche Richtungswechsel). Darum ist die Gehstrecke vergleichsweise kurz ausgefallen.

Dass sich die Leistung im Sitz-Steh-Test als ein dermaßen gutes Kriterium zur Ermittlung der absoluten Reliabilität und Responsivität der Gehgeschwindigkeit herausstellte, wurde bei der Konzeption der motorischen Testbatterie nicht gesehen. Der Autor hatte beim Entwurf nur antizipiert, dass der üblicherweise gebrauchte Sitz-Steh Test mit fünf Wiederholungen bei gleichzeitiger Zeitmessung bei Menschen mit Demenz zu hohen Bodeneffekten oder fehlenden Daten führen würde. Daher muss festgehalten werden, dass dieses Maß bisher kaum als Kriterium etabliert ist. Mittlerweile gibt es jedoch erste Hinweise darauf, dass die Fähigkeit zum einmaligen Transfer (Leistung im einmalig durchgeführten Sitz-Steh Test) bei Demenzkranken in stationärer Pflege diesbezüglich ein vielversprechendes Instrument sein kann (Slaughter et al., 2015). Auch ist es möglich, dass die Leistung im Sitz-Steh Test bei einigen Bewohnern aufgrund des Ausmaßes der kognitiven Beeinträchtigung limitiert war. Zumindest kann eine Interferenz der motorischen Leistung durch die Kognition nicht ausgeschlossen werden. Doch diese Interferenz ergab sich gleichermaßen für die Gehgeschwindigkeit. Deren Abnahme im Alterungsprozess des Menschen beruht auf der Interaktion zwischen kognitiven und motorischen Fähigkeiten. Gleiches gilt für die funktionellen und alltagsbezogenen Fähigkeiten. Auch diese unterliegen bei Menschen mit Demenz dem Wechselspiel aus kognitiven und motorischen Fähigkeiten.

Messung der körperlichen Aktivität (Gehaktivitäten)

Die Messung der körperlichen Aktivität wurde in dieser Studie mit einem Beschleunigungssensor vorgenommen, der vornehmlich die Gehaktivitäten misst. Dieses Gerät wurde auch an Demenzkranken erprobt und lieferte zuverlässige und gültige Daten zur Schrittzahl und den Aktivitätszeiten und -niveaus (Block et al., 2016; de Bruin, Hartmann, Uebelhart, Murer, & Zijlstra, 2008). Die Herausforderung bei der objektiven Bewegungsmessung bestand in der Festlegung der Anzahl an notwendigen Messtagen zur Erfassung der „habituellen“ oder „normalen“ Gehaktivitäten. Einige Autoren gehen von Messungen über sieben Tage aus (M. E. Busse, 2004) andere halten drei Tage für ausreichend (Hart, Swartz, Cashin, & Strath, 2011). Der Autor entschloss sich auch aus Gründen so minimal invasiv wie nötig zu sein, die SW3 den Bewohnern für drei aufeinander folgende Tage anzulegen. Ein saisonaler Unterschied wurde nicht berücksichtigt, da sich die Bewohner zumeist innerhalb der Einrichtung aufhielten.

Der SW3 war es möglich, Schritte zu quantifizieren. Darüber hinaus erlaubten es die Software-Einstellungen, Intensitätsniveaus für bestimmte Populationen festzulegen. In der vorliegenden Studie wurde insbesondere Wert auf die Erfassung der moderaten Intensität des Gehens gelegt. Die Schrittzahl, die gewöhnlich mit einer moderaten Intensität verbunden wird, liegt bei 100 bis 110 Schritten pro Minute (Marshall et al., 2009). Da angenommen wurde, dass Menschen mit Demenz, die gleichzeitig in stationärer Pflege sind, eher eine stark unterbrochene als kontinuierliche Schrittrhythmik aufweisen, wurde die Schrittzahl zur Erreichung des moderaten Intensitätsniveaus auf 80 Schritte pro Minute abgesenkt. Tatsächlich ist hierüber nichts bekannt. Die Ausrichtung erfolgte rein auf der Basis der durchschnittlich ermittelten Kadenzen über 30-minütige Gehaktivitäten, die ältere Menschen produzieren, um gesundheitsbezogene Effekte zu erzielen (Tudor-Locke et al., 2017). Wie in dieser Arbeit an mehreren Stellen dargelegt, ist die moderate Intensität interindividuell höchst unterschiedlich und in Abhängigkeit von der VO_2max zu betrachten. So könnte die hier angenommene Schrittzahl für moderate Intensitäten auf Populationsebene zu Über- als auch Unterschätzungen geführt haben. Zukünftig sollte der Zusammenhang zwischen Schritten und Intensitätsniveaus bei Menschen mit kognitiven und funktionellen Beeinträchtigungen geklärt werden.

Mit der SW3 wäre es möglich auch nicht-kognitive Symptomatik wie das „Wander-Verhalten“ zu erfassen. Theoretisch könnten die mit dem „Wander-Verhalten“ ausgeführten Schritte als körperliche Aktivität und damit positiv bewertet werden. Praktisch sind sie der Symptomatik der Demenz geschuldet und kein „freiwilliges“ Aktivitätsverhalten. Zusätzlich kann dieses (temporäre) Verhalten zu enormen Variabilität der Aktivitätswerte führen, insbesondere wenn wenige Tage für die Messung vorgesehen sind. Dergestalt war von Glück zu sprechen, dass „Wander-Verhalten“ bei den Bewohnern der Studie quasi nicht vorkam. Anekdotenhaft wurde von den Pflegekräften berichtet, dass wenige Bewohner außerhalb der Tragezeiten der Geräte (zumeist nachts) ein solches Verhalten zeigten. Tagsüber war es anhand der Messdaten nicht nachzuweisen. Dennoch konnte nicht ausgeschlossen werden,

dass bei einigen Bewohnern der Studie diese Form der BPSD während der Beobachtungszeiträume vorlag.

Erfassung der Lebensqualität bei Menschen mit Demenz

Die Lebensqualität (QoL) ist mittlerweile eines der bedeutendsten Outcomes bei Menschen mit Demenz. Dabei ist QoL ein multifaktorielles Konstrukt höchst unterschiedlicher Konzepte, die miteinander verflochten sind. Die Herausforderung liegt darin, die unterschiedlichen Konzepte greifbar und so ökonomisch wie möglich zu erfassen. I.d.R. wird QoL, da es ein personenbezogenes Outcome ist, auch direkt durch die Person selbst eingeschätzt. Der in der vorliegenden Studie verwendete QUALID zur Messung der Lebensqualität war hingegen ein Proxy-Maß. Die Bezugspflegekraft wurde rückblickend zu bestimmten Verhaltensweisen und beobachtbaren Emotionen des Demenzkranken befragt, die im Zusammenhang mit QoL stehen sollen. Ein Proxy-Maß erschien notwendig, da es zum einen nicht leistbar war, dass sich die Menschen mit Demenz selbst einschätzten und zum anderen eine Verzerrung der Einschätzung aufgrund der fortgeschrittenen Demenzsymptomatik erwartet wurde (Castro-Monteiro et al., 2016). Nun lag es in der Natur der Sache, dass der QUALID nur näherungsweise einige der Konzepte von QoL wiedergeben konnte, andere wie die persönlichen Überzeugungen fehlten vollständig. Dadurch könnte die Eignung des Instruments bei leichter bis mittelschwerer Demenz eingeschränkt sein (F. Yang, Dawes, Leroi, & Gannon, 2017). Außerdem ist bisher wenig über die Responsivität des QUALID bekannt, also die Güte bedeutende Veränderungen zu erfassen (Bowling et al., 2015). Gerade im Hinblick auf zukünftige Studien, wo die Effektivität einer Intervention oder einer Veränderungsmessung mit den dafür aufgewendeten Kosten in Zusammenhang gebracht werden soll, eignet sich der QUALID nicht. Diesbezüglich gibt es mittlerweile validierte Instrumente wie EQ-5D oder DEMQOL-Proxy-U, die sowohl eine Selbst- als auch eine Fremdeinschätzung zulassen (Li et al 2018). Ein Einsatz dieser Instrumente erhöht nicht nur die Vergleichbarkeit zwischen den Studien, sondern ist auch für Kosten-Nutzwert-Analysen unumgänglich.

Analysemethoden

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die hier verwendeten Methoden eine Interpretation der intraindividuellen Trajektorien nur auf Populationsebene zulassen. Das schloss die Ermittlung des Δ für die Gehgeschwindigkeit ein und galt für alle hier gewählten Analysemethoden anhand der GLMM. Intraindividuelle Verläufe ließen sich über die hier gewählten Modelle nicht aufzeigen bzw. konnten ggf. sogar entgegengesetzt verlaufen. Zusätzlich konnten selbst auf Populationsebene die eingetretenen Veränderungen recht grob sein. Das lag daran, dass die Messungen lediglich an zwei und dazu recht weit auseinander liegenden Messzeitpunkten stattfanden.

Mehrere zeitlich engere Messzeitpunkte könnten ggf. exaktere Veränderungsraten produzieren. Dann wären auch gänzlich andere Aussagen beispielsweise durch Nutzung anderer Modelle wie Change-Point Analysen oder Zeitreihenanalysen möglich gewesen. Mit

diesen Verfahren könnten Prädiktionsmodelle für die Veränderung der körperlichen Aktivität und die Veränderung der Gehgeschwindigkeit und deren Konsequenzen für die Zielvariablen erstellt werden. Mit den hier vorgenommenen Methoden konnte aufgezeigt werden, dass sich sowohl die Gehgeschwindigkeit und die Zielvariablen veränderten und die Höhe der Änderung der Gehgeschwindigkeit mit der Höhe der Änderung der Zielvariablen zusammenhing. Mit Prädiktionsmodellen wäre es möglich, zukünftige Veränderungen vorherzusagen. Dann könnten klare zeitliche Abhängigkeitsbeziehungen hergestellt werden, die Aussagen darüber erlauben, ob und wann eine eingetretene Veränderung der Gehgeschwindigkeit zu (bedeutenden) Veränderungen der Zielvariablen führt.

Ähnlich lag es auch im Fall der in dieser Arbeit verwendeten Analysemethoden GLMM und OLS-Pfad-Analyse. Beide Methoden ließen zwar unterschiedliche Aussagen zu, sollten aber einer einheitlichen Argumentationslinie folgen. Auf das Hinzufügen von Interaktionstermen in der GLMM aus den Termen „Verringerung der Gehgeschwindigkeit“ und den „Bewegungsparametern“ (Inaktivitätszeit, Schrittzahl, moderate Aktivitätszeit) wurde aufgrund der Komplexität der damit verbundenen Aussagen verzichtet. Auch wenn der Argumentationsstrang in dieser Arbeit kohärent blieb, bezogen sich die beiden Analyseverfahren auf unterschiedliche Outcomes. Wie erwähnt, gingen in den GLMM Änderungen des Prädiktors mit gleichzeitigen Änderungen der Outcomes einher. Mit der OLS-Pfad-Analyse war es möglich, eine im o.g. Sinne zeitliche Abhängigkeitsbeziehung zwischen dem Prädiktor und den funktionellen und kognitiven Outcomes herzustellen. Die Outcomes RMI-Score und Wert im MMST und SISCO entsprachen den Werten der FU-Messung. Die bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit erfolgte über die Zeit zwischen BL und FU und wirkte somit direkt auf die Outcomes. Eine zweite Ebene wurde bei diesen Analysen eingezogen, welche die mittelnden Wirkungen der Gehaktivitäten auf die Beziehung zwischen Prädiktor und Outcomes zeigen sollte.

Die GLMM ist ein robustes Verfahren und modelliert die realen Daten sehr gut. D.h., die Modellgüte ist besser als bei den Regressionsmodellen, die zudem an enge Voraussetzungen geknüpft sind. Darum wurden bezogen auf die OLS-Pfad-Analysen wichtige Anpassungen notwendig, welche die Güte der Einzelschätzer erhöhen sollte. Z.B. musste eine sehr hohe Multikollinearität zwischen den Bewegungsvariablen ausgeglichen werden. Andererseits fielen die Bewegungsdaten zu den moderaten Intensitätszeiten der Bewohner enorm ins Gewicht. Diese Zeiten wiesen eine extrem hohe Klumpung von Nullwerten auf. Auf die Anwendung von exakten Verfahren zum Umgang mit Zero-Inflation beispielsweise 2-Part-Modelle (Kassahun, Neyens, Molenberghs, Faes, & Verbeke, 2014) wurde verzichtet, weil diese wiederum keinerlei Aussagen zur Mediationswirkung ermöglicht hätten. Im Endeffekt musste diese Variable gänzlich weichen, weil eine hohe Fehlinterpretation der Schätzer für die Bewegungsvariablen befürchtet wurde.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit untersuchte im Längsschnitt bei Demenzkranken die enge Beziehung zwischen der Gehgeschwindigkeit und kognitiven und funktionellen Fähigkeiten sowie der nicht-kognitiven Symptomatik und der Lebensqualität. Außerdem sollte der Nachweis erfolgen, dass die körperliche Aktivität ein bedeutender intervenierender Faktor für die Ausgestaltung dieser Beziehungen ist.

Material und Methoden

Die Arbeit entstand vor dem Hintergrund des Gesamtevaluationsprojektes zur Prüfung der Wirksamkeit der Implementierung des Qualitätsniveaus I. bei Menschen mit Demenz in stationärer Pflege. Dazu wurden insgesamt 2.128 Bewohnern eingeschlossen. Für die vorliegende Studie wurde eine vertiefende Exploration an 146 gehfähigen Bewohnern mit Demenz, die zufällig aus der Gesamtzahl an Bewohnern ausgewählt wurde, zum Ausgangspunkt genommen. Einschlusskriterien waren das Vorliegen von Demenzsymptomatik anhand der Dementia Screening Scale und Gehfähigkeit zur Baseline und Follow-up. Dadurch konnten 101 Bewohner jeweils zur Baseline als auch nach durchschnittlich 16 Monaten untersucht werden. Zur Messung der Outcomes kamen folgende Instrumente zur Anwendung: Rivermead Mobility-Index, Quality of Life in Late-Stage Dementia und das Neuropsychiatrische Inventar. Die globale Kognition wurde mittels Strukturiertem Interview zur Demenzdiagnostik erfasst, welches den Mini Mental Status Test enthielt. Außerdem wurde während der 16 Monate monatlich ein Mobilitäts-Check durchgeführt. Zu beiden Messzeitpunkten wurde die Gehgeschwindigkeit ermittelt und die körperliche Aktivität mit einem Beschleunigungssensor aufgezeichnet. Dazu wurden die Durchschnittswerte der Gehaktivitäten (Anzahl an Schritten, Inaktivitätszeit und Zeit mit moderater Gehintensität jeweils in Minuten) über drei Tage ausgewertet. Mittels einer Kriteriums-basierten Methode wurde die Responsivität für die Veränderung der Gehgeschwindigkeit berechnet. Der identifizierte Cut-off, der eine bedeutende Änderung der Gehgeschwindigkeit anzeigen sollte, wurde zur Trennung des Samples in Bewohner mit einer bedeutenden Abnahme und geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit herangezogen. Auf dieser Grundlage wurden alle statistischen Testungen für die Outcomes durchgeführt. Als Kovariaten dienten Alter, Geschlecht, Ausmaß an Beeinträchtigung der Alltagsaktivitäten, Demenzschweregrad, Messzeitpunkte und Teilnahme an der Implementierung des Qualitätsniveaus I. Die Mediator-Analysen für die kognitiven und funktionellen Outcomes wurden unter Berücksichtigung der Bewegungsaktivitäten mittels Ordinary Least Square Pfad-Analysen durchgeführt.

Ergebnisse

Der Cut-off zur Identifikation einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum lag bei 0,07 m/s mit einer Fläche unterhalb der Receiver Operating Characteristics Kurve von 0,71, einer Sensitivität von 0,77 und Spezifität von 0,64. Anhand

des Cut-offs konnten 63 Bewohner der Gruppe mit einer bedeutenden Abnahme und 38 der Gruppe mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit zugewiesen werden. In der Gruppe mit einer bedeutenden Abnahme waren zur Baseline einzig die Häufigkeiten des Vorliegens eines neuropsychiatrischen Syndroms und depressiver Symptomatik höher als in der anderen Gruppe. Das Ausmaß an alltäglichen Bewegungsaktivitäten war bei Pflegeheimbewohner mit Demenz zu beiden Messzeitpunkten äußerst gering; das Ausmaß an Inaktivität dementsprechend sehr hoch. Das Gros der Bewohner wies ein körperliches Aktivitätsniveau auf, welches sich unterhalb der definierten Grenzwerte für gesunderhaltende Effekte älterer Menschen bewegte. Nach 16 Monaten ließen sich sowohl eine Zunahme der Inaktivitätszeit als auch eine Abnahme der alltäglichen Bewegungsaktivitäten beobachten. Die Gruppe mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit unterschied sich in allen Bewegungsparametern signifikant von der Gruppe mit einer geringen Abnahme. Anhand multivariater Testungen konnte ein signifikant schlechterer Verlauf der monatlich gemessenen funktionellen Fähigkeiten in der Gruppe mit einer bedeutenden Abnahme der Gehgeschwindigkeit nachgewiesen werden. Diese signifikante Reduktion der funktionellen Fähigkeiten bestätigte sich ebenfalls im multivariaten verallgemeinerten gemischten linearen Modell. Ebenfalls konnten anhand dieser Modelle bedeutende Veränderungen für die globalen kognitiven Fähigkeiten, die Lebensqualität und die nicht-kognitive Symptomatik zwischen den Gruppen festgestellt werden. Die Veränderungsraten waren in der Gruppe mit einer geringen Abnahme der Gehgeschwindigkeit weitaus geringer. Anhand multivariater Pfad-Analysen konnte ausschließlich für die funktionellen Fähigkeiten festgestellt werden, dass das Ausmaß an Inaktivität den Effekt der Abnahme der Gehgeschwindigkeit auf ein nicht signifikantes Niveau reduzierte. Dabei wurde der Mediationspfad der Inaktivität signifikant. Die globale Kognition wurde einzig durch die Abnahme der Gehgeschwindigkeit signifikant beeinflusst.

Diskussion

Die hier berechneten Werte für die Präzision der Gehgeschwindigkeit bei Menschen mit Demenz stimmen genau mit berichteten Werten aus der Literatur überein. Die Responsivität der Gehgeschwindigkeitsänderung ist ausreichend hoch, wobei die ermittelte Falsch-Positiv Rate nicht zu vernachlässigen ist. Dennoch zeigt sich, dass das Klassifikationsmaß von 0,07 m/s ausgezeichnet mit den Verläufen der funktionellen und kognitiven Fähigkeiten einhergeht. Hier werden demnach Prozesse beschreibbar, wonach die davon betroffenen Menschen mit Demenz einen fortschreitenden Verlust der Autonomie bzw. eine vollständige Abhängigkeit von Dritten erleben. Diese Prozesse sind begleitet durch eine Verschlechterung der Lebensqualität und der nicht-kognitiven Symptomatik. Darüber hinaus ist eine bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit mit einer gravierenden Erhöhung der körperlichen Inaktivität verbunden. Eine hohe Inaktivität wiederum wirkt sich reduzierend auf die funktionellen Fähigkeiten aus. Bei Bewohnern mit Demenz, bei denen keine oder nur eine geringe Abnahme der Gehgeschwindigkeit zu verzeichnen sind, scheinen sich alle oben genannten Prozesse nicht oder nur unterschwellig fortgesetzt zu haben. Ein möglicher Grund für diese unterschiedlichen Verläufe könnte mit den stark erhöhten energetischen Kosten

des Gehens verbunden sein, die durch die zunehmende Ineffizienz der afferenten und efferenten Bahnen der Gehirn-Muskel-Verbindungen und der fortschreitenden Dysregulationen der motorischen Kontrolle im Kleinhirn und präfrontalen Kortex bei Demenzkranken auftreten. Die hohen energetischen Kosten treffen auf eine reduzierte Energieverfügbarkeit, wobei sich automatisch die Energieeffizienz verschiebt. Das bedeutet, es müssen prozentual gesehen mehr Energieressourcen bereitgestellt werden, um Gehaktivitäten auszuführen. Dadurch, dass sich der Körper unbedingt vor einer Verschwendung der Energie schützt, die insbesondere das autonome System angreifen könnte, werden über zentralnervöse Regelkreise diese Energieressourcen einbehalten. Das limitiert die Gehfähigkeit, sprich reduziert die Gehgeschwindigkeit und verringert die körperlichen Aktivitäten, sprich erhöht die Inaktivität. Dieser Teufelskreis verringert die funktionellen und motorischen Fähigkeiten, limitiert die Alltagsaktivitäten und begrenzt fortlaufend den sozialen Interaktionsradius der Demenzkranken. Das führt zu einer Abnahme der Lebensqualität. Um diesen Teufelskreis zu durchbrechen und weitere Dekompensationen zu verhindern, ist es unbedingt notwendig, dass kontinuierliche Bewegungsprogramme für Demenzkranke in stationären Einrichtungen etabliert werden. Diese Bewegungsprogramme sind an die Empfehlungen zur Gesunderhaltung älterer Menschen auszurichten.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- Aarsland, D., Sardahaee, F.S., Anderssen, S., Ballard, C., & the Alzheimer's Society Systematic Review Group. (2010). Is physical activity a potential preventive factor for vascular dementia? A systematic review. *Aging Ment Health, 14*(4), 386-395. doi: 10.1080/13607860903586136
- Abbott, R.D., White, L.R., Ross, G.W., Masaki, K.H., Curb, J.D., & Petrovitch, H. (2004). Walking and dementia in physically capable elderly men. *JAMA, 292*(12), 1447-1453.
- Abellan van Kan, G., Rolland, Y., Gillette-Guyonnet, S., Gardette, V., Annweiler, C., Beauchet, O., . . . Vellas, B. (2012). Gait speed, body composition, and dementia. The EPIDOS-Toulouse cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 67*(4), 425-432. doi: 10.1093/gerona/qlr177
- Abellan van Kan, G.A., Rolland, Y., Andrieu, S., Bauer, J., Beauchet, O., Bonnefoy, M., . . . Vellas, B. (2009). Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people. An International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. *J Nutr Health Aging, 13*(10), 881-889.
- Afilalo, J., Kim, S., O'Brien, S., Brennan, J.M., Edwards, F.H., Mack, M.J., . . . Alexander, K.P. (2016). Gait speed and operative mortality in older adults following cardiac surgery. *JAMA Cardiol, 1*(3), 314-321. doi: 10.1001/jamacardio.2016.0316
- Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Herrmann, S.D., Meckes, N., Bassett, D.R., Jr., Tudor-Locke, C., . . . Leon, A.S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: A second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc, 43*(8), 1575-1581. doi: 10.1249/MSS.0b013e31821ece12
- Al-Yahya, E., Dawes, H., Smith, L., Dennis, A., Howells, K., & Cockburn, J. (2011). Cognitive motor interference while walking: A systematic review and meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev, 35*(3), 715-728. doi: 10.1016/j.neubiorev.2010.08.008
- Albert, S.M., Del Castillo-Castaneda, C., Sano, M., Jacobs, D.M., Marder, K., Bell, K., . . . Stern, Y. (1996). Quality of life in patients with Alzheimer's disease as reported by patient proxies. *J Am Geriatr Soc, 44*(11), 1342-1347.
- Alexander, N.B. (1996). Gait disorders in older adults. *J Am Geriatr Soc, 44*(4), 434-451.
- Alexander, R.M. (2002). Energetics and optimization of human walking and running: The 2000 Raymond Pearl Memorial Lecture. *Am J Hum Biol, 14*, 641-648.
- Algar, K., Woods, R.T., & Windle, G. (2016). Measuring the quality of life and well-being of people with dementia: A review of observational measures. *Dement, 15*(4), 832-857. doi: 10.1177/1471301214540163
- Algase, D.L., Beattie, E.R., Leitsch, S.A., & Beel-Bates, C.A. (2003). Biomechanical activity devices to index wandering behavior in dementia. *Am J Alzheimers Dis Other Dement, 18*(2), 85-92.
- Allali, G., Annweiler, C., Blumen, H.M., Callisaya, M.L., De Cock, A.M., Kressig, R.W., . . . Beauchet, O. (2016). Gait phenotype from mild cognitive impairment to moderate dementia: Results from the GOOD initiative. *Eur J Neurol, 23*(3), 527-541. doi: 10.1111/ene.12882
- Allali, G., Dubois, B., Assal, F., Lallart, E., de Souza, L.C., Bertoux, M., . . . Beauchet, O. (2010). Frontotemporal dementia: Pathology of gait? *Mov Disord, 25*(6), 731-737. doi: 10.1002/mds.22927

- Allan, L.M., Ballard, C.G., Burn, D.J., & Kenny, R.A. (2005). Prevalence and severity of gait disorders in Alzheimer's and non-Alzheimer's dementias. *J Am Geriatr Soc*, *53*(10), 1681-1687. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.53552.x
- Allet, L., Knols, R.H., Shirato, K., & de Bruin, E.D. (2010). Wearable systems for monitoring mobility-related activities in chronic disease: A systematic review. *Sensors*, *10*(10), 9026-9052. doi: 10.3390/s101009026
- Almeida, O.P., Khan, K.M., Hankey, G.J., Yeap, B.B., Golledge, J., & Flicker, L. (2014). 150 minutes of vigorous physical activity per week predicts survival and successful ageing: a population-based 11-year longitudinal study of 12 201 older Australian men. *Br J Sports Med*, *48*(3), 220-225. doi: 10.1136/bjsports-2013-092814
- Alzforum (2017): *Alzgene database*. Online: <https://www.alzforum.org/anzgene>, Stand: Alzheimer's Association. (2017). 2017 Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimers Dement*, *13*(4), 325-373. doi: 10.1016/j.jalz.2017.02.001
- Alzheimer's Disease International. (2015). World Alzheimer Report 2015. The global impact of dementia. An analysis of prevalence, incidence, cost and trends (pp. 88). London.
- Amboni, M., Barone, P., & Hausdorff, J.M. (2013). Cognitive contributions to gait and falls: Evidence and implications. *Mov Disord*, *28*(11), 1520-1533. doi: 10.1002/mds.25674
- American Thoracic Society (ATS). (2002). ATS statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med*, *166*(1), 111-117. doi: 10.1164/rccm.166/1/111
- Anderiesen, H., Scherder, E.J., Goossens, R.H., & Sonneveld, M.H. (2014). A systematic review of physical activity in dementia: The influence of the nursing home environment. *Appl Ergon*, *45*(6), 1678-1686. doi: 10.1016/j.apergo.2014.05.011
- Angst, F., Aeschlimann, A., & Angst, J. (2017). The minimal clinically important difference raised the significance of outcome effects above the statistical level, with methodological implications for future studies. *J Clin Epidemiol*, *82*, 128-136. doi: 10.1016/j.jclinepi.2016.11.016
- Anthony, K., Robinson, K., Logan, P., Gordon, A.L., Harwood, R.H., & Masud, T. (2013). Chair-based exercises for frail older people: A systematic review. *Biomed Res Int*, *2013*, 309506. doi: 10.1155/2013/309506
- Aoyagi, Y., & Shephard, R.J. (2009). Steps per day. The road to senior health? *Sports Med*, *39*(6), 423-438.
- Aoyagi, Y., & Shephard, R.J. (2010). Habitual physical activity and health in the elderly: The Nakanojo Study. *Geriatr Gerontol Int*, *10 Suppl 1*, S236-243. doi: 10.1111/j.1447-0594.2010.00589.x
- Aoyagi, Y., Togo, F., Matsuki, S., Kumazaki, Y., Inoue, S., Takamiya, T., . . . Shephard, R.J. (2004). Walking velocity measured over 5 m as a basis of exercise prescription for the elderly: Preliminary data from the Nakanojo Study. *Eur J Appl Physiol*, *93*(1-2), 217-223. doi: 10.1007/s00421-004-1202-6
- Argiles, J.M., Fontes-Oliveira, C.C., Toledo, M., Lopez-Soriano, F.J., & Busquets, S. (2014). Cachexia: A problem of energetic inefficiency. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, *5*(4), 279-286. doi: 10.1007/s13539-014-0154-x
- Arnett, S.W., Laity, J.H., Agrawal, S.K., & Cress, M.E. (2008). Aerobic reserve and physical functional performance in older adults. *Age Ageing*, *37*(4), 384-389. doi: 10.1093/ageing/afn022
- Arrieta, H., Rezola-Pardo, C., Gil, S.M., Irazusta, J., & Rodriguez-Larrad, A. (2018). Physical training maintains or improves gait ability in long-term nursing home residents: A systematic review of randomized controlled trials. *Maturitas*, *109*, 45-52. doi: 10.1016/j.maturitas.2017.12.003

- Aspvik, N.P., Viken, H., Zisko, N., Ingebrigtsen, J.E., Wisloff, U., & Stensvold, D. (2016). Are older adults physically active enough: A matter of assessment method? The Generation 100 Study. *PLoS One*, *11*(11), e0167012. doi: 10.1371/journal.pone.0167012
- Atkinson, H.H., Cesari, M., Kritchevsky, S.B., Penninx, B.W.J.H., Fried, L.P., Guralnik, J.M., & Williamson, J.D. (2005). Predictors of combined cognitive and physical decline. *J Am Geriatr Soc*, *53*(7), 1197-1202.
- Auyeung, T.W., Lee, J.S.W., Kwok, T., & Woo, J. (2011). Physical frailty predicts future cognitive decline: A four-year prospective study in 2737 cognitively normal older adults. *J Nutr Health Aging*, *15*(8), 690-694.
- Auyeung, T.W., Lee, J.S.W., Leung, J., Kwok, T., & Woo, J. (2014). The selection of a screening test for frailty identification in community-dwelling older adults. *J Nutr Health Aging*, *18*(2), 199-203.
- Ayoubi, F., Launay, C.P., Kabeshova, A., Fantino, B., Annweiler, C., & Beauchet, O. (2014). The influence of fear of falling on gait variability: Results from a large elderly population-based cross-sectional study. *J Neuroeng Rehabil*, *11*, 128. doi: 10.1186/1743-0003-11-128
- Baker, E., Iqbal, E., Johnston, C., Broadbent, M., Shetty, H., Stewart, R., . . . Dobson, R.J.B. (2017). Trajectories of dementia-related cognitive decline in a large mental health records derived patient cohort. *PLoS One*, *12*(6), e0178562. doi: 10.1371/journal.pone.0178562
- Ballard, C., O'Brien, J., Morris, C.M., Barber, R., Swann, A., Neill, D., & McKeith, I. (2001). The progression of cognitive impairment in dementia with Lewy bodies, Vascular dementia and Alzheimer's disease. *Int J Geriatr Psychiatry*, *16*(5), 499-503. doi: 10.1002/gps.381
- Bang, J., Spina, S., & Miller, B.L. (2015). Frontotemporal dementia. *Lancet*, *386*(10004), 1672-1682. doi: 10.1016/s0140-6736(15)00461-4
- Barnett, J.H., Hachinski, V., & Blackwell, A.D. (2013). Cognitive health begins at conception: Addressing dementia as a lifelong and preventable condition. *BMC Med*, *11*, 246. doi: 10.1186/1741-7015-11-246
- Bauman, A., Merom, D., Bull, F.C., Buchner, D.M., & Fiatarone Singh, M.A. (2016). Updating the evidence for physical activity: Summative reviews of the epidemiological evidence, prevalence, and interventions to promote "Active Aging". *Gerontologist*, *56 Suppl 2*, S268-280. doi: 10.1093/geront/gnw031
- Beaton, D.E., Bombardier, C., Katz, J.N., & Wright, J.G. (2001). A taxonomy of responsiveness. *J Clin Epidemiol*, *54*, 1204-1214.
- Beauchet, O., Allali, G., Berrut, G., Hommet, C., Dubost, V., & Assal, F. (2008). Gait analysis in demented subjects: Interests and perspectives. *Neuropsychiatr Dis Treatment*, *4*(1), 155-160.
- Beauchet, O., Allali, G., Montero-Odasso, M., Sejdic, E., Fantino, B., & Annweiler, C. (2014). Motor phenotype of decline in cognitive performance among community-dwellers without dementia: Population-based study and meta-analysis. *PLoS One*, *9*(6), e99318. doi: 10.1371/journal.pone.0099318
- Beauchet, O., Annweiler, C., Callisaya, M.L., De Cock, A.M., Helbostad, J.L., Kressig, R.W., . . . Allali, G. (2016). Poor gait performance and prediction of dementia: Results from a meta-analysis. *J Am Med Dir Assoc*, *17*(6), 482-490. doi: 10.1016/j.jamda.2015.12.092
- Beerens, H.C., Zwakhalen, S.M., Verbeek, H., Ruwaard, D., & Hamers, J.P. (2013). Factors associated with quality of life of people with dementia in long-term care facilities: A

- systematic review. *Int J Nurs Stud*, 50(9), 1259-1270. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2013.02.005
- Beijersbergen, C.M., Granacher, U., Vandervoort, A.A., DeVita, P., & Hortobagyi, T. (2013). The biomechanical mechanism of how strength and power training improves walking speed in old adults remains unknown. *Ageing Res Rev*, 12(2), 618-627. doi: 10.1016/j.arr.2013.03.001
- Bennett, S., & Thomas, A.J. (2014). Depression and dementia: cause, consequence or coincidence? *Maturitas*, 79(2), 184-190. doi: 10.1016/j.maturitas.2014.05.009
- Bergman, R.J., Bassett, D.R., & Klein, D.A. (2008). Validity of 2 devices for measuring steps taken by older adults in assisted-living facilities. *J Phys Act Health*, 5(Supp 1), S166-S175.
- Best, J.R., Rosano, C., Aizenstein, H.J., Tian, Q., Boudreau, R.M., Ayonayon, H.N., . . . Health Aging Body Composition Study. (2017). Long-term changes in time spent walking and subsequent cognitive and structural brain changes in older adults. *Neurobiol Aging*, 57, 153-161. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2017.05.023
- Beurskens, R., & Bock, O. (2012). Age-related deficits of dual-task walking: A review. *Neural Plast*, 2012, 131608. doi: 10.1155/2012/131608
- Bickel, H. (2016). Die Häufigkeit von Demenzerkrankungen. *Informationsblatt* 1, 7.
- Biswas, A., Oh, P.I., Faulkner, G.E., Bajaj, R.R., Silver, M.A., Mitchell, M.S., & Alter, D.A. (2015). Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: A systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med*, 162(2), 123-132. doi: 10.7326/M14-1651
- Bland, J.M., & Altman, D.G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 327(8476), 307-310. doi: 10.1016/S0140-6736(86)90837-8
- Blankevoort, C.G., van Heuvelen, M.J., Boersma, F., Luning, H., de Jong, J., & Scherder, E.J. (2010). Review of effects of physical activity on strength, balance, mobility and ADL performance in elderly subjects with dementia. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 30(5), 392-402. doi: 10.1159/000321357
- Blankevoort, C.G., van Heuvelen, M.J.G., & Scherder, E.J.A. (2013). Reliability of six physical performance tests in older people with dementia. *Phys Ther*, 93(1), 69-78.
- Ble, A., Volpato, S., Zuliani, G., Guralnik, J.M., Bandinello, S., Lauretani, F., . . . Ferrucci, L. (2005). Executive function correlates with walking speed in older persons: The InCHIANTI study. *J Am Geriatr Soc*, 53(3), 410-415.
- Block, V.A., Pitsch, E., Tahir, P., Cree, B.A., Allen, D.D., & Gelfand, J.M. (2016). Remote physical activity monitoring in neurological disease: A systematic review. *PLoS One*, 11(4), e0154335. doi: 10.1371/journal.pone.0154335
- Blondell, S.J., Hammersley-Mather, R., & Veerman, J.L. (2014). Does physical activity prevent cognitive decline and dementia?: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *BMC Pub Health*, 14, 510. doi: 10.1186/1471-2458-14-510
- Bodilsen, A.C., Klausen, H.H., Petersen, J., Beyer, N., Andersen, O., Jorgensen, L.M., . . . Bandholm, T. (2016). Prediction of mobility limitations after hospitalization in older medical patients by simple measures of physical performance obtained at admission to the emergency department. *PLoS One*, 11(5), e0154350. doi: 10.1371/journal.pone.0154350
- Bohannon, R.W. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: Reference values and determinants. *Age Ageing*, 26(1), 15-19.

- Bohannon, R.W. (2002). Quantitative testing of muscle strength: Issues and practical options for the geriatric population. *Top Geriatr Rehabil*, 18(2), 1-17.
- Bohannon, R.W. (2007). Number of pedometer-assessed steps taken per day by adults: A descriptive meta-analysis. *Phys Ther*, 87(12), 1642-1650. doi: 10.2522/ptj.20060037
- Bohannon, R.W. (2008). Population representative gait speed and its determinants. *J Geriatr Phys Ther*, 31(2), 49-52.
- Bohannon, R.W., & Glenney, S.S. (2014). Minimal clinically important difference for change in comfortable gait speed of adults with pathology: A systematic review. *J Eval Clin Pract*, 20(4), 295-300. doi: 10.1111/jep.12158
- Bohannon, R.W., & Williams Andrews, A. (2011). Normal walking speed: A descriptive meta-analysis. *Physiother*, 97(3), 182-189. doi: 10.1016/j.physio.2010.12.004
- Bohnen, N.I., Muller, M., & Frey, K.A. (2017). Molecular imaging and updated diagnostic criteria in Lewy Body Dementias. *Curr Neurol Neurosci Rep*, 17(10), 73. doi: 10.1007/s11910-017-0789-z
- Bond, M., Rogers, G., Peters, J., Anderson, R., Hoyle, M., Miners, A., . . . Hyde, C. (2012). The effectiveness and cost-effectiveness of donepezil, galantamine, rivastigmine and memantine for the treatment of Alzheimer's disease (review of Technology Appraisal No. 111): A systematic review and economic model. *Health Technol Assess*, 16(21). doi: 10.3310/hta16210
- Bootsma-van der Wiel, A., Gussekloo, J., de Craen, A.J.M., van Exel, E., Bloem, B.R., & Westendorp, R.G.J. (2002). Common chronic disease and general impairments as determinants of walking disability in the oldest-old population. *J Am Geriatr Soc*, 50(8), 1405-1410.
- Borde, R., Hortobagyi, T., & Granacher, U. (2015). Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 45(12), 1693-1720. doi: 10.1007/s40279-015-0385-9
- Bossers, W.J., van der Woude, L.H., Boersma, F., Hortobagyi, T., Scherder, E.J., & van Heuvelen, M.J. (2015). A 9-week aerobic and strength training program improves cognitive and motor function in patients with dementia: A randomized, controlled trial. *Am J Geriatr Psychiatry*, 23(11), 1106-1116. doi: 10.1016/j.jagp.2014.12.191
- Bowden, M.G., & Behrman, A.L. (2007). Step Activity Monitor: Accuracy and test-retest reliability in persons with incomplete spinal cord injury. *J Rehabil Res Dev*, 44(2), 355-362. doi: 10.1682/JRRD.2006.03.0023
- Bowling, A., Rowe, G., Adams, S., Sands, P., Samsi, K., Crane, M., . . . Manthorpe, J. (2015). Quality of life in dementia: A systematically conducted narrative review of dementia-specific measurement scales. *Ageing Ment Health*, 19(1), 13-31.
- Boyle, P.A., Buchman, A.S., Wilson, R.S., Leurgans, S.E., & Bennett, D.A. (2010). Physical frailty is associated with incident mild cognitive impairment in community-based older persons. *J Am Geriatr Soc*, 58(2), 248-255. doi: 10.1111/j.1532-5415.2009.02671.x
- Brach, J.S., Perera, S., Studenski, S., Katz, M., Hall, C., & Verghese, J. (2010). Meaningful change in measures of gait variability in older adults. *Gait Posture*, 31(2), 175-179. doi: 10.1016/j.gaitpost.2009.10.002
- Brini, S., Sohrabi, H.R., Peiffer, J.J., Karrasch, M., Hamalainen, H., Martins, R.N., & Fairchild, T.J. (2018). Physical activity in preventing Alzheimer's disease and cognitive decline: A narrative review. *Sports Med*, 48(1), 29-44. doi: 10.1007/s40279-017-0787-y

- Brodaty, H., Connors, M.H., Xu, J., Woodward, M., & Ames, D. (2015). The course of neuropsychiatric symptoms in dementia: A 3-year longitudinal study. *J Am Med Dir Assoc*, *16*(5), 380-387. doi: 10.1016/j.jamda.2014.12.018
- Brown, C.J., Redden, D.T., Flood, K.L., & Allman, R.M. (2009). The underrecognized epidemic of low mobility during hospitalization of older adults. *J Am Geriatr Soc*, *57*(9), 1660-1665. doi: 10.1111/j.1532-5415.2009.02393.x
- Buchman, A.S., Boyle, P.A., Yu, L., Shah, R.C., Wilson, R.S., & Bennett, D.A. (2012). Total daily physical activity and the risk of AD and cognitive decline in older adults. *Neurol*, *78*(17), 1323-1329. doi: 10.1212/WNL.0b013e3182535d35
- Buckinx, F., Mouton, A., Reginster, J.Y., Croisier, J.L., Dardenne, N., Beudart, C., . . . Bruyere, O. (2017). Relationship between ambulatory physical activity assessed by activity trackers and physical frailty among nursing home residents. *Gait Posture*, *54*, 56-61. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.02.010
- Bullain, S.S., Corrada, M.M., Shah, B.A., Mozaffar, F.H., Panzenboeck, M., & Kawas, C.H. (2013). Poor physical performance and dementia in the oldest old: The 90+ study. *JAMA Neurol*, *70*(1), 107-113. doi: 10.1001/jamaneurol.2013.583
- Bundesarbeitsgemeinschaft klinisch geriatrischer Einrichtungen (BAGkgE). (2002). Hamburger Einstufungsmaual zum Barthel-Index. Hamburg: BAGkgE e.V.
- Buracchio, T., Dodge, H.H., Howieson, D., Wasserman, D., & Kaye, J. (2010). The trajectory of gait speed preceding mild cognitive impairment. *Arch Neurol*, *67*(8), 980-986. doi: 10.1001/archneurol.2010.159
- Burns, J.M., Mayo, M.S., Anderson, H.S., Smith, H.J., & Donnelly, J.E. (2008). Cardiorespiratory fitness in early-stage Alzheimer disease. *Alzheimer Dis Assoc Disord*, *22*(1), 39-46.
- Busse, A., Aurich, C., Zaudig, M., Riedel-Heller, S., Matschinger, H., & Angermeyer, M.C. (2002). Alters- und bildungsspezifische Normierung des kognitiven Tests des SIDAM (Strukturiertes Interview zur Diagnose der Demenz vom Alzheimer-Typ, Multiinfarkt-Demenz und Demenzen anderer Ätiologie nach DSM-IV und ICD-10). *Z Gerontol Geriatr*, *35*(6), 565-574. doi: 10.1007/s00391-002-0068-7
- Busse, M.E. (2004). Quantified measurement of activity provides insight into motor function and recovery in neurological disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, *75*(6), 884-888. doi: 10.1136/jnnp.2003.020180
- Busse, M.E., Wiles, C.M., & van Deursen, R.W. (2006). Community walking activity in neurological disorders with leg weakness. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, *77*(3), 359-362. doi: 10.1136/jnnp.2005.074294
- Callisaya, M.L., Beare, R., Phan, T.G., Blizzard, L., Thrift, A.G., Chen, J., & Srikanth, V.K. (2013). Brain structural change and gait decline: A longitudinal population-based study. *J Am Geriatr Soc*, *61*(7), 1074-1079. doi: 10.1111/jgs.12331
- Callisaya, M.L., Blizzard, C.L., Wood, A.G., Thrift, A.G., Wardill, T., & Srikanth, V.K. (2015). Longitudinal relationships between cognitive decline and gait slowing: The Tasmanian Study of cognition and gait. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *70*(10), 1226-1232. doi: 10.1093/gerona/glv066
- Callisaya, M.L., Launay, C.P., Srikanth, V.K., Verghese, J., Allali, G., & Beauchet, O. (2017). Cognitive status, fast walking speed and walking speed reserve-the Gait and Alzheimer Interactions Tracking (GAIT) study. *Gerosci*, *39*(2), 231-239. doi: 10.1007/s11357-017-9973-y
- Camicioli, R., Howieson, D., Sexton, G., & Kaye, J. (1998). Motor slowing precedes cognitive impairment in the oldest old. *Neurol*, *50*, 1496-1498.

- Canadian Society for Exercise Physiology (CSEP). (2012). *Canadian physical activity guidelines. Canadian sedentary behaviour guidelines. Your plan to get active every day*. Ottawa, Canada: Canadian Society for Exercise Physiology (CSEP).
- Carr, L.J., Karvinen, K., Peavler, M., Smith, R., & Cangelosi, K. (2013). Multicomponent intervention to reduce daily sedentary time: A randomised controlled trial. *BMJ Open*, 3(10), e003261. doi: 10.1136/bmjopen-2013-003261
- Caspersen, C.J., Kriska, A.M., & Dearwater, S.R. (1994). Physical activity epidemiology as applied to elderly populations. *Baillière's Clin Rheumatol*, 8(1), 7-27.
- Caspersen, C.J., Powell, K.E., & Christenson, G.M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Pub Health Rep*, 100(2), 126-131.
- Castell, M.V., Sanchez, M., Julian, R., Queipo, R., Martin, S., & Otero, A. (2013). Frailty prevalence and slow walking speed in persons age 65 and older: Implications for primary care. *BMC Fam Pract*, 14:86.
- Castro-Monteiro, E., Alhayek-Ai, M., Diaz-Redondo, A., Ayala, A., Rodriguez-Blazquez, C., Rojo-Perez, F., . . . Forjaz, M.J. (2016). Quality of life of institutionalized older adults by dementia severity. *Int Psychogeriatr*, 28(1), 83-92. doi: 10.1017/S1041610215000757
- Castro-Monteiro, E., Forjaz, M.J., Ayala, A., Rodriguez-Blazquez, C., Fernandez-Mayoralas, G., Diaz-Redondo, A., & Martinez-Martin, P. (2014). Change and predictors of quality of life in institutionalized older adults with dementia. *Qual Life Res*, 23(9), 2595-2601. doi: 10.1007/s11136-014-0706-8
- Cavanaugh, J.T., Coleman, K.L., Gaines, J.M., Laing, L., & Morey, M.C. (2007). Using step activity monitoring to characterize ambulatory activity in community-dwelling older adults. *J Am Geriatr Soc*, 55(1), 120-124. doi: 10.1111/j.1532-5415.2006.00997.x
- Cedervall, Y., Halvorsen, K., & Aberg, A.C. (2014). A longitudinal study of gait function and characteristics of gait disturbance in individuals with Alzheimer's disease. *Gait Posture*, 39(4), 1022-1027. doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.12.026
- Cesari, M., Kritchevsky, S.B., Penninx, B.W., Nicklas, B.J., Simonsick, E.M., Newman, A.B., . . . Pahor, M. (2005). Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people: Results from the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*, 53(10), 1675-1680. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.53501.x
- Chan, C.S., Slaughter, S.E., Jones, C.A., & Wagg, A.S. (2015). Greater independence in activities of daily living is associated with higher health-related Quality of Life scores in nursing home residents with dementia. *Healthcare*, 3(3), 503-518. doi: 10.3390/healthcare3030503
- Chen, Y.M. (2010). Perceived barriers to physical activity among older adults residing in long-term care institutions. *J Clin Nurs*, 19(3-4), 432-439. doi: 10.1111/j.1365-2702.2009.02990.x
- Cheng, S.T. (2016). Cognitive reserve and the prevention of dementia: The role of physical and cognitive activities. *Curr Psychiatry Rep*, 18(9), 85. doi: 10.1007/s11920-016-0721-2
- Chodzko-Zajko, W.J., Proctor, D.N., Fiatarone Singh, M.A., Minson, C.T., Nigg, C.R., Salem, G.J., & Skinner, J.S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(7), 1510-1530. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c
- Choi, B.C.K., Pak, A.W.P., Choi, J.C.L., & Choi, E.C.L. (2007). Daily step goal of 10,000 steps: A literature review. *Clin Invest Med*, 30(3), E146-E151.

- Christensen, H., Mackinnon, A.J., Korten, A., & Jorm, A.F. (2001). The "Common Cause Hypothesis" of cognitive aging: evidence for not only a common factor but also specific associations of age with vision and grip strength in a cross-sectional analysis. *Psychol Aging, 16*(4), 588-599. doi: 10.1037//0882-7974.16A588
- Christensen, K., Thinggaard, M., Oksuzyan, A., Steenstrup, T., Andersen-Ranberg, K., Jeune, B., . . . Vaupel, J.W. (2013). Physical and cognitive functioning of people older than 90 years: A comparison of two Danish cohorts born 10 years apart. *Lancet, 382*(9903), 1507-1513. doi: 10.1016/s0140-6736(13)60777-1
- Clark, C.M., Sheppard, L., & Fillenbaum, G.G. (1999). Variability in annual mini-mental state examination score in patients with probable alzheimer disease: A clinical perspective of data from the consortium to establish a registry for Alzheimer's disease. *Arch Neurol, 56*(7), 857-862. doi: 10.1001/archneur.56.7.857
- Clark, D.J., Manini, T.M., Fielding, R.A., & Patten, C. (2013). Neuromuscular determinants of maximum walking speed in well-functioning older adults. *Exp Gerontol, 48*(3), 358-363. doi: 10.1016/j.exger.2013.01.010
- Clarkson, P., Davies, L., Jasper, R., Loynes, N., Challis, D., & Home Support in Dementia Programme Management Group. (2017). A systematic review of the economic evidence for home support interventions in dementia. *Value Health, 20*(8), 1198-1209. doi: 10.1016/j.jval.2017.04.004
- Clouston, S.A., Brewster, P., Kuh, D., Richards, M., Cooper, R., Hardy, R., . . . Hofer, S.M. (2013). The dynamic relationship between physical function and cognition in longitudinal aging cohorts. *Epidemiol Rev, 35*, 33-50. doi: 10.1093/epirev/mxs004
- Coen, P.M., Jubrias, S.A., Distefano, G., Amati, F., Mackey, D.C., Glynn, N.W., . . . Goodpaster, B.H. (2013). Skeletal muscle mitochondrial energetics are associated with maximal aerobic capacity and walking speed in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 68*(4), 447-455. doi: 10.1093/gerona/gls196
- Cohen, J.A., Verghese, J., & Zwerling, J.L. (2016). Cognition and gait in older people. *Maturitas, 93*, 73-77. doi: 10.1016/j.maturitas.2016.05.005
- Coleman, K.L., Smith, D.G., Boone, D.A., Joseph, A.W., & del Aguila, M.A. (1999). Step Activity Monitor: Long-term, continuous recording of ambulatory function. *J Rehabil Res Dev, 36*(1), 8-18.
- Collen, F.M., Wade, D.T., Robb, G.F., & Bradshaw, C.M. (1991). The Rivermead Mobility Index: A further development of the Rivermead Motor Assessment. *Int Disabil Stud, 13*(2), 50-54.
- Collin, C., Wade, D.T., Davies, S., & Horne, V. (1988). The Barthel ADL Index: A reliability study. *Int Disabil Stud, 10*(2), 61-63. doi: 10.3109/09638288809164103
- Cummings, J.L. (1997). The Neuropsychiatric Inventory: Assessing psychopathology in dementia patients. *Neurology, 48*(5 Suppl 6), S10-16.
- Cummings, S.R., Studenski, S., & Ferrucci, L. (2014). A diagnosis of dismobility: Giving mobility clinical visibility: A Mobility Working Group recommendation. *JAMA, 311*(20), 2061-2062. doi: 10.1001/jama.2014.3033
- D'Amico, F., Rehill, A., Knapp, M., Lowery, D., Cerga-Pashoja, A., Griffin, M., . . . Warner, J. (2016). Cost-effectiveness of exercise as a therapy for behavioural and psychological symptoms of dementia within the EVIDEM-E randomised controlled trial. *Int J Geriatr Psychiatry, 31*(6), 656-665. doi: 10.1002/gps.4376
- Dall, P.M., McCrorie, P.R., Granat, M.H., & Stansfield, B.W. (2013). Step accumulation per minute epoch is not the same as cadence for free-living adults. *Med Sci Sports Exerc, 45*(10), 1995-2001. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182955780

- Daskalopoulou, C., Stubbs, B., Kralj, C., Koukounari, A., Prince, M., & Prina, A.M. (2017). Physical activity and healthy ageing: A systematic review and meta-analysis of longitudinal cohort studies. *Ageing Res Rev*, *38*, 6-17. doi: 10.1016/j.arr.2017.06.003
- Davis, J.C., Bryan, S., Marra, C.A., Hsiung, G.Y., & Liu-Ambrose, T. (2015). Challenges with cost-utility analyses of behavioural interventions among older adults at risk for dementia. *Br J Sports Med*, *49*(20), 1343-1347. doi: 10.1136/bjsports-2013-092743
- Davis, J.C., Hsiung, G.R., Bryan, S., Best, J.R., Eng, J.J., Munkacsy, M., . . . Liu-Ambrose, T. (2017). Economic evaluation of aerobic exercise training in older adults with vascular cognitive impairment: PROMoTE trial. *BMJ Open*, *7*(3), e014387. doi: 10.1136/bmjopen-2016-014387
- Davis, M.G., & Fox, K.R. (2007). Physical activity patterns assessed by accelerometry in older people. *Eur J Appl Physiol*, *100*(5), 581-589. doi: 10.1007/s00421-006-0320-8
- Davis, M.G., Fox, K.R., Hillsdon, M., Sharp, D.J., Coulson, J.C., & Thompson, J.L. (2011). Objectively measured physical activity in a diverse sample of older urban UK adults. *Med Sci Sports Exerc*, *43*(4), 647-654. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181f36196
- de Assis, G.G., & de Almondes, K.M. (2017). Exercise-dependent BDNF as a modulatory factor for the executive processing of individuals in course of cognitive decline. A systematic review. *Front Psychol*, *8*, 584. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00584
- de Bruin, E.D., Hartmann, A., Uebelhart, D., Murer, K., & Zijlstra, W. (2008). Wearable systems for monitoring mobility-related activities in older people: A systematic review. *Clin Rehabil*, *22*(10-11), 878-895. doi: 10.1177/0269215508090675
- De Cock, A.M., Fransen, E., Perkisas, S., Verhoeven, V., Beauchet, O., Remmen, R., & Vandewoude, M. (2017). Gait characteristics under different walking conditions: Association with the presence of cognitive impairment in community-dwelling older people. *PLoS One*, *12*(6), e0178566. doi: 10.1371/journal.pone.0178566
- de Melo, L.L., Menec, V.H., & Ready, A.E. (2014). Relationship of functional fitness with daily steps in community-dwelling older adults. *J Geriatr Phys Ther*, *37*(3), 116-120. doi: 10.1519/JPT.0b013e3182abe75f
- de Souto Barreto, P., Delrieu, J., Andrieu, S., Vellas, B., & Rolland, Y. (2016). Physical activity and cognitive function in middle-aged and older adults: An analysis of 104,909 people from 20 countries. *Mayo Clin Proc*, *91*(11), 1515-1524. doi: 10.1016/j.mayocp.2016.06.032
- de Souto Barreto, P., Demougeot, L., Pillard, F., Lapeyre-Mestre, M., & Rolland, Y. (2015). Exercise training for managing behavioral and psychological symptoms in people with dementia: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev*, *24*(Pt B), 274-285. doi: 10.1016/j.arr.2015.09.001
- de Vet, H.C., Terwee, C.B., Knol, D.L., & Bouter, L.M. (2006). When to use agreement versus reliability measures. *J Clin Epidemiol*, *59*(10), 1033-1039. doi: 10.1016/j.jclinepi.2005.10.015
- Deak, F., Freeman, W.M., Ungvari, Z., Csiszar, A., & Sonntag, W.E. (2016). Recent developments in understanding brain aging: Implications for Alzheimer's Disease and Vascular Cognitive Impairment. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *71*(1), 13-20. doi: 10.1093/gerona/qlv206
- Deckers, K., van Boxtel, M.P., Schiepers, O.J., de Vugt, M., Munoz Sanchez, J.L., Anstey, K.J., . . . Kohler, S. (2015). Target risk factors for dementia prevention: A systematic review and Delphi consensus study on the evidence from observational studies. *Int J Geriatr Psychiatry*, *30*(3), 234-246. doi: 10.1002/gps.4245

- del Campo, N., Payoux, P., Djilali, A., Delrieu, J., Hoogendijk, E.O., Rolland, Y., . . . Vellas, B. (2016). Relationship of regional brain [beta]-amyloid to gait speed. *Neurol*, *86*(1), 36-43.
- Delignieres, D., & Torre, K. (2009). Fractal dynamics of human gait: A reassessment of the 1996 data of Hausdorff et al. *J Appl Physiol* (1985), *106*(4), 1272-1279. doi: 10.1152/jappphysiol.90757.2008
- Demnitz, N., Esser, P., Dawes, H., Valkanova, V., Johansen-Berg, H., Ebmeier, K.P., & Sexton, C. (2016). A systematic review and meta-analysis of cross-sectional studies examining the relationship between mobility and cognition in healthy older adults. *Gait Posture*, *50*, 164-174. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.08.028
- Deyo, R.A., Dier, P., & Patrick, D.L. (1991). Reproducibility and responsiveness of health status measures. *Con Clin Trial*, *12*, 142S-158S.
- DGPPN, & DGN. (2016). *S3-Leitlinie "Demenzen"*. Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) Köln, Bonn: DGPPN, DGN.
- Dichgans, M., & Leys, D. (2017). Vascular Cognitive Impairment. *Circ Res*, *120*(3), 573-591. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.116.308426
- Dickinson, E.J. (1992). Standard assessment scales for elderly people. Recommendations of the Royal College of Physicians of London and the British Geriatrics Society. *J Epidemiol Comm Health*, *46*(6), 628-629.
- Dilling, H., Mombour, W., Schmidt, M.H., & Schulte-Markwort, E.H. (2011). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen. ICD-10 Kapitel V (F). Diagnostische Kriterien für Forschung und Praxis. 5. überarbeitete Auflage*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Dirik, A., Cavlak, U., & Akdag, B. (2006). Identifying the relationship among mental status, functional independence and mobility level in Turkish institutionalized elderly: Gender differences. *Arch Gerontol Geriatr*, *42*(3), 339-350. doi: 10.1016/j.archger.2005.08.007
- Dodge, H.H., Mattek, N.C., Austin, D., Hayes, T.L., & Kaye, J.A. (2012). In-home walking speeds and variability trajectories associated with mild cognitive impairment. *Neurol*, *78*(24), 1946-1952. doi: 10.1212/WNL.0b013e318259e1de
- Dodson, J.A., Arnold, S.V., Gosch, K.L., Gill, T.M., Spertus, J.A., Krumholz, H.M., . . . Alexander, K.P. (2016). Slow gait speed and risk of mortality or hospital readmission after Myocardial Infarction in the translational research investigating underlying disparities in recovery from acute Myocardial Infarction: Patients' health status registry. *J Am Geriatr Soc*, *64*(3), 596-601. doi: 10.1111/jgs.14016
- Doran, G.T. (1981). There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. *Manag Rev*, *70*(11), 35-36.
- dos Santos, S.B., Rocha, G.P., Fernandez, L.L., de Padua, A.C., & Reppold, C.T. (2018). Association of lower spiritual well-being, social support, self-esteem, subjective well-being, optimism and hope scores with Mild Cognitive Impairment and mild dementia. *Front Psychol*, *9*. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00371
- Douma, J.G., Volkers, K.M., Engels, G., Sonneveld, M.H., Goossens, R.H.M., & Scherder, E.J.A. (2017). Setting-related influences on physical inactivity of older adults in residential care settings: A review. *BMC Geriatr*, *17*(1), 97. doi: 10.1186/s12877-017-0487-3
- Drummond, M.F., Sculpher, M.J., Claxton, K., Stoddart, G.L., & Torrance, G.W. (2015). *Methods for the economic evaluation of health care programmes. Fourth edition*. New York: Oxford University Press.

- Dumurgier, J., Elbaz, A., Ducimetiere, P., Tavernier, B., Alperovitch, A., & Tzourio, C. (2009). Slow walking speed and cardiovascular death in well functioning older adults: Prospective cohort study. *BMJ*, *339*, b4460. doi: 10.1136/bmj.b4460
- Easton, T., Milte, R., Crotty, M., & Ratcliffe, J. (2018). An empirical comparison of the measurement properties of the EQ-5D-5L, DEMQOL-U and DEMQOL-Proxy-U for older people in residential care. *Qual Life Res*, *27*(5), 1283-1294. doi: 10.1007/s11136-017-1777-0
- Ekstrom, H., Dahlin-Ivanoff, S., & Elmstahl, S. (2011). Effects of walking speed and results of timed get-up-and-go tests on quality of life and social participation in elderly individuals with a history of osteoporosis-related fractures. *J Aging Health*, *23*(8), 1379-1399. doi: 10.1177/0898264311418504
- Elbaz, A., Ripert, M., Tavernier, B., Fevrier, B., Zureik, M., Gariepy, J., . . . Tzourio, C. (2005). Common carotid artery intima-media thickness, carotid plaques, and walking speed. *Stroke*, *36*(10), 2198-2202. doi: 10.1161/01.STR.0000181752.16915.5c
- Empfehlung Rec (2001)13 des Europarates und Erläuterndes Memorandum. (2002). *Entwicklung einer Methodik für die Ausarbeitung von Leitlinien für die optimale medizinische Praxis. Deutschsprachige Ausgabe*. Strasbourg.
- Erickson, K.I., Barr, L.L., Weinstein, A.M., Banducci, S.E., Akl, S.L., Santo, N.M., . . . Lopez, O.L. (2013). Measuring physical activity using accelerometry in a community sample with dementia. *J Am Geriatr Soc*, *61*(1), 158-159.
- Erickson, K.I., Gildengers, A.G., & Butters, M.A. (2013). Physical activity and brain plasticity in late adulthood. *Dial Clin Neurosci*, *15*(1), 99-108.
- Erickson, K.I., Weinstein, A.M., & Lopez, O.L. (2012). Physical activity, brain plasticity, and Alzheimer's disease. *Arch Med Res*, *43*(8), 615-621. doi: 10.1016/j.arcmed.2012.09.008
- Europäische Union (EU). (2008). *EU physical activity guidelines. Recommended policy actions in support of health-enhancing physical activity*. Brüssel: European Union (EU).
- Evans, W.J. (2010). Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. *Am J Clin Nutr*, *91*(4), 1123S-1127S. doi: 10.3945/ajcn.2010.28608A
- Ezzati, A., Katz, M.J., Lipton, M.L., Lipton, R.B., & Verghese, J. (2015). The association of brain structure with gait velocity in older adults: A quantitative volumetric analysis of brain MRI. *Neuroradiol*, *57*(8), 851-861. doi: 10.1007/s00234-015-1536-2
- Falck, R.S., Davis, J.C., & Liu-Ambrose, T. (2017). What is the association between sedentary behaviour and cognitive function? A systematic review. *Br J Sports Med*, *51*(10), 800-811. doi: 10.1136/bjsports-2015-095551
- Farina, N., Rusted, J., & Tabet, N. (2014). The effect of exercise interventions on cognitive outcome in Alzheimer's disease: A systematic review. *Int Psychogeriatr*, *26*(1), 9-18. doi: 10.1017/S1041610213001385
- Feito, Y., Bassett, D.R., & Thompson, D.L. (2012). Evaluation of activity monitors in controlled and free-living environments. *Med Sci Sports Exerc*, *44*(4), 733-741. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182351913
- Ferrucci, L., Bandinelli, S., Benvenuti, E., Di Iorio, A., Macchi, C., Harris, T.B., . . . for the InCHIANTI Group. (2000). Subsystems contributing to the decline in ability to walk: Bridging the gap between epidemiology and geriatric practice in the InCHIANTI study. *J Am Geriatr Soc*, *48*(12), 1618-1625.
- Ferrucci, L., Cooper, R., Shardell, M., Simonsick, E.M., Schrack, J.A., & Kuh, D. (2016). Age-related change in mobility: Perspectives from life course epidemiology and

- geroscience. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 71(9), 1184-1194. doi: 10.1093/gerona/glw043
- Fiest, K.M., Roberts, J.I., Maxwell, C.J., Hogan, D.B., Smith, E.E., Frolkis, A., . . . Jette, N. (2016). The prevalence and incidence of dementia due to Alzheimer's disease: A systematic review and meta-analysis. *Can J Neurol Sci*, 43 Suppl 1, S51-82. doi: 10.1017/cjn.2016.36
- Fiser, W.M., Hays, N.P., Rogers, S.C., Kajkenova, O., Williams, A.E., Evans, C.M., & Evans, W.J. (2010). Energetics of walking in elderly people: factors related to gait speed. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 65(12), 1332-1337. doi: 10.1093/gerona/glq137
- Fisher, S.R., Goodwin, J.S., Protas, E.J., Kuo, Y.F., Graham, J.E., Ottenbacher, K.J., & Ostir, G.V. (2011). Ambulatory activity of older adults hospitalized with acute medical illness. *J Am Geriatr Soc*, 59(1), 91-95. doi: 10.1111/j.1532-5415.2010.03202.x
- Fleg, J.L., Morrell, C.H., Bos, A.G., Brant, L.J., Talbot, L.A., Wright, J.G., & Lakatta, E.G. (2005). Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation*, 112(5), 674-682. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.545459
- Folstein, M.F., Folstein, S.E., & McHugh, P.R. (1975). "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*, 12(3), 189-198.
- Forbes, D., Forbes, S.C., Blake, C.M., Thiessen, E.J., & Forbes, S. (2015). Exercise programs for people with dementia. *Cochrane Database Syst Rev*, 4, CD006489. doi: 10.1002/14651858.CD006489.pub4
- Foster, P.P. (2015). Role of physical and mental training in brain network configuration. *Front Aging Neurosci*, 7, 117. doi: 10.3389/fnagi.2015.00117
- Foster, P.P., Rosenblatt, K.P., & Kuljis, R.O. (2011). Exercise-induced cognitive plasticity, implications for mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Front Neurol*, 2, 28. doi: 10.3389/fneur.2011.00028
- Foster, R.C., Lanningham-Foster, L.M., Manohar, C., McCrady, S.K., Nysse, L.J., Kaufman, K.R., . . . Levine, J.A. (2005). Precision and accuracy of an ankle-worn accelerometer-based pedometer in step counting and energy expenditure. *Prev Med*, 41(3-4), 778-783. doi: 10.1016/j.yjmed.2005.07.006
- Fox, B., Henwood, T., Keogh, J., & Neville, C. (2016). Psychometric viability of measures of functional performance commonly used for people with dementia: A systematic review of measurement properties. *JBI Database System Rev Implement Rep*, 14(8), 115-171. doi: 10.11124/jbisrir-2016-003064
- Fox, B., Henwood, T., Neville, C., & Keogh, J. (2014). Relative and absolute reliability of functional performance measures for adults with dementia living in residential aged care. *Int Psychogeriatr*, 26(10), 1659-1667. doi: 10.1017/S1041610214001124
- Friedman, P.J., Richmond, D.E., & Baskett, J.J. (1988). A prospective trial of serial gait speed as a measure of rehabilitation in the elderly. *Age Ageing*, 17, 227-235.
- Frisoni, G.B., Perani, D., Bastianello, S., Bernardi, G., Porteri, C., Boccardi, M., . . . Padovani, A. (2017). Biomarkers for the diagnosis of Alzheimer's disease in clinical practice: an Italian intersocietal roadmap. *Neurobiol Aging*, 52, 119-131. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2016.02.033
- Fritz, N.E., Kegelmeyer, D.A., Kloos, A.D., Linder, S., Park, A., Katagi, M., . . . Kostyk, S.K. (2016). Motor performance differentiates individuals with Lewy body dementia, Parkinson's and Alzheimer's disease. *Gait Posture*, 50, 1-7. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.08.009

- Fritz, S.L., & Lusardi, M. (2009). White paper: "Walking speed: the sixth vital sign". *J Geriatr Phys Ther*, 32(2), 2-5.
- Fulk, G.D., Combs, S.A., Danks, K.A., Nirider, C.D., Raja, B., & Reisman, D.S. (2014). Accuracy of 2 activity monitors in detecting steps in people with stroke and traumatic brain injury. *Phys Ther*, 94(2), 222-229.
- Fulk, G.D., Ludwig, M., Dunning, K., Golden, S., Boyne, P., & West, T. (2011). Estimating clinically important change in gait speed in people with stroke undergoing outpatient rehabilitation. *J Neurol Phys Ther*, 35(2), 82-89. doi: 10.1097/NPT.0b013e318218e2f2
- Fuzeki, E., Engeroff, T., & Banzer, W. (2017). Health benefits of light-intensity physical activity: A systematic review of accelerometer data of the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). *Sports Med*, 47(9), 1769-1793. doi: 10.1007/s40279-017-0724-0
- Gajewski, P.D., & Falkenstein, M. (2016). Physical activity and neurocognitive functioning in aging: A condensed updated review. *Eur Rev Aging Phys Activity*, 13(1). doi: 10.1186/s11556-016-0161-3
- Gale, C.R., Allerhand, M., Sayer, A.A., Cooper, C., & Deary, I.J. (2014). The dynamic relationship between cognitive function and walking speed: The English Longitudinal Study of Ageing. *Age*, 36(4), 9682. doi: 10.1007/s11357-014-9682-8
- Gallaway, P.J., Miyake, H., Buchowski, M.S., Shimada, M., Yoshitake, Y., Kim, A.S., & Hongu, N. (2017). Physical activity: A viable way to reduce the risks of Mild Cognitive Impairment, Alzheimer's disease, and Vascular Dementia in older adults. *Brain Sci*, 7(2). doi: 10.3390/brainsci7020022
- Garber, C.E., Blissmer, B., Deschenes, M.R., Franklin, B.A., Lamonte, M.J., Lee, I.M., . . . American College of Sports Medicine. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 43(7), 1334-1359. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb
- Garcia-Ptacek, S., & Kramberger, M.G. (2016). Parkinson disease and dementia. *J Geriatr Psychiatry Neurol*, 29(5), 261-270. doi: 10.1177/0891988716654985
- Gardner, A.W., Ritti-Dias, R.M., Khurana, A., & Parker, D.E. (2013). Daily ambulatory activity monitoring in patients with peripheral artery disease. *Phys Ther Rev*, 15(3), 212-223. doi: 10.1179/174328810x12814016178917
- Gibala, M.J., Little, J.P., Macdonald, M.J., & Hawley, J.A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*, 590(5), 1077-1084. doi: 10.1113/jphysiol.2011.224725
- Gignac, G.E., & Szodorai, E.T. (2016). Effect size guidelines for individual differences researchers. *Personal Individ Differences*, 102, 74-78. doi: 10.1016/j.paid.2016.06.069
- Girden, E.R. (1992). *ANOVA. Repeated Measures*. Newbury Park, California: Sage Publications, Inc.
- Gitlin, L.N., Arthur, P., Piersol, C., Hessels, V., Wu, S.S., Dai, Y., & Mann, W.C. (2017). Targeting behavioral symptoms and functional decline in dementia: A randomized clinical trial. *J Am Geriatr Soc*. doi: 10.1111/jgs.15194
- Gitlin, L.N., Piersol, C.V., Hodgson, N., Marx, K., Roth, D.L., Johnston, D., . . . Lyketsos, C.G. (2016). Reducing neuropsychiatric symptoms in persons with dementia and associated burden in family caregivers using tailored activities: Design and methods of a randomized clinical trial. *Contemp Clin Trials*, 49, 92-102. doi: 10.1016/j.cct.2016.06.006

- Gomperts, S.N. (2016). Lewy Body Dementias: Dementia with Lewy Bodies and Parkinson disease dementia. *Continuum*, 22(2), 435-463.
- Graham, J.E., Fisher, S.R., Berges, I.M., Kuo, Y.F., & Ostir, G.V. (2010). Walking speed threshold for classifying walking independence in hospitalized older adults. *Phys Ther*, 90(11), 1591-1597. doi: 10.2522/ptj.20100018
- Graham, J.E., Ostir, G.V., Fisher, S.R., & Ottenbacher, K.J. (2008). Assessing walking speed in clinical research: A systematic review. *J Eval Clin Pract*, 14(4), 552-562. doi: 10.1111/j.1365-2753.2007.00917.x
- Gras, L.Z., Kanaan, S.F., McDowd, J.M., Colgrove, Y.M., Burns, J., & Pohl, P.S. (2015). Balance and gait of adults with very mild Alzheimer disease. *J Geriatr Phys Ther*, 38(1), 1-7. doi: 10.1519/JPT.000000000000020
- Grau, H., Berth, H., Lauterberg, J., Holle, R., & Grassel, E. (2016). "Zuhause geht es nicht mehr" - Gründe für den Wechsel ins Pflegeheim bei Demenz. *Gesundheitswesen*, 78(8-09), 510-513. doi: 10.1055/s-0035-1547301
- Green, C., Shearer, J., Ritchie, C.W., & Zajicek, J.P. (2011). Model-based economic evaluation in Alzheimer's disease: A review of the methods available to model Alzheimer's disease progression. *Value Health*, 14(5), 621-630. doi: 10.1016/j.jval.2010.12.008
- Green, C., & Zhang, S. (2016). Predicting the progression of Alzheimer's disease dementia: A multidomain health policy model. *Alzheimers Dement*, 12(7), 776-785. doi: 10.1016/j.jalz.2016.01.011
- Grol, R. (1992). Implementing guidelines in general practice care. *Qual Health Care*, 1(3), 184-191.
- Groot, C., Hooghiemstra, A.M., Raijmakers, P.G., van Berckel, B.N., Scheltens, P., Scherder, E.J., . . . Ossenkoppele, R. (2016). The effect of physical activity on cognitive function in patients with dementia: A meta-analysis of randomized control trials. *Ageing Res Rev*, 25, 13-23. doi: 10.1016/j.arr.2015.11.005
- Guralnik, J.M., Simonsick, E.M., Ferrucci, L., Glynn, R.J., Berkman, L.F., Blazer, D.G., . . . Wallace, R.B. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol*, 49(2), M85-M94.
- Guyatt, G.H., Deyo, R.A., Charlson, M., Levine, M.N., & Mitchell, A. (1989). Responsiveness and validity in health status measurement: A clarification. *J Clin Epidemiol*, 42(5), 403-408.
- Haeuber, E., Shaughnessy, M., Forrester, L.W., Coleman, K.L., & Macko, R.F. (2004). Accelerometer monitoring of home- and community-based ambulatory activity after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(12), 1997-2001. doi: 10.1016/j.apmr.2003.11.035
- Haight, T.J., van der Laan, M.J., & Tager, I.B. (2013). Direct effects of leisure-time physical activity on walking speed. *J Nutr Health Aging*, 17(8), 666-673.
- Hall, B., Mak, E., Cervenka, S., Aigbirhio, F.I., Rowe, J.B., & O'Brien, J.T. (2017). In vivo tau PET imaging in dementia: Pathophysiology, radiotracer quantification, and a systematic review of clinical findings. *Ageing Res Rev*, 36, 50-63. doi: 10.1016/j.arr.2017.03.002
- Hall, K.S., Cohen, H.J., Pieper, C.F., Fillenbaum, G.G., Kraus, W.E., Huffman, K.M., . . . Morey, M.C. (2017). Physical performance across the adult life span: Correlates with age and physical activity. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 72(4), 572-578. doi: 10.1093/gerona/glw120
- Handels, R.L., Xu, W., Rizzuto, D., Caracciolo, B., Wang, R., Winblad, B., . . . Wimo, A. (2013). Natural progression model of cognition and physical functioning among people with

- mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *J Alzheimers Dis*, 37(2), 357-365. doi: 10.3233/JAD-130296
- Hanley, J.A., & McNeil, B.J. (1982). The meaning and use of the area under a Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve. *Radiology*, 143(1), 29-36.
- Hansen, B.H., Kolle, E., Dyrstad, S.M., Holme, I., & Anderssen, S.A. (2012). Accelerometer-determined physical activity in adults and older people. *Med Sci Sports Exerc*, 44(2), 266-272. doi: 10.1249/MSS.0b013e31822cb354
- Hanson, S., & Jones, A. (2015). Is there evidence that walking groups have health benefits? A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 49(11), 710-715. doi: 10.1136/bjsports-2014-094157
- Hart, T.L., Swartz, A.M., Cashin, S.E., & Strath, S.J. (2011). How many days of monitoring predict physical activity and sedentary behaviour in older adults? *Int J Behav Nutr Phys Act*, 8, 62. doi: 10.1186/1479-5868-8-62
- Hartsell, H., Fitzpatrick, D., Brand, R., Frantz, R., & Saltzman, C. (2002). Accuracy of a custom-designed activity monitor: Implications for diabetic foot ulcer healing. *J Rehabil Res Dev*, 39(3), 395-400.
- Harvey, J.A., Chastin, S.F., & Skelton, D.A. (2013). Prevalence of sedentary behavior in older adults: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health*, 10(12), 6645-6661. doi: 10.3390/ijerph10126645
- Hausdorff, J.M. (2005). Gait variability: Methods, modeling and meaning. *J Neuroeng Rehabil*, 2, 19. doi: 10.1186/17430003-2-19
- Hausdorff, J.M., Yogeve, G., Springer, S., Simon, E.S., & Giladi, N. (2005). Walking is more like catching than tapping: Gait in the elderly as a complex cognitive task. *Exp Brain Res*, 164(4), 541-548. doi: 10.1007/s00221-005-2280-3
- Hawkins, S.A., & Wiswell, R.A. (2003). Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging. Implication for exercise training. *Sports Med*, 33(12), 877-888.
- Hayes, A.F. (2013). *Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis. A Regression-Based Approach*. New York, London: The Guilford Press.
- Hayes, S.M., Alosco, M.L., & Forman, D.E. (2014). The effects of aerobic exercise on cognitive and neural decline in aging and cardiovascular disease. *Curr Geriatr Rep*, 3(4), 282-290. doi: 10.1007/s13670-014-0101-x
- Healy, G.N., Clark, B.K., Winkler, E.A., Gardiner, P.A., Brown, W.J., & Matthews, C.E. (2011). Measurement of adults' sedentary time in population-based studies. *Am J Prev Med*, 41(2), 216-227. doi: 10.1016/j.amepre.2011.05.005
- Hennes, C., Reed, C., Chen, Y.F., Dell'Agnello, G., & Lebec, J. (2016). Describing the sequence of cognitive decline in Alzheimer's disease patients: Results from an observational study. *J Alzheimers Dis*, 52(3), 1065-1080. doi: 10.3233/JAD-150852
- Hensel, A., Angermeyer, M.C., & Riedel-Heller, S.G. (2007). Measuring cognitive change in older adults: Reliable change indices for the Mini-Mental State Examination. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 78(12), 1298-1303. doi: 10.1136/jnnp.2006.109074
- Heun, R., Papassotiropoulos, A., & Jennssen, F. (1998). The validity of psychometric instruments for detection of dementia in the elderly general population. *Int J Geriatr Psychiatry*, 13, 368-380.
- Heyn, P., Abreu, B.C., & Ottenbacher, K.J. (2004). The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: A meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(10), 1694-1704. doi: 10.1016/j.apmr.2004.03.019

- Heyn, P.C., Johnson, K.E., & Kramer, A.F. (2008). Endurance and strength training outcomes on cognitively impaired and cognitively intact older adults: A meta-analysis. *J Nutr Health Aging, 12*(6), 401-409.
- Himann, J.E., Cunningham, D.A., Rechnitzer, P.A., & Paterson, D.H. (1988). Age-related changes in speed of walking. *Med Sci Sports Exerc, 20*(2), 161-166.
- Hogan, D.B., Fiest, K.M., Roberts, J.I., Maxwell, C.J., Dykeman, J., Pringsheim, T., . . . Jette, N. (2016). The prevalence and incidence of dementia with Lewy Bodies: A systematic review. *Can J Neurol Sci, 43 Suppl 1*, S83-95. doi: 10.1017/cjn.2016.2
- Hogan, D.B., Jette, N., Fiest, K.M., Roberts, J.I., Pearson, D., Smith, E.E., . . . Maxwell, C.J. (2016). The prevalence and incidence of Frontotemporal dementia: A systematic review. *Can J Neurol Sci, 43 Suppl 1*, S96-S109. doi: 10.1017/cjn.2016.25
- Hollmann, W., & Strüder, H.K. (2009). *Sportmedizin. Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin*. (5. ed.). Stuttgart, Germany: Schattauer.
- Holstila, A., Manty, M., Rahkonen, O., Lahelma, E., & Lahti, J. (2017). Changes in leisure-time physical activity and physical and mental health functioning: A follow-up study. *Scand J Med Sci Sports, 27*(12), 1785-1792. doi: 10.1111/sms.12758
- Holt, S., Schmiedl, S., & Thurmann, P.A. (2010). Potentiell inadäquate Medikation für ältere Menschen: Die PRISCUS-Liste. *Dtsch Arztebl Int, 107*(31-32), 543-551. doi: 10.3238/arztebl.2010.0543
- Holtzer, R., Epstein, N., Mahoney, J.R., Izzetoglu, M., & Blumen, H.M. (2014). Neuroimaging of mobility in aging: A targeted review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 69*(11), 1375-1388. doi: 10.1093/gerona/glu052
- Holtzer, R., Wang, C., Lipton, R., & Verghese, J. (2012). The protective effects of executive functions and episodic memory on gait speed decline in aging defined in the context of cognitive reserve. *J Am Geriatr Soc, n/a-n/a*. doi: 10.1111/j.1532-5415.2012.04193.x
- Hortobagyi, T., Finch, A., Solnik, S., Rider, P., & DeVita, P. (2011). Association between muscle activation and metabolic cost of walking in young and old adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 66*(5), 541-547. doi: 10.1093/gerona/qlr008
- Hortobagyi, T., Lesinski, M., Gabler, M., VanSwearingen, J.M., Malatesta, D., & Granacher, U. (2015). Effects of three types of exercise interventions on healthy old adults' gait speed: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med, 45*(12), 1627-1643. doi: 10.1007/s40279-015-0371-2
- Hsu, C.L., Best, J.R., Davis, J.C., Nagamatsu, L.S., Wang, S., Boyd, L.A., . . . Liu-Ambrose, T. (2017). Aerobic exercise promotes executive functions and impacts functional neural activity among older adults with vascular cognitive impairment. *Br J Sports Med, 52*(2), 198-191. doi: 10.1136/bjsports-2016-096846
- Hsu, C.L., Liang, C.K., Liao, M.C., Chou, M.Y., & Lin, Y.T. (2017). Slow gait speed as a predictor of 1-year cognitive decline in a veterans' retirement community in southern Taiwan. *Geriatr Gerontol Int, 17 Suppl 1*, 14-19. doi: 10.1111/ggi.13034
- Hyde, C., Peters, J., Bond, M., Rogers, G., Hoyle, M., Anderson, R., . . . Moxham, T. (2013). Evolution of the evidence on the effectiveness and cost-effectiveness of acetylcholinesterase inhibitors and memantine for Alzheimer's disease: Systematic review and economic model. *Age Ageing, 42*(1), 14-20. doi: 10.1093/ageing/afs165
- Ijmker, T., & Lamoth, C.J. (2012). Gait and cognition: the relationship between gait stability and variability with executive function in persons with and without dementia. *Gait Posture, 35*(1), 126-130. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.08.022

- Ikezoe, T., Asakawa, Y., Shima, H., Kishibuchi, K., & Ichihashi, N. (2013). Daytime physical activity patterns and physical fitness in institutionalized elderly women: An exploratory study. *Arch Gerontol Geriatr*, *57*(2), 221-225. doi: 10.1016/j.archger.2013.04.004
- Imtiaz, B., Tolppanen, A.M., Kivipelto, M., & Soininen, H. (2014). Future directions in Alzheimer's disease from risk factors to prevention. *Biochem Pharmacol*, *88*(4), 661-670. doi: 10.1016/j.bcp.2014.01.003
- Inskip, M., Mavros, Y., Sachdev, P.S., & Fiatarone Singh, M.A. (2016). Exercise for individuals with Lewy Body dementia: A systematic review. *PLoS One*, *11*(6), e0156520. doi: 10.1371/journal.pone.0156520
- Institute for Healthcare Improvement (IHI). (2003). The Breakthrough Series: IHI's Collaborative Model for Achieving Breakthrough Improvement *IHI Innovation Series white paper*. Boston: Institute for Healthcare Improvement.
- Inzitari, M., Carlo, A., Baldereschi, M., Pracucci, G., Maggi, S., Gandolfo, C., . . . ILSA Working Group. (2006). Risk and predictors of motor-performance decline in a normally functioning population-based sample of elderly subjects: The Italian Longitudinal Study on Aging. *J Am Geriatr Soc*, *54*(2), 318-324. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.00584.x
- Inzitari, M., Newman, A.B., Yaffe, K., Boudreau, R., de Rekeneire, N., Shorr, R., . . . Rosano, C. (2007). Gait speed predicts decline in attention and psychomotor speed in older adults: The health aging and body composition study. *Neuroepidemiol*, *29*(3-4), 156-162. doi: 10.1159/000111577
- Ishikawa, S., Stevens, S.L., Kang, M., & Morgan, D.W. (2011). Reliability of daily step activity monitoring in adults with incomplete spinal cord injury. *J Rehabil Res Dev*, *48*(10), 1187. doi: 10.1682/jrrd.2010.09.0190
- Ispah International Society for Physical Activity and Health. (2017). The Bangkok Declaration on physical activity for global health and sustainable development. *Br J Sports Med*, *51*(19), 1389-1391. doi: 10.1136/bjsports-2017-098063
- Jabourian, A., Lancrenon, S., Delva, C., Perreve-Genet, A., Lablanchy, J.P., & Jabourian, M. (2014). Gait velocity is an indicator of cognitive performance in healthy middle-aged adults. *PLoS One*, *9*(8), e103211. doi: 10.1371/journal.pone.0103211
- Jaeschke, R., Guyatt, G.H., Sackett, D.L., & For the Evidence-Based Medicine Working Group. (1994). Users' guides to the medical literature: III. How to use an article about a diagnostic test: B. What are the results and will they help me in caring for my patients? *JAMA*, *271*(9), 703-707.
- Jamour, M., Becker, C., Synofzik, M., & Maetzler, W. (2012). Gangveränderungen als Frühindikator einer Demenz. *Z Gerontol Geriatr*, *45*(1), 40-44. doi: 10.1007/s00391-011-0260-8
- Jansen, C.P., Classen, K., Wahl, H.W., & Hauer, K. (2015). Effects of interventions on physical activity in nursing home residents. *Eur J Ageing*, *12*(3), 261-271. doi: 10.1007/s10433-015-0344-1
- Jansen, F.M., Prins, R.G., Etman, A., van der Ploeg, H.P., de Vries, S.I., van Lenthe, F.J., & Pierik, F.H. (2015). Physical activity in non-frail and frail older adults. *PLoS One*, *10*(4), e0123168. doi: 10.1371/journal.pone.0123168
- Jasuja, R., & LeBrasseur, N.K. (2014). Regenerating skeletal muscle in the face of aging and disease. *Am J Phys Med Rehabil*, *93*(11 Suppl 3), S88-96. doi: 10.1097/PHM.0000000000000118

- Jayadev, S., Steinbart, E.J., Chi, Y.-Y., Kukull, W.A., Schellenberg, G.D., & Bird, T.D. (2008). Conjugal Alzheimer disease. Risk in children when both parents have Alzheimer disease. *Arch Neurol*, *65*(3), 373-378.
- Jefferis, B.J., Sartini, C., Ash, S., Lennon, L.T., Wannamethee, S.G., Lee, I.M., & Whincup, P.H. (2015). Trajectories of objectively measured physical activity in free-living older men. *Med Sci Sports Exerc*, *47*(2), 343-349. doi: 10.1249/MSS.0000000000000410
- Jenkins, L.A., Mauger, A.R., & Hopker, J.G. (2017). Age differences in physiological responses to self-paced and incremental VO₂max testing. *Eur J Appl Physiol*, *117*(1), 159-170. doi: 10.1007/s00421-016-3508-6
- Jensen, C.S., Hasselbalch, S.G., Waldemar, G., & Simonsen, A.H. (2015). Biochemical markers of physical exercise on Mild Cognitive Impairment and dementia: Systematic review and perspectives. *Front Neurol*, *6*, 187. doi: 10.3389/fneur.2015.00187
- Jones, C.J., Rikli, R.E., & Beam, W.C. (1999). A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Quart Exerc Sport*, *70*(2), 113-119.
- Jones, C.J., Rikli, R.E., Max, J., & Noffal, G. (1998). The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Quart Exerc Sport*, *69*(4), 338-343.
- Jones, R.W., Lebec, J., Kahle-Wroblewski, K., Dell'Agnello, G., Bruno, G., Vellas, B., . . . Reed, C. (2017). Disease progression in mild dementia due to Alzheimer disease in an 18-month observational study (GERAS): The impact on costs and caregiver outcomes. *Dement Geriatr Cogn Dis Extra*, *7*(1), 87-100. doi: 10.1159/000461577
- Jylhä, M., Guralnik, J.M., Balfour, J., & Fried, L.P. (2001). Walking difficulties, walking speed, and age as predictors of self-rated health: The Women's Health and Aging Study. *J Gerontol Med Sci*, *56A*(10), M609-M617.
- Kallio, E.L., Ohman, H., Hietanen, M., Soini, H., Strandberg, T.E., Kautiainen, H., & Pitkala, K.H. (2018). Effects of cognitive training on cognition and Quality of Life of older persons with dementia. *J Am Geriatr Soc*, *66*(4), 664-670. doi: 10.1111/jgs.15196
- Kang, H.G., & Dingwell, J.B. (2009). Dynamics and stability of muscle activations during walking in healthy young and older adults. *J Biomech*, *42*(14), 2231-2237. doi: 10.1016/j.jbiomech.2009.06.038
- Kanwar, A., Singh, M., Lennon, R., Ghanta, K., McNallan, S.M., & Roger, V.L. (2013). Frailty and health-related quality of life among residents of long-term care facilities. *J Aging Health*, *25*(5), 792-802. doi: 10.1177/0898264313493003
- Karaca, I., Wagner, H., & Ramirez, A. (2017). Suche nach Risikogenen bei der Alzheimer-Erkrankung. *Nervenarzt*, *88*(7), 744-750. doi: 10.1007/s00115-017-0354-7
- Karlawish, J., Jack, C.R., Jr., Rocca, W.A., Snyder, H.M., & Carrillo, M.C. (2017). Alzheimer's disease: The next frontier-Special Report 2017. *Alzheimers Dement*, *13*(4), 374-380. doi: 10.1016/j.jalz.2017.02.006
- Kassahun, W., Neyens, T., Molenberghs, G., Faes, C., & Verbeke, G. (2014). Marginalized multilevel hurdle and zero-inflated models for overdispersed and correlated count data with excess zeros. *Stat Med*, *33*(25), 4402-4419. doi: 10.1002/sim.6237
- Kaufer, D.I., Cummings, J.L., Ketchel, P., Smith, V., MacMillan, A., Shelley, T., . . . DeKosky, S.T. (2000). Validation of the NPI-Q, a brief clinical form of the Neuropsychiatric Inventory. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, *12*(2), 233-239.
- Kearney, F.C., Harwood, R.H., Gladman, J.R.F., Lincoln, N., & Masud, T. (2013). The relationship between executive function and falls and gait abnormalities in older

- adults: A systematic review. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 36(1-2), 20-35. doi: 10.1159/000350031
- Kessler, E.-M., Bowen, C.E., Baer, M., Froelich, L., & Wahl, H.-W. (2012). Dementia worry: A psychological examination of an unexplored phenomenon. *Eur J Ageing*, 9(4), 275-284. doi: 10.1007/s10433-012-0242-8
- Khan, A., Kalaria, R.N., Corbett, A., & Ballard, C. (2016). Update on Vascular Dementia. *J Geriatr Psychiatry Neurol*, 29(5), 281-301. doi: 10.1177/0891988716654987
- Kikkert, L.H., Vuillerme, N., van Campen, J.P., Hortobagyi, T., & Lamoth, C.J. (2016). Walking ability to predict future cognitive decline in old adults: A scoping review. *Ageing Res Rev*, 27, 1-14. doi: 10.1016/j.arr.2016.02.001
- Kilgour, A.H.M., Todd, O.M., & Starr, J.M. (2014). A systematic review of the evidence that brain structure is related to muscle structure and their relationship to brain and muscle function in humans over the lifecourse. *BMC Geriatr*, 14, 85.
- Kilo, C.M. (1998). A framework for collaborative improvements: Lessons from the Institute for Healthcare Improvement's Breakthrough Series. *Qual Manag Health Care*, 6(4), 1-13.
- Kim, H.J., Park, I., Lee, H.J., & Lee, O. (2016). The reliability and validity of gait speed with different walking pace and distances against general health, physical function, and chronic disease in aged adults. *J Exerc Nutrition Biochem*, 20(3), 46-50. doi: 10.20463/jenb.2016.09.20.3.7
- Kivipelto, M., Solomon, A., Ahtiluoto, S., Ngandu, T., Lehtisalo, J., Antikainen, R., . . . Soininen, H. (2013). The Finnish Geriatric Intervention Study to prevent cognitive impairment and disability (FINGER): Study design and progress. *Alzheimers Dement*, 9(6), 657-665. doi: 10.1016/j.jalz.2012.09.012
- Ko, S.U., Hausdorff, J.M., & Ferrucci, L. (2010). Age-associated differences in the gait pattern changes of older adults during fast-speed and fatigue conditions: Results from the Baltimore Longitudinal Study of Ageing. *Age Ageing*, 39(6), 688-694. doi: 10.1093/ageing/afq113
- Kohl, H.W., Craig, C.L., Lambert, E.V., Inoue, S., Alkandari, J.R., Leetongin, G., & Kahlmeier, S. (2012). The pandemic of physical inactivity: Global action for public health. *Lancet*, 380(9838), 294-305. doi: 10.1016/s0140-6736(12)60898-8
- Köhler, L., Schäufele, M., Hendlmeier, I., & Weyerer, S. (2010). Praktikabilität und Reliabilität eines Pflege- und Verhaltensassessment (PVA) für stationäre Pflegeeinrichtungen. *Klin Diagnos Eval*, 3, 294-321.
- Kohler, L., Weyerer, S., & Schaufele, M. (2007). Proxy screening tools improve the recognition of dementia in old-age homes: Results of a validation study. *Age Ageing*, 36(5), 549-554. doi: 10.1093/ageing/afm108
- Koo, T.K., & Li, M.Y. (2016). A guideline of selecting and reporting Intraclass Correlation Coefficients for reliability research. *J Chiropr Med*, 15(2), 155-163. doi: 10.1016/j.jcm.2016.02.012
- Kose, N., Cuvalci, S., Ekici, G., Otman, A.S., & Karakaya, M.G. (2005). The risk factors of fall and their correlation with balance, depression, cognitive impairment and mobility skills in elderly nursing home residents. *Saudi Med J*, 26(6), 978-981.
- Krall, J.R., Carlson, M.C., Fried, L.P., & Xue, Q.L. (2014). Examining the dynamic, bidirectional associations between cognitive and physical functioning in older adults. *Am J Epidemiol*, 180(8), 838-846. doi: 10.1093/aje/kwu198

- Kueper, J.K., Speechley, M., Lingum, N.R., & Montero-Odasso, M. (2017). Motor function and incident dementia: A systematic review and meta-analysis. *Age Ageing, 46*(5), 729-738. doi: 10.1093/ageing/afx084
- Kuo, H.-K., Leveille, S.G., Yu, Y.-H., & Milberg, W.P. (2007). Cognitive function, habitual gait speed, and late-life disability in the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999 & 2002. *Gerontol, 53*(2), 102-110. doi: 10.1159/000096792
- Kuys, S.S., Peel, N.M., Klein, K., Slater, A., & Hubbard, R.E. (2014). Gait speed in ambulant older people in long term care: A systematic review and meta-analysis. *J Am Med Dir Assoc, 15*(3), 194-200. doi: 10.1016/j.jamda.2013.10.015
- Kwon, S., Perera, S., Pahor, M., Katula, J.A., King, A.C., Groessl, E.J., & Studenski, S.A. (2009). What is a meaningful change in physical performance? Findings from a clinical trial in older adults (the LIFE-P Study). *J Nutr Health Aging, 13*(6), 538-544.
- Lahmann, N.A., Tannen, A., Kuntz, S., Raeder, K., Schmitz, G., Dassen, T., & Kottner, J. (2015). Mobility is the key! Trends and associations of common care problems in German long-term care facilities from 2008 to 2012. *Int J Nurs Stud, 52*(1), 167-174. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2014.07.014
- Lai, C.K. (2014). The merits and problems of Neuropsychiatric Inventory as an assessment tool in people with dementia and other neurological disorders. *Clin Interv Aging, 9*, 1051-1061. doi: 10.2147/CIA.S63504
- Lam, F.M., Huang, M.Z., Liao, L.R., Chung, R.C., Kwok, T.C., & Pang, M.Y. (2018). Physical exercise improves strength, balance, mobility, and endurance in people with cognitive impairment and dementia: A systematic review. *J Physiother, 64*(1), 4-15. doi: 10.1016/j.jphys.2017.12.001
- Lamb, S.E., Mistry, D., Alleyne, S., Atherton, N., Brown, D., Copsey, B., . . . On behalf of the DAPA trial group. (2018). Aerobic and strength training exercise programme for cognitive impairment in people with mild to moderate dementia: The DAPA RCT. *Health Technol Assess, 22*(28).
- Lan, T.-Y., Deeg, J.H., Guralnik, J.M., & Melzer, D. (2003). Responsiveness of the Index of Mobility Limitation: comparison with gait speed alone in the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Gerontol Med Sci, 58A*(8), 721-727.
- Lee, H.S., Park, S.W., & Park, Y.J. (2016). Effects of physical activity programs on the improvement of dementia symptom: A meta-analysis. *Biomed Res Int, 2016*, 2920146. doi: 10.1155/2016/2920146
- Lee, I.M., Shiroma, E.J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S.N., & Katzmarzyk, P.T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: An analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet, 380*(9838), 219-229. doi: 10.1016/s0140-6736(12)61031-9
- Leicht, H., Heinrich, S., Heider, D., Bachmann, C., Bickel, H., van den Bussche, H., . . . AgeCoDe study group. (2011). Net costs of dementia by disease stage. *Acta Psychiatr Scand, 124*(5), 384-395. doi: 10.1111/j.1600-0447.2011.01741.x
- Lennon, S., & Johnson, L. (2009). The modified Rivermead Mobility Index: validity and reliability. *Disability and Rehabilitation, 22*(18), 833-839. doi: 10.1080/09638280050207884
- Leoutsakos, J.M., Forrester, S.N., Corcoran, C.D., Norton, M.C., Rabins, P.V., Steinberg, M.I., . . . Lyketsos, C.G. (2015). Latent classes of course in Alzheimer's disease and predictors: The Cache County Dementia Progression Study. *Int J Geriatr Psychiatry, 30*(8), 824-832. doi: 10.1002/gps.4221

- Lewis, M., Peiris, C.L., & Shields, N. (2017). Long-term home and community-based exercise programs improve function in community-dwelling older people with cognitive impairment: A systematic review. *J Physiother*, *63*(1), 23-29. doi: 10.1016/j.jphys.2016.11.005
- Leyhe, T., Reynolds, C.F., 3rd, Melcher, T., Linnemann, C., Kloppel, S., Blennow, K., . . . Hampel, H. (2017). A common challenge in older adults: Classification, overlap, and therapy of depression and dementia. *Alzheimers Dement*, *13*(1), 59-71. doi: 10.1016/j.jalz.2016.08.007
- Li, L., Nguyen, K.H., Comans, T., & Scuffham, P. (2018). Utility-based instruments for people with dementia: A systematic review and meta-regression analysis. *Value Health*, *21*(4), 471-481. doi: 10.1016/j.jval.2017.09.005
- Lipardo, D.S., Aseron, A.M.C., Kwan, M.M., & Tsang, W.W. (2017). Effect of exercise and cognitive training on falls and fall-related factors in older adults with Mild Cognitive Impairment: A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*, *98*(10), 2079-2096. doi: 10.1016/j.apmr.2017.04.021
- Lista, S., Dubois, B., & Hampel, H. (2015). Paths to Alzheimer's disease prevention: From modifiable risk factors to biomarkers enrichment strategies. *J Nutr Health Aging*, *19*(2), 154-163.
- Littbrand, H., Stenvall, M., & Rosendahl, E. (2011). Applicability and effects of physical exercise on physical and cognitive functions and Activities of Daily Living among people with dementia. *Am J Phys Med Rehabil*, *90*(6), 495-518. doi: 10.1097/PHM.0b013e318214de26
- Liu, B., Hu, X., Zhang, Q., Fan, Y., Li, J., Zou, R., . . . Wang, J. (2016). Usual walking speed and all-cause mortality risk in older people: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*, *44*, 172-177. doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.12.008
- Lord, S., Galna, B., & Rochester, L. (2013). Moving forward on gait measurement: Toward a more refined approach. *Mov Disord*, *28*(11), 1534-1543. doi: 10.1002/mds.25545
- Lord, S.R., Murray, S.M., Chapman, K., Munro, B., & Tiedemann, A. (2002). Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *J Gerontol Med Sci*, *57A*(8), M539-M543.
- Lowery, D., Cerga-Pashoja, A., Iliffe, S., Thune-Boyle, I., Griffin, M., Lee, J., . . . Warner, J. (2014). The effect of exercise on behavioural and psychological symptoms of dementia: The EVIDEM-E randomised controlled clinical trial. *Int J Geriatr Psychiatry*, *29*(8), 819-827. doi: 10.1002/gps.4062
- Lucas, S.J., Cotter, J.D., Brassard, P., & Bailey, D.M. (2015). High-intensity interval exercise and cerebrovascular health: curiosity, cause, and consequence. *J Cereb Blood Flow Metab*, *35*(6), 902-911. doi: 10.1038/jcbfm.2015.49
- Luck, T., & Riedel-Heller, S.G. (2016). Prävention von Alzheimer-Demenz in Deutschland: Eine Hochrechnung des möglichen Potenzials der Reduktion ausgewählter Risikofaktoren. *Nervenarzt*, *87*(11), 1194-1200. doi: 10.1007/s00115-015-0045-1
- Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., & Gustafson, Y. (1997). "Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. *Lancet*, *349*(9052). doi: 10.1016/s0140-6736(97)24009-2
- Lyketsos, C.G., Carrillo, M.C., Ryan, J.M., Khachaturian, A.S., Trzepacz, P., Amatniek, J., . . . Miller, D.S. (2011). Neuropsychiatric symptoms in Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement*, *7*(5), 532-539. doi: 10.1016/j.jalz.2011.05.2410

- Macko, R.F., Haeuber, E., Shaughnessy, M., Coleman, K.L., Boone, D.A., Smith, G.V., & Silver, K.H. (2002). Microprocessor-based ambulatory activity monitoring in stroke patients. *Med Sci Sports Exerc*, *34*(3), 394-399.
- Macpherson, H., Teo, W.P., Schneider, L.A., & Smith, A.E. (2017). A life-long approach to physical activity for brain health. *Front Aging Neurosci*, *9*, 147. doi: 10.3389/fnagi.2017.00147
- Mahoney, F.I., & Barthel, D.W. (1965). Functional evaluation: The Barthel Index. *Md State Med J*, *14*(61-65).
- Malatesta, D., Simar, D., Dauvilliers, Y., Candau, R., Ben Saad, H., Prefaut, C., & Caillaud, C. (2004). Aerobic determinants of the decline in preferred walking speed in healthy, active 65- and 80-year-olds. *Pflugers Arch*, *447*(6), 915-921. doi: 10.1007/s00424-003-1212-y
- Manini, T.M., & Pahor, M. (2009). Physical activity and maintaining physical function in older adults. *Br J Sports Med*, *43*(1), 28-31. doi: 10.1136/bjism.2008.053736
- Marshall, S.J., Levy, S.S., Tudor-Locke, C.E., Kolkhorst, F.W., Wooten, K.M., Ji, M., . . . Ainsworth, B.E. (2009). Translating physical activity recommendations into a pedometer-based step goal: 3000 steps in 30 minutes. *Am J Prev Med*, *36*(5), 410-415. doi: 10.1016/j.amepre.2009.01.021
- Martin-Cook, K., Hynan, L.S., Rice-Koch, K., Svetlik, D.A., & Weiner, M.F. (2005). Responsiveness of the quality of life in late-stage dementia scale to psychotropic drug treatment in late-stage dementia. *Dement Geriatr Cogn Disord*, *19*(2-3), 82-85. doi: 10.1159/000082353
- Matsuzawa, Y., Konishi, M., Akiyama, E., Suzuki, H., Nakayama, N., Kiyokuni, M., . . . Kimura, K. (2013). Association between gait speed as a measure of frailty and risk of cardiovascular events after myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*, *61*(19), 1964-1972. doi: 10.1016/j.jacc.2013.02.020
- Maust, D.T., Kim, H.M., Seyfried, L.S., Chiang, C., Kavanagh, J., Schneider, L.S., & Kales, H.C. (2015). Antipsychotics, other psychotropics, and the risk of death in patients with dementia: Number needed to harm. *JAMA Psychiatry*, *72*(5), 438-445. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2014.3018
- McCurry, S.M., Pike, K.C., Logsdon, R.G., Vitiello, M.V., Larson, E.B., & Teri, L. (2010). Predictors of short- and long-term adherence to a daily walking program in persons with Alzheimer's disease. *Am J Alzheimers Dis Other Demen*, *25*(6), 505-512. doi: 10.1177/1533317510376173
- McGough, E.L., Logsdon, R.G., Kelly, V.E., & Teri, L. (2013). Functional mobility limitations and falls in assisted living residents with dementia. *J Geriatr Phys Ther*, *36*(2), 78-86. doi: 10.1519/JPT.0b013e318268de7f
- McGraw, K.O., & Wong, S.P. (1996). Forming inferences about some Intraclass Correlation Coefficients. *Psychol Meth*, *1*(1), 30-46.
- McGregor, R.A., Cameron-Smith, D., & Poppitt, S.D. (2014). It is not just muscle mass: a review of muscle quality, composition and metabolism during ageing as determinants of muscle function and mobility in later life. *Longevity Healthspan*, *3*, 9.
- McKeith, I., Taylor, J.P., Thomas, A., Donaghy, P., & Kane, J. (2016). Revisiting DLB diagnosis: A consideration of prodromal DLB and of the diagnostic overlap with Alzheimer disease. *J Geriatr Psychiatry Neurol*, *29*(5), 249-253. doi: 10.1177/0891988716656083
- McKeith, I.G., Boeve, B.F., Dickson, D.W., Halliday, G., Taylor, J.P., Weintraub, D., . . . Kosaka, K. (2017). Diagnosis and management of dementia with Lewy bodies: Fourth

- consensus report of the DLB Consortium. *Neurol*, 89(1), 88-100. doi: 10.1212/wnl.0000000000004058
- McLaren, A.N., Lamantia, M.A., & Callahan, C.M. (2013). Systematic review of non-pharmacologic interventions to delay functional decline in community-dwelling patients with dementia. *Aging Ment Health*, 17(6), 655-666. doi: 10.1080/13607863.2013.781121
- Merory, J.R., Wittwer, J.E., Rowe, C.C., & Webster, K.E. (2007). Quantitative gait analysis in patients with dementia with Lewy bodies and Alzheimer's disease. *Gait Posture*, 26(3), 414-419. doi: 10.1016/j.gaitpost.2006.10.006
- Middleton, A., Fritz, S.L., & Lusardi, M. (2015). Walking speed: The functional vital sign. *J Aging Phys Act*, 23(2), 314-322. doi: 10.1123/japa.2013-0236
- Middleton, A., Fulk, G.D., Beets, M.W., Herter, T.M., & Fritz, S.L. (2016). Self-selected walking speed is predictive of daily ambulatory activity in older adults. *J Aging Phys Act*, 24(2), 214-222. doi: 10.1123/japa.2015-0104
- Middleton, A., Fulk, G.D., Herter, T.M., Beets, M.W., Donley, J., & Fritz, S.L. (2016). Self-selected and maximal walking speeds provide greater insight into fall status than walking speed reserve among community-dwelling older adults. *Am J Phys Med Rehabil*. doi: 10.1097/PHM.0000000000000488
- Mielke, M.M., Roberts, R.O., Savica, R., Cha, R., Drubach, D.I., Christianson, T., . . . Petersen, R.C. (2013). Assessing the temporal relationship between cognition and gait: slow gait predicts cognitive decline in the Mayo Clinic Study of Aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 68(8), 929-937. doi: 10.1093/gerona/gls256
- Minnesota Evidence-based Practice Center. (2017). *Interventions To Prevent Age-Related Cognitive Decline, Mild Cognitive Impairment, and Clinical Alzheimer's-Type Dementia* (Vol. Number 188). Rockville, USA: Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ).
- Mittal, K., & Katare, D.P. (2016). Shared links between type 2 diabetes mellitus and Alzheimer's disease: A review. *Diabetes Metab Syndr*, 10(2 Suppl 1), S144-149. doi: 10.1016/j.dsx.2016.01.021
- Montero-Odasso, M., & Hachinski, V. (2014). Preludes to brain failure: executive dysfunction and gait disturbances. *Neurol Sci*, 35(4), 601-604. doi: 10.1007/s10072-013-1613-4
- Montero-Odasso, M., Schapira, M., Soriano, E.R., Varela, M., Kaplan, R., Camera, L.A., & Mayorga, L.M. (2005). Gait velocity as a single predictor of adverse events in healthy seniors aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 60A(10), 1304-1309.
- Montero-Odasso, M., Verghese, J., Beauchet, O., & Hausdorff, J.M. (2012). Gait and cognition: A complementary approach to understanding brain function and the risk of falling. *J Am Geriatr Soc*, 60(11), 2127-2136. doi: 10.1111/j.1532-5415.2012.04209.x
- Morgan, D., Funk, M., Crossley, M., Basran, J., Kirk, A., & Bello-Haas, V.D. (2007). The potential of gait analysis to contribute to differential diagnosis of early stage dementia: Current research and future directions *Can J Aging*, 26(1), 19-32. doi: 10.1353/cja.2007.0029
- Morris, J.N., & Hardman, A.E. (1997). Walking to health. *Sports Med*, 23(5), 306-332.
- Moy, M.L., Teylan, M., Weston, N.A., Gagnon, D.R., & Garshick, E. (2013). Daily step count predicts acute exacerbations in a US cohort with COPD. *PLoS One*, 8(4), e60400. doi: 10.1371/journal.pone.0060400
- Moyle, W., Jones, C., Murfield, J., Draper, B., Beattie, E., Shum, D., . . . Mervin, C.M. (2017). Levels of physical activity and sleep patterns among older people with dementia

- living in long-term care facilities: A 24-h snapshot. *Maturitas*, 102, 62-68. doi: 10.1016/j.maturitas.2017.05.015
- Moyle, W., & O'Dwyer, S. (2012). Quality of life in people living with dementia in nursing homes. *Curr Opin Psychiatry*, 25(6), 480-484. doi: 10.1097/YCO.0b013e32835a1ccf
- Mudge, S., & Stott, N.S. (2008). Test-retest reliability of the StepWatch Activity Monitor outputs in individuals with chronic stroke. *Clin Rehabil*, 22(10-11), 871-877. doi: 10.1177/0269215508092822
- Mudge, S., Stott, N.S., & Walt, S.E. (2007). Criterion validity of the StepWatch Activity Monitor as a measure of walking activity in patients after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 88(12), 1710-1715. doi: 10.1016/j.apmr.2007.07.039
- Munoz-Mendoza, C.L., Cabanero-Martinez, M.J., Millan-Calenti, J.C., Cabrero-Garcia, J., Lopez-Sanchez, R., & Maseda-Rodriguez, A. (2011). Reliability of 4-m and 6-m walking speed tests in elderly people with cognitive impairment. *Arch Gerontol Geriatr*, 52(2), e67-70. doi: 10.1016/j.archger.2010.06.020
- Nadkarni, N.K., Nunley, K.A., Aizenstein, H., Harris, T.B., Yaffe, K., Satterfield, S., . . . Health A.B.C. Study. (2014). Association between cerebellar gray matter volumes, gait speed, and information-processing ability in older adults enrolled in the Health ABC study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 69(8), 996-1003. doi: 10.1093/gerona/glt151
- Nakamura, T., Meguro, K., Yamazaki, H., Okuzumi, H., Tanaka, A., Hiorikawa, A., . . . Sasaki, H. (1997). Postural and gait disturbance correlated with decreased frontal cerebral blood flow in Alzheimer Disease. *Alzheimer Dis Assoc Disord*, 11(3), 132-139.
- Nelson, M.E., Rejeski, W.J., Blair, S.N., Duncan, P.W., Judge, J.O., King, A.C., . . . Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, 39(8), 1435-1445. doi: 10.1249/mss.0b013e3180616aa2
- Nevitt, M.C., Cummings, S.R., Kidd, S., & Black, D. (1989). Risk factor for recurrent nonsyncopal falls. *JAMA*, 261(18), 2663-2668.
- Ng, S.S., Ng, P.C., Lee, C.Y., Ng, E.S., Tong, M.H., Fong, S.S., & Tsang, W.W. (2013). Assessing the walking speed of older adults: The influence of walkway length. *Am J Phys Med Rehabil*, 92(9), 776-780. doi: 10.1097/PHM.0b013e31828769d0
- Ngandu, T., Lehtisalo, J., Solomon, A., Levälähti, E., Ahtiluoto, S., Antikainen, R., . . . Kivipelto, M. (2015). A 2 year multidomain intervention of diet, exercise, cognitive training, and vascular risk monitoring versus control to prevent cognitive decline in at-risk elderly people (FINGER): A randomised controlled trial. *Lancet*, 385(9984), 2255-2263. doi: 10.1016/s0140-6736(15)60461-5
- Noakes, T.D. (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. *Front Physiol*, 3, 82. doi: 10.3389/fphys.2012.00082
- Northey, J.M., Cherbuin, N., Pumpa, K.L., Smee, D.J., & Rattray, B. (2017). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: A systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*, 52(2), 154-160. doi: 10.1136/bjsports-2016-096587
- Norton, K., Norton, L., & Sadgrove, D. (2010). Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *J Sci Med Sport*, 13(5), 496-502. doi: 10.1016/j.jsams.2009.09.008
- Norton, S., Matthews, F.E., Barnes, D.E., Yaffe, K., & Brayne, C. (2014). Potential for primary prevention of Alzheimer's disease: An analysis of population-based data. *Lancet Neurol*, 13(8), 788-794. doi: 10.1016/s1474-4422(14)70136-x

- Nutt, J.G., Marsden, C.D., & Thompson, P.D. (1993). Human walking and higher-level gait disorders, particularly in the elderly. *Neurol*, *43*, 268-279.
- O'Brien, J.T., & Thomas, A. (2015). Vascular dementia. *Lancet*, *386*(10004), 1698-1706. doi: 10.1016/s0140-6736(15)00463-8
- Oberlin, L.E., Verstynen, T.D., Burzynska, A.Z., Voss, M.W., Prakash, R.S., Chaddock-Heyman, L., . . . Erickson, K.I. (2016). White matter microstructure mediates the relationship between cardiorespiratory fitness and spatial working memory in older adults. *Neuroimage*, *131*, 91-101. doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.09.053
- Ohman, H., Savikko, N., Strandberg, T.E., & Pitkala, K.H. (2014). Effect of physical exercise on cognitive performance in older adults with mild cognitive impairment or dementia: A systematic review. *Dement Geriatr Cogn Disord*, *38*(5-6), 347-365. doi: 10.1159/000365388
- Okonkwo, O.C., Schultz, S.A., Oh, J.M., Larson, J., Edwards, D., Cook, D., . . . Sager, M.A. (2014). Physical activity attenuates age-related biomarker alterations in preclinical AD. *Neurol*, *83*, 1753-1760.
- Olesen, J., Gustavsson, A., Svensson, M., Wittchen, H.U., Jonsson, B., CDBE2010 study group, & European Brain Council. (2012). The economic cost of brain disorders in Europe. *Eur J Neurol*, *19*(1), 155-162. doi: 10.1111/j.1468-1331.2011.03590.x
- Olsen, C., Pedersen, I., Bergland, A., Enders-Slegers, M.J., Joranson, N., Calogiuri, G., & Ihlebaek, C. (2016). Differences in quality of life in home-dwelling persons and nursing home residents with dementia: A cross-sectional study. *BMC Geriatr*, *16*, 137. doi: 10.1186/s12877-016-0312-4
- Onder, G., Liperoti, R., Fialova, D., Topinkova, E., Tosato, M., Danese, P., . . . Shelter Project. (2012). Polypharmacy in nursing home in Europe: Results from the SHELTER study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *67*(6), 698-704. doi: 10.1093/gerona/qlr233
- Orendurff, M.S., Schoen, J.A., Bernatz, G.C., Segal, A.D., & Klute, G.K. (2008). How humans walk: Bout duration, steps per bout, and rest duration. *J Rehabil Res Dev*, *45*(7), 1077-1090. doi: 10.1682/jrrd.2007.11.0197
- Ostir, G.V., Berges, I.M., Ottenbacher, K.J., Fisher, S.R., Barr, E., Hebel, J.R., & Guralnik, J.M. (2015). Gait speed and disability in older adults. *Arch Phys Med Rehabil*, *96*(9), 1641-1645. doi: 10.1016/j.apmr.2015.05.017
- Paillard, T., Rolland, Y., & de Souto Barreto, P. (2015). Protective effects of physical exercise in Alzheimer's disease and Parkinson's disease: A narrative review. *J Clin Neurol*, *11*(3), 212-219. doi: 10.3988/jcn.2015.11.3.212
- Palmer, T.B., Thiele, R.M., Conchola, E.C., Smith, D.B., & Thompson, B.J. (2016). A preliminary study of the utilization of maximal and rapid strength characteristics to identify chair-rise performance abilities in very old adults. *J Geriatr Phys Ther*, *39*(3), 102-109. doi: 10.1519/JPT.0000000000000060
- Paolucci, S., Antonucci, G., Gialloreti, L.E., Traballes, M., Lubich, S., Pratesi, L., & Palombi, L. (1996). Predicting stroke inpatient rehabilitation outcome: The prominent role of neuropsychological disorders. *Eur Neurol*, *36*(6), 385-390.
- Pasma, J.H., Stijntjes, M., Ou, S.S., Blauw, G.J., Meskers, C.G., & Maier, A.B. (2014). Walking speed in elderly outpatients depends on the assessment method. *Age (Dordr)*, *36*(6), 9736. doi: 10.1007/s11357-014-9736-y
- Paterson, D.H., & Warburton, D.E.R. (2010). Physical activity and functional limitations in older adults: A systematic review related to Canada's Physical Activity Guideline. *Int J Behav Nutr Phys Act*, *7*(38). doi: 10.1186/1479-5868-7-38

- Peel, N.M., Kuys, S.S., & Klein, K. (2013). Gait speed as a measure in geriatric assessment in clinical settings: A systematic review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *68*(1), 39-46. doi: 10.1093/gerona/gls174
- Perera, G., Khondoker, M., Broadbent, M., Breen, G., & Stewart, R. (2014). Factors associated with response to acetylcholinesterase inhibition in dementia: A cohort study from a secondary mental health care case register in London. *PLoS One*, *9*(11), e109484. doi: 10.1371/journal.pone.0109484
- Perera, S., Mody, S.H., Woodman, R.C., & Studenski, S.A. (2006). Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc*, *54*(5), 743-749. doi: 10.1111/j.1532-5415.2006.00701.x
- Perera, S., Patel, K.V., Rosano, C., Rubin, S.M., Satterfield, S., Harris, T., . . . Studenski, S.A. (2016). Gait speed predicts incident disability: A pooled analysis. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *71*(1), 63-71. doi: 10.1093/gerona/glv126
- Perera, S., Studenski, S., Newman, A., Simonsick, E., Harris, T., Schwartz, A., . . . Health A.B.C. Study. (2014). Are estimates of meaningful decline in mobility performance consistent among clinically important subgroups? (Health ABC study). *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *69*(10), 1260-1268. doi: 10.1093/gerona/glu033
- Perrochon, A., Tchalla, A.E., Bonis, J., Perucaud, F., & Mandigout, S. (2015). Effects of a multicomponent exercise program on spatiotemporal gait parameters, risk of falling and physical activity in dementia patients. *Dement Geriatr Cogn Dis Extra*, *5*(3), 350-360. doi: 10.1159/000435772
- Perry, J., Garrett, M., Gronley, J.K., & Mulroy, S.J. (1995). Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke*, *26*(6), 982.
- Peters, D.M., Middleton, A., Donley, J.W., Blanck, E.L., & Fritz, S.L. (2014). Concurrent validity of walking speed values calculated via the GAITRite electronic walkway and 3 meter walk test in the chronic stroke population. *Physiother Theory Pract*, *30*(3), 183-188. doi: 10.3109/09593985.2013.845805
- Petersen, C.B., Gronbaek, M., Helge, J.W., Thygesen, L.C., Schnohr, P., & Tolstrup, J.S. (2012). Changes in physical activity in leisure time and the risk of myocardial infarction, ischemic heart disease, and all-cause mortality. *Eur J Epidemiol*, *27*(2), 91-99. doi: 10.1007/s10654-012-9656-z
- Phillips, C., Akif Baktir, M., Das, A., Lin, B., & Salehi, A. (2015). The link between physical activity and cognitive dysfunction in Alzheimer disease. *Phys Ther*, *95*(7), 1046-1060. doi: 10.2522/ptj.20140212
- Pitkala, K., Savikko, N., Poysti, M., Strandberg, T., & Laakkonen, M.L. (2013). Efficacy of physical exercise intervention on mobility and physical functioning in older people with dementia: A systematic review. *Exp Gerontol*, *48*(1), 85-93. doi: 10.1016/j.exger.2012.08.008
- Plooij, B., Scherder, E.J., & Eggermont, L.H. (2012). Physical inactivity in aging and dementia: A review of its relationship to pain. *J Clin Nurs*, *21*(21-22), 3002-3008. doi: 10.1111/j.1365-2702.2011.03856.x
- Poehlman, E.T., & Dvorak, R.V. (2000). Energy expenditure, energy intake, and weight loss in Alzheimer disease. *Am J Clin Nutr*, *71*(Suppl), 650S-655S.
- Potter, R., Ellard, D., Rees, K., & Thorogood, M. (2011). A systematic review of the effects of physical activity on physical functioning, quality of life and depression in older people with dementia. *Int J Geriatr Psychiatry*, *26*(10), 1000-1011. doi: 10.1002/gps.2641

- Pouryamout, L., Dams, J., Wasem, J., Dodel, R., & Neumann, A.M. (2012). Economic evaluation of treatment options in patients with Alzheimer's disease. A systematic review of cost-effectiveness analyses. *Drugs*, 72(6), 789-802.
- Preuss, U.W., Siafarikas, N., Petrucci, M., & Wong, W.M. (2009). Depressive Störungen bei Demenzen und milder kognitiver Beeinträchtigung: Komorbidität, Ursache oder Risikofaktor? *Fortschr Neurol Psychiatr*, 77(7), 399-406. doi: 10.1055/s-0028-1109454
- Prohaska, T.R., Eisenstein, A.R., Satariano, W.A., Hunter, R., Bayles, C.M., Kurtovich, E., . . . Ivey, S.L. (2009). Walking and the preservation of cognitive function in older populations. *Gerontologist*, 49 Suppl 1, S86-93. doi: 10.1093/geront/gnp079
- Purser, J.L., Weinberger, M., Cohen, H.J., Pieper, C.F., Morey, M.C., Li, T., . . . Lapuerta, P. (2005). Walking speed predicts health status and hospital costs for frail elderly male veterans. *J Rehabil Res Dev*, 42(4), 535. doi: 10.1682/jrrd.2004.07.0087
- Qiu, C., & Fratiglioni, L. (2018). Aging without dementia is achievable: Current evidence from epidemiological research. *J Alzheimers Dis*, 62(3), 933-942. doi: 10.3233/JAD-171037
- Quach, L., Galica, A.M., Jones, R.N., Procter-Gray, E., Manor, B., Hannan, M.T., & Lipsitz, L.A. (2011). The nonlinear relationship between gait speed and falls: the Maintenance of Balance, Independent Living, Intellect, and Zest in the Elderly of Boston Study. *J Am Geriatr Soc*, 59(6), 1069-1073. doi: 10.1111/j.1532-5415.2011.03408.x
- Qualitätssicherung im Gesundheits- und Pflegewesen e.V. (BUKO-QS). (2010). Implementierung des Qualitätsniveaus I. Mobilität und Sicherheit bei Menschen mit demenziellen Einschränkungen in stationären Einrichtungen (pp. 146): Hans-Weinberger-Akademie der AWO e.V., Hochschule Bremen.
- Quan, M., Xun, P., Chen, C., Wen, J., Wang, Y., Wang, R., . . . He, K. (2017). Walking pace and the risk of cognitive decline and dementia in elderly populations: A meta-analysis of prospective cohort studies. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 72(2), 266-270. doi: 10.1093/gerona/glw121
- Quentin, W., Riedel-Heller, S.G., Luppá, M., Rudolph, A., & König, H.H. (2010). Cost-of-illness studies of dementia: A systematic review focusing on stage dependency of costs. *Acta Psychiatr Scand*, 121(4), 243-259. doi: 10.1111/j.1600-0447.2009.01461.x
- Rabins, P.V., Schwartz, S., Black, B.S., Corcoran, C., Fauth, E., Mielke, M., . . . Tschanz, J. (2013). Predictors of progression to severe Alzheimer's disease in an incidence sample. *Alzheimers Dement*, 9(2), 204-207. doi: 10.1016/j.jalz.2012.01.003
- Ralf, C., Krupp, S., Schmidt, T., & Willkomm, M. (2017). Multidimensionales Trainingsprogramm für pflegebedürftige Ältere. *J Gesundheitsförderung*, 1, 28-31.
- Rao, A.K., Chou, A., Bursley, B., Smulofsky, J., & Jezequel, J. (2014). Systematic review of the effects of exercise on activities of daily living in people with Alzheimer's disease. *Am J Occup Ther*, 68(1), 50-56. doi: 10.5014/ajot.2014.009035
- Rascovsky, K., Salmon, D.P., Lipton, A.M., Leverenz, J.B., deCarli, C., Jagust, W.J., . . . Galasko, D. (2005). Rate of progression differs in Frontotemporal dementia and Alzheimer disease. *Neurol*, 65(3), 397-403.
- Raz, L., Knoefel, J., & Bhaskar, K. (2016). The neuropathology and cerebrovascular mechanisms of dementia. *J Cereb Blood Flow Metab*, 36(1), 172-186. doi: 10.1038/jcbfm.2015.164
- Reese, J.P., Hessmann, P., Seeberg, G., Henkel, D., Hirzmann, P., Rieke, J., . . . Dodel, R. (2011). Cost and care of patients with Alzheimer's disease: Clinical predictors in German health care settings. *J Alzheimers Dis*, 27(4), 723-736. doi: 10.3233/JAD-2011-110539

- Reid, H., & Foster, C. (2017). Infographic. Physical activity benefits for adults and older adults. *Br J Sports Med*, *51*, 1441-1442.
- Reid, K.F., Walkup, M.P., Katula, J.A., Sink, K.M., Anton, S., Axtell, R., . . . Williamson, J. (2017). Cognitive performance does not limit physical activity participation in the Lifestyle Interventions and Independence for Elders Pilot Study (LIFE-P). *J Prev Alzheimers Dis*, *4*(1), 44-50. doi: 10.14283/jpad.2016.107
- Revicki, D., Hays, R.D., Cella, D., & Sloan, J. (2008). Recommended methods for determining responsiveness and minimally important differences for patient-reported outcomes. *J Clin Epidemiol*, *61*(2), 102-109. doi: 10.1016/j.jclinepi.2007.03.012
- Richard, E., van den Heuvel, E., Moll van Charante, E.P., Achthoven, L., Vermeulen, M., Bindels, P.J., & van Gool, W.A. (2009). Prevention of dementia by intensive vascular care (PreDIVA). A cluster-randomized trial in progress. *Alzheimer Dis Assoc Disord*, *23*(3), 198-204.
- Richardson, C.A., Glynn, N.W., Ferrucci, L.G., & Mackey, D.C. (2015). Walking energetics, fatigability, and fatigue in older adults: the study of energy and aging pilot. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *70*(4), 487-494. doi: 10.1093/gerona/glu146
- Ries, J.D., Echternach, J.L., Nof, L., & Blodgett, M.G. (2009). Test-retest reliability and minimal detectable change scores for the Timed "Up & Go" Test, the Six-Minute Walk Test, and Gait Speed in people with Alzheimer disease. *Phys Ther*, *89*(6), 569-579.
- Rikli, R.E., & Jones, C.J. (1999). Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *J Aging Phys Act*, *7*, 162-181.
- Rikli, R.E., & Jones, C.J. (2013). Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist*, *53*(2), 255-267. doi: 10.1093/geront/gns071
- Risco, E., Cabrera, E., Jolley, D., Stephan, A., Karlsson, S., Verbeek, H., . . . RightTimePlaceCare Consortium. (2015). The association between physical dependency and the presence of neuropsychiatric symptoms, with the admission of people with dementia to a long-term care institution: A prospective observational cohort study. *Int J Nurs Stud*, *52*(5), 980-987. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2015.02.013
- Ritt, M., Schüle, S., Lubrich, H., Bollheimer, L.C., Sieber, C.C., & Gassmann, K.-G. (2017). High-technology based gait assessment in frail people: associations between spatio-temporal and three-dimensional gait characteristics with frailty status across four different frailty measures. *J Nutr Health Aging*, *21*(3), 346-353.
- Robertson, D.A., Savva, G.M., & Kenny, R.A. (2013). Frailty and cognitive impairment: A review of the evidence and causal mechanisms. *Ageing Res Rev*, *12*(4), 840-851. doi: 10.1016/j.arr.2013.06.004
- Rocca, W.A., Mielke, M.M., Vemuri, P., & Miller, V.M. (2014). Sex and gender differences in the causes of dementia: A narrative review. *Maturitas*, *79*(2), 196-201. doi: 10.1016/j.maturitas.2014.05.008
- Rogers, E.M. (2003). *Diffusion of innovations. 5th Edition*. New York: Free Press.
- Rosano, C., Aizenstein, H., Brach, J., Longenberger, A., Studenski, S., & Newman, A.B. (2008). Gait measures indicate underlying focal gray matter atrophy in the brain of older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *63A*(12), 1380-1388.
- Rosano, C., Studenski, S.A., Aizenstein, H.J., Boudreau, R.M., Longstreth, W.T., Jr., & Newman, A.B. (2012). Slower gait, slower information processing and smaller prefrontal area in older adults. *Age Ageing*, *41*(1), 58-64. doi: 10.1093/ageing/afr113

- Roseborough, A., Ramirez, J., Black, S.E., & Edwards, J.D. (2017). Associations between amyloid beta and white matter hyperintensities: A systematic review. *Alzheimers Dement.* doi: 10.1016/j.jalz.2017.01.026
- Roselli, F., Tartaglione, B., Federico, F., Lepore, V., Defazio, G., & Livrea, P. (2009). Rate of MMSE score change in Alzheimer's disease: influence of education and vascular risk factors. *Clin Neurol Neurosurg*, 111(4), 327-330. doi: 10.1016/j.clineuro.2008.10.006
- Rosso, A.L., Sanders, J.L., Arnold, A.M., Boudreau, R.M., Hirsch, C.H., Carlson, M.C., . . . Newman, A.B. (2015). Multisystem physiologic impairments and changes in gait speed of older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 70(3), 319-324. doi: 10.1093/gerona/glu176
- Rosso, A.L., Studenski, S.A., Chen, W.G., Aizenstein, H.J., Alexander, N.B., Bennett, D.A., . . . Rosano, C. (2013). Aging, the central nervous system, and mobility. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 68(11), 1379-1386. doi: 10.1093/gerona/glt089
- Rote Liste. (2008). *Rote Liste® 2008. Arzneimittelverzeichnis für Deutschland (einschließlich EU-Zulassungen und bestimmter Medizinprodukte)*. Frankfurt/Main: Rote Liste® Service GmbH.
- Russ, D.W., & Kent-Braun, J.A. (2004). Is skeletal muscle oxidative capacity decreased in old age? *Sports Med*, 34(4), 221-229.
- Rütten, A., & Pfeifer, K. (2016). *Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung*. Erlangen-Nürnberg: FAU.
- Rydwik, E., Bergland, A., Forsen, L., & Frandin, K. (2012). Investigation into the reliability and validity of the measurement of elderly people's clinical walking speed: A systematic review. *Physiother Theory Pract*, 28(3), 238-256. doi: 10.3109/09593985.2011.601804
- Saez de Asteasu, M.L., Martinez-Velilla, N., Zambom-Ferraresi, F., Casas-Herrero, A., & Izquierdo, M. (2017). Role of physical exercise on cognitive function in healthy older adults: A systematic review of randomized clinical trials. *Ageing Res Rev*, 37, 117-134. doi: 10.1016/j.arr.2017.05.007
- Safarpour, D., & Willis, A.W. (2016). Clinical epidemiology, evaluation, and management of dementia in Parkinson disease. *Am J Alzheimers Dis Other Demen*, 31(7), 585-594. doi: 10.1177/1533317516653823
- Saibene, F., & Minetti, A.E. (2003). Biomechanical and physiological aspects of legged locomotion in humans. *Eur J Appl Physiol*, 88(4-5), 297-316. doi: 10.1007/s00421-002-0654-9
- Sakurai, R., Fujiwara, Y., Yasunaga, M., Suzuki, H., Sakuma, N., Imanaka, K., & Montero-Odasso, M. (2017). Older adults with fear of falling show deficits in motor imagery of gait. *Journal Nutr Health Aging*, 21(6), 721-726. doi: 10.1007/s12603-016-0811-1
- Salbach, N.M., O'Brien, K., Brooks, D., Irvin, E., Martino, R., Takhar, P., . . . Howe, J.A. (2014). Speed and distance requirements for community ambulation: A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*, 95(1), 117-128 e111. doi: 10.1016/j.apmr.2013.06.017
- Salbach, N.M., O'Brien, K.K., Brooks, D., Irvin, E., Martino, R., Takhar, P., . . . Howe, J.A. (2015). Reference values for standardized tests of walking speed and distance: A systematic review. *Gait Posture*, 41(2), 341-360. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.10.002
- Sallis, R.E., Matuszak, J.M., Baggish, A.L., Franklin, B.A., Chodzko-Zajko, W.J., Fletcher, B.J., . . . Williams, J. (2016). Call to action on making physical activity assessment and prescription a medical standard of care. *Curr Sports Med Rep*, 15(3), 207-214.
- Samus, Q.M., Rosenblatt, A., Steele, C., Baker, A., Harper, M., Brandt, J., . . . Lyketsos, C.G. (2005). The association of neuropsychiatric symptoms and environment with quality

- of life in assisted living residents with dementia. *Gerontologist*, 45(Special Issue 1), 19-26.
- Sandroff, B.M., Motl, R.W., Pilutti, L.A., Learmonth, Y.C., Ensari, I., Dlugonski, D., . . . Riskin, B.J. (2014). Accuracy of StepWatch and ActiGraph accelerometers for measuring steps taken among persons with multiple sclerosis. *PLoS One*, 9(4), e93511. doi: 10.1371/journal.pone.0093511
- Santos, C.Y., Snyder, P.J., Wu, W.C., Zhang, M., Echeverria, A., & Alber, J. (2017). Pathophysiologic relationship between Alzheimer's disease, cerebrovascular disease, and cardiovascular risk: A review and synthesis. *Alzheimers Dement*, 7, 69-87. doi: 10.1016/j.dadm.2017.01.005
- Scarmeas, N., Luchsinger, J.A., Brickman, A.M., Cosentino, S., Schupf, N., Xin-Tang, M., . . . Stern, Y. (2011). Physical activity and Alzheimer disease course. *Am J Geriatr Psychiatry*, 19(5), 471-481. doi: 10.1097/JGP.0b013e3181eb00a9
- Schäfer, S., Huxhold, O., & Lindenberger, U. (2006). Healthy mind in healthy body? A review of sensorimotor–cognitive interdependencies in old age. *Eur Rev Aging Phys Activity*, 3(2), 45-54. doi: 10.1007/s11556-006-0007-5
- Schaller, S., Mauskopf, J., Kriza, C., Wahlster, P., & Kolominsky-Rabas, P.L. (2015). The main cost drivers in dementia: A systematic review. *Int J Geriatr Psychiatry*, 30(2), 111-129. doi: 10.1002/gps.4198
- Schäufele, M., Bauer, A., Hendlmeier, I., Hoell, A., & Weyerer, S. (2011). Schlussbericht zum Projekt Erhaltung und Förderung von Mobilität, Sicherheit und anderen Komponenten der Lebensqualität bei Menschen mit Demenz. Eine Evaluationsstudie zur Primärprävention in Pflegeheimen. (pp. 127). Mannheim.
- Schäufele, M., Hendlmeier, I., Teufel, S., & Weyerer, S. (2008). *Qualitätsniveau I. Mobilität und Sicherheit bei Menschen mit demenziellen Einschränkungen in stationären Einrichtungen*. Heidelberg, München, Landsberg, Berlin: Economica.
- Schäufele, M., Hoell, A., & Hendlmeier, I. (2016). Implementierung in der Interventionsforschung am Beispiel des Projekts "Wirksamkeit des Qualitätsniveaus Mobilität und Sicherheit bei Menschen mit demenziellen Einschränkungen in stationären Einrichtungen". In M. Hoben, M. Bär, & H. W. Wahl (Eds.), *Implementierungswissenschaft für Pflege und Gerontologie. Grundlagen, Forschung und Anwendung - Ein Handbuch* (pp. 272-281). Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Schäufele, M., Hoell, A., Hendlmeier, I., Köhler, L., & Weyerer, S. (2015). Primärprävention von Mobilitätseinschränkungen bei Menschen mit Demenz in Pflegeheimen. *Gesundheitswesen*, 77(S1), 105-106. doi: 10.1055/s-0032-1331249
- Schäufele, M., Köhler, L., Lode, S., & Weyerer, S. (2009). Menschen mit Demenz in stationären Pflegeeinrichtungen: aktuelle Lebens- und Versorgungssituation. In U. Schneekloth & H. W. Wahl (Eds.), *Pflegebedarf und Versorgungssituation bei älteren Menschen in Heimen. Demenz, Angehörige und Freiwillige, Beispiele für „Good Practice“* (pp. 159-221). Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Schäufele, M., Köhler, L., Teufel, S., & Weyerer, S. (2008). Betreuung von demenziell erkrankten Menschen in Privathaushalten: Potentiale und Grenzen. In U. Schneekloth & H. W. Wahl (Eds.), *Selbstständigkeit und Hilfebedarf bei älteren Menschen in Privathaushalten. Pflegearrangements, Demenz, Versorgungsangebote. 2. Auflage* (pp. 103-171). Stuttgart: Kohlhammer.
- Scherder, E., Eggermont, L., Swaab, D., van Heuvelen, M., Kamsma, Y., de Greef, M., . . . Mulder, T. (2007). Gait in ageing and associated dementias; its relationship with

- cognition. *Neurosci Biobehav Rev*, 31(4), 485-497. doi: 10.1016/j.neubiorev.2006.11.007
- Schindl, M.R., Forstner, C., Kern, H., Zipko, H.T., Rupp, M., & Zifko, U.A. (2000). Evaluation of a German version of the Rivermead Mobility Index (RMI) in acute and chronic stroke patients. *Eur J Neurol*, 7(5), 523-528.
- Schmitz, A., Silder, A., Heiderscheid, B., Mahoney, J., & Thelen, D.G. (2009). Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. *J Electromyogr Kinesiol*, 19(6), 1085-1091. doi: 10.1016/j.jelekin.2008.10.008
- Schneekloth, U. (2008). Entwicklungstrends beim Hilfe- und Pflegebedarf in Privathaushalten - Ergebnisse der Infratest-Repräsentativerhebung. In U. Schneekloth & H. W. Wahl (Eds.), *Selbstständigkeit und Hilfebedarf bei älteren Menschen in Privathaushalten. Pflegearrangements, Demenz, Versorgungsangebote. 2. Auflage* (pp. 57-102). Stuttgart: Kohlhammer.
- Schniepp, R., Wuehr, M., Schoberl, F., & Zwergal, A. (2016). Erfassung motorisch-kognitiver Interaktionen bei Demenzerkrankungen im klinischen Alltag. *Fortschr Neurol Psychiatr*, 84(8), 469-479. doi: 10.1055/s-0042-110651
- Schoon, Y., Bongers, K., van Kempen, J., Melis, R.J.F., & Olde Rikkert, M. (2014). Gait speed as a test for monitoring frailty in community-dwelling older people has the highest diagnostic value compared to step length and chair rise time. *Eur J Phys Rehabil Med*, 50(6), 693-701.
- Schrack, J.A., Cooper, R., Koster, A., Shiroma, E.J., Murabito, J.M., Rejeski, W.J., . . . Harris, T.B. (2016). Assessing daily physical activity in older adults: Unraveling the complexity of monitors, measures, and methods. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 71(8), 1039-1048. doi: 10.1093/gerona/glw026
- Schrack, J.A., Knuth, N.D., Simonsick, E.M., & Ferrucci, L. (2014). "IDEAL" aging is associated with lower resting metabolic rate: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Am Geriatr Soc*, 62(4), 667-672. doi: 10.1111/jgs.12740
- Schrack, J.A., Simonsick, E.M., Chaves, P.H., & Ferrucci, L. (2012). The role of energetic cost in the age-related slowing of gait speed. *J Am Geriatr Soc*, 60(10), 1811-1816. doi: 10.1111/j.1532-5415.2012.04153.x
- Schrack, J.A., Simonsick, E.M., & Ferrucci, L. (2010). The energetic pathway to mobility loss: An emerging new framework for longitudinal studies on aging. *J Am Geriatr Soc*, 58 Suppl 2, S329-336. doi: 10.1111/j.1532-5415.2010.02913.x
- Schrack, J.A., Simonsick, E.M., & Ferrucci, L. (2013). The relationship of the energetic cost of slow walking and peak energy expenditure to gait speed in mid-to-late life. *Am J Phys Med Rehabil*, 92(1), 28-35. doi: 10.1097/PHM.0b013e3182644165
- Schrack, J.A., Zipunnikov, V., Simonsick, E.M., Studenski, S., & Ferrucci, L. (2016). Rising energetic cost of walking predicts gait speed decline with aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 71(7), 947-953. doi: 10.1093/gerona/glw002
- Schrager, M.A., Schrack, J.A., Simonsick, E.M., & Ferrucci, L. (2014). Association between energy availability and physical activity in older adults. *Am J Phys Med Rehabil*, 93(10), 876-883. doi: 10.1097/PHM.000000000000108
- Schwarzkopf, L., Menn, P., Kunz, S., Holle, R., Lauterberg, J., Marx, P., . . . Graessel, E. (2011). Costs of care for dementia patients in community setting: An analysis for mild and moderate disease stage. *Value Health*, 14(6), 827-835. doi: 10.1016/j.jval.2011.04.005

- Schwarzkopf, L., Menn, P., Leidl, R., Graessel, E., & Holle, R. (2013). Are community-living and institutionalized dementia patients cared for differently? Evidence on service utilization and costs of care from German insurance claims data. *BMC Health Serv Res*, *13*, 2. doi: 10.1186/1472-6963-13-2
- Schwenk, M., Zieschang, T., Englert, S., Grewal, G., Najafi, B., & Hauer, K. (2014). Improvements in gait characteristics after intensive resistance and functional training in people with dementia: a randomized controlled trial. *BMC Geriatr*, *14*(73).
- Sergi, G., De Rui, M., Coin, A., Inelmen, E.M., & Manzato, E. (2013). Weight loss and Alzheimer's disease: temporal and aetiological connections. *Proc Nutr Soc*, *72*(1), 160-165. doi: 10.1017/S0029665112002753
- Sergi, G., Perissinotto, E., Toffanello, E.D., Maggi, S., Manzato, E., Buja, A., . . . Italian Longitudinal Study on Aging Working Group. (2007). Lower extremity motor performance and body mass index in elderly people: The Italian Longitudinal Study on Aging. *J Am Geriatr Soc*, *55*(12), 2023-2029. doi: 10.1111/j.1532-5415.2007.01460.x
- Sexton, C.E., Betts, J.F., Demnitz, N., Dawes, H., Ebmeier, K.P., & Johansen-Berg, H. (2016). A systematic review of MRI studies examining the relationship between physical fitness and activity and the white matter of the ageing brain. *Neuroimage*, *131*, 81-90. doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.09.071
- Shephard, R.J. (2009). Maximal oxygen intake and independence in old age. *Br J Sports Med*, *43*(5), 342-346. doi: 10.1136/bjism.2007.044800
- Sheridan, P.L., & Hausdorff, J.M. (2007). The role of higher-level cognitive function in gait: executive dysfunction contributes to fall risk in Alzheimer's disease. *Dement Geriatr Cogn Disord*, *24*(2), 125-137. doi: 10.1159/000105126
- Shimada, H., Suzuki, T., Suzukawa, M., Makizako, H., Doi, T., Yoshida, D., . . . Park, H. (2013). Performance-based assessments and demand for personal care in older Japanese people: a cross-sectional study. *BMJ Open*, *3*(4). doi: 10.1136/bmjopen-2012-002424
- Shrout, P.E., & Fleiss, J.L. (1979). Intraclass Correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull*, *86*(2), 420-428.
- Sindi, S., Mangialasche, F., & Kivipelto, M. (2015). Advances in the prevention of Alzheimer's disease. *F1000Prime Rep*, *7*, 50. doi: 10.12703/P7-50
- Skidmore, F.M., Mackman, C.A., Pav, B., Shulman, L.M., Garvan, C., Macko, R.F., & Heilman, K.M. (2008). Daily ambulatory activity levels in people with idiopathic Parkinson disease. *J Rehabil Res Dev*, *45*(9), 1343. doi: 10.1682/jrrd.2008.01.0002
- Slaght, J., Senechal, M., Hrubeniuk, T.J., Mayo, A., & Bouchard, D.R. (2017). Walking cadence to exercise at moderate intensity for adults: A systematic review. *J Sports Med*, *2017*, 4641203. doi: 10.1155/2017/4641203
- Slaughter, S.E., Eliasziw, M., Morgan, D., & Drummond, N. (2011). Incidence and predictors of excess disability in walking among nursing home residents with middle-stage dementia: A prospective cohort study. *Int Psychogeriatr*, *23*(1), 54-64. doi: 10.1017/S1041610210000116
- Slaughter, S.E., Wagg, A.S., Jones, C.A., Schopflocher, D., Ickert, C., Bampton, E., . . . Estabrooks, C.A. (2015). Mobility of Vulnerable Elders Study: Effect of the sit-to-stand activity on mobility, function, and quality of life. *J Am Med Dir Assoc*, *16*(2), 138-143. doi: 10.1016/j.jamda.2014.07.020
- Sloane, P.D., Mitchell, C.M., Weisman, G., Zimmerman, S., Long Foley, K.M., Lynn, M., . . . Montgomery, R. (2002). The Therapeutic Environment Screening Survey for Nursing Homes (TESS-NH): An observational instrument for assessing the physical

- environment of institutional settings for persons with dementia. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, 57B(2), S69-S78.
- Smith, E., Cusack, T., & Blake, C. (2016). The effect of a dual task on gait speed in community dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*, 44, 250-258. doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.12.017
- Smith, J.C., Nielson, K.A., Woodard, J.L., Seidenberg, M., Durgerian, S., Hazlett, K.E., . . . Rao, S.M. (2014). Physical activity reduces hippocampal atrophy in elders at genetic risk for Alzheimer's disease. *Front Aging Neurosci*, 6, 61. doi: 10.3389/fnagi.2014.00061
- Sofi, F., Valecchi, D., Bacci, D., Abbate, R., Gensini, G.F., Casini, A., & Macchi, C. (2011). Physical activity and risk of cognitive decline: A meta-analysis of prospective studies. *J Intern Med*, 269(1), 107-117. doi: 10.1111/j.1365-2796.2010.02281.x
- Solomon, A., Mangialasche, F., Richard, E., Andrieu, S., Bennett, D.A., Breteler, M., . . . Kivipelto, M. (2014). Advances in the prevention of Alzheimer's disease and dementia. *J Intern Med*, 275(3), 229-250. doi: 10.1111/joim.12178
- Sopina, E., Sorensen, J., Beyer, N., Hasselbalch, S.G., & Waldemar, G. (2017). Cost-effectiveness of a randomised trial of physical activity in Alzheimer's disease: A secondary analysis exploring patient and proxy-reported health-related quality of life measures in Denmark. *BMJ Open*, 7(6), e015217. doi: 10.1136/bmjopen-2016-015217
- Sosa-Ortiz, A.L., Acosta-Castillo, I., & Prince, M.J. (2012). Epidemiology of dementias and Alzheimer's disease. *Arch Med Res*, 43(8), 600-608. doi: 10.1016/j.arcmed.2012.11.003
- Sousa, M.F.B., Santos, R.L., Simoes, P., Conde-Sala, J.L., & Dourado, M.C.N. (2017). Discrepancies between Alzheimer's disease patients' and caregivers' ratings about patients' Quality of Life: A 1-year observation study in Brazil. *Alzheimer Dis Assoc Disord*. doi: 10.1097/wad.0000000000000232
- Soysal, P., Veronese, N., Thompson, T., Kahl, K.G., Fernandes, B.S., Prina, A.M., . . . Stubbs, B. (2017). Relationship between depression and frailty in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev*, 36, 78-87. doi: 10.1016/j.arr.2017.03.005
- Statistisches Bundesamt (2010): *Krankheitskostenrechnung*. Online: www.gbe-bund.de/gbe10/i?i=553:24409593D, Stand: 01.09.2017.
- Statistisches Bundesamt (2017a): *Ergebnisse der Todesursachenstatistik für Deutschland - Ausführliche vierstellige ICD10-Klassifikation - 2015*. Online: <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Todesursachen/Todesursachen.html>, Stand: 28.08.2017.
- Statistisches Bundesamt. (2017b). *Pflegestatistik 2015. Pflege im Rahmen der Pflegeversicherung. Deutschlandergebnisse*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- Statistisches Bundesamt (2018): *Krankheitskosten: Deutschland, Jahre, Krankheitsdiagnosen (ICD-10), Geschlecht, Altersgruppen*. Online: <https://www-genesis.destatis.de/genesis>, Stand:
- Steib, S., Schoene, D., & Pfeifer, K. (2010). Dose-response relationship of resistance training in older adults: A meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 42(5), 902-914. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181c34465
- Stephen, R., Hongisto, K., Solomon, A., & Lonroos, E. (2017). Physical activity and Alzheimer's disease: A systematic review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 72(6), 733-739. doi: 10.1093/gerona/glw251

- Storti, K.L., Pettee, K.K., Brach, J.S., Talkowski, J.B., Richardson, C.R., & Kriska, A.M. (2008). Gait speed and step-count monitor accuracy in community-dwelling older adults. *Med Sci Sports Exerc*, *40*(1), 59-64. doi: 10.1249/mss.0b013e318158b504
- Stratford, P.W., & Goldsmith, C.H. (1997). Use of the Standard Error as a Reliability Index of interest: An applied example using elbow flexor strength data. *Phys Ther*, *77*(7), 745-750. doi: 10.1093/ptj/77.7.745
- Strohle, A., Schmidt, D.K., Schultz, F., Fricke, N., Staden, T., Hellweg, R., . . . Rieckmann, N. (2015). Drug and exercise treatment of Alzheimer disease and Mild Cognitive Impairment: A systematic review and meta-analysis of effects on cognition in randomized controlled trials. *Am J Geriatr Psychiatry*, *23*(12), 1234-1249. doi: 10.1016/j.jagp.2015.07.007
- Stubbs, B., Eggermont, L., Soundy, A., Probst, M., Vandenbulcke, M., & Vancampfort, D. (2014). What are the factors associated with physical activity (PA) participation in community dwelling adults with dementia? A systematic review of PA correlates. *Arch Gerontol Geriatr*, *59*(2), 195-203. doi: 10.1016/j.archger.2014.06.006
- Studenski, S. (2009). Bradypedia: Is gait speed ready for clinical use? *J Nutr Health Aging*, *13*(10), 878-880. doi: 10.1007/s12603-009-0245-0
- Studenski, S., Perera, S., Wallace, D., Chandler, J.M., Duncan, P.W., Rooney, E., . . . Guralnik, J.M. (2003). Physical performance measures in the clinical setting. *J Am Geriatr Soc*, *51*(3), 314-322.
- Sun, F., Norman, I.J., & While, A.E. (2013). Physical activity in older people: A systematic review. *BMC Pub Health*, *13*(449). doi: 10.1186/1471-2458-13-449
- Suttanon, P., Hill, K.D., Dodd, K.J., & Said, C.M. (2011). Retest reliability of balance and mobility measurements in people with mild to moderate Alzheimer's disease. *Int Psychogeriatr*, *23*(7), 1152-1159. doi: 10.1017/S1041610211000639
- Tak, E., Kuiper, R., Chorus, A., & Hopman-Rock, M. (2013). Prevention of onset and progression of basic ADL disability by physical activity in community dwelling older adults: A meta-analysis. *Ageing Res Rev*, *12*(1), 329-338. doi: 10.1016/j.arr.2012.10.001
- Tappen, R.M., Roach, K.E., Buchner, D., Barry, C., & Edelstein, J. (1997). Reliability of physical performance measures in nursing home residents with Alzheimer's Disease. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *52A*(1), M52-M55.
- Taylor, M.E., Lasschuit, D.A., Lord, S.R., Delbaere, K., Kurrle, S.E., Mikolaizak, A.S., . . . Close, J.C.T. (2017). Slow gait speed is associated with executive function decline in older people with mild to moderate dementia: A one year longitudinal study. *Arch Gerontol Geriatr*, *73*, 148-153. doi: 10.1016/j.archger.2017.07.023
- Telenius, E.W., Engedal, K., & Bergland, A. (2013). Physical performance and quality of life of nursing-home residents with mild and moderate dementia. *Int J Environ Res Public Health*, *10*(12), 6672-6686. doi: 10.3390/ijerph10126672
- Telenius, E.W., Engedal, K., & Bergland, A. (2015a). Inter-rater reliability of the Berg Balance Scale, 30 s chair stand test and 6 m walking test, and construct validity of the Berg Balance Scale in nursing home residents with mild-to-moderate dementia. *BMJ Open*, *5*(9), e008321. doi: 10.1136/bmjopen-2015-008321
- Telenius, E.W., Engedal, K., & Bergland, A. (2015b). Long-term effects of a 12 weeks high-intensity functional exercise program on physical function and mental health in nursing home residents with dementia: A single blinded randomized controlled trial. *BMC Geriatr*, *15*, 158. doi: 10.1186/s12877-015-0151-8

- Terluin, B., Eekhout, I., & Terwee, C.B. (2017). The anchor-based minimal important change, based on receiver operating characteristic analysis or predictive modeling, may need to be adjusted for the proportion of improved patients. *J Clin Epidemiol*, *83*, 90-100. doi: 10.1016/j.jclinepi.2016.12.015
- Terwee, C.B., Bot, S.D., de Boer, M.R., van der Windt, D.A., Knol, D.L., Dekker, J., . . . de Vet, H.C. (2007). Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol*, *60*(1), 34-42. doi: 10.1016/j.jclinepi.2006.03.012
- Terwee, C.B., Roorda, L.D., Dekker, J., Bierma-Zeinstra, S.M., Peat, G., Jordan, K.P., . . . de Vet, H.C. (2010). Mind the MIC: Large variation among populations and methods. *J Clin Epidemiol*, *63*(5), 524-534. doi: 10.1016/j.jclinepi.2009.08.010
- Thalhauser, C.J., & Komarova, N.L. (2012). Alzheimer's disease: rapid and slow progression. *J R Soc Interface*, *9*(66), 119-126. doi: 10.1098/rsif.2011.0134
- Thomas, V.S., & Hageman, P.A. (2002). A preliminary study on the reliability of physical performance measures in older day-care center clients with dementia. *Int Psychogeriatr*, *14*(1), 17-23.
- Thorp, A.A., Owen, N., Neuhaus, M., & Dunstan, D.W. (2011). Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *Am J Prev Med*, *41*(2), 207-215. doi: 10.1016/j.amepre.2011.05.004
- Thune-Boyle, I.C., Iliffe, S., Cerga-Pashoja, A., Lowery, D., & Warner, J. (2012). The effect of exercise on behavioral and psychological symptoms of dementia: Towards a research agenda. *Int Psychogeriatr*, *24*(7), 1046-1057. doi: 10.1017/S1041610211002365
- Tian, Q., Chastan, N., Bair, W.N., Resnick, S.M., Ferrucci, L., & Studenski, S.A. (2017). The brain map of gait variability in aging, cognitive impairment and dementia. A systematic review. *Neurosci Biobehav Rev*, *74*(Pt A), 149-162. doi: 10.1016/j.neubiorev.2017.01.020
- Tian, Q., Glynn, N.W., Erickson, K.I., Aizenstein, H.J., Simonsick, E.M., Yaffe, K., . . . Health A.B.C. Study. (2015). Objective measures of physical activity, white matter integrity and cognitive status in adults over age 80. *Behav Brain Res*, *284*, 51-57. doi: 10.1016/j.bbr.2015.01.045
- Tolea, M.I., Morris, J.C., & Galvin, J.E. (2016). Trajectory of mobility decline by type of dementia. *Alzheimer Dis Assoc Disord*, *30*(1), 60-66.
- Tomata, Y., Zhang, S., Sugiyama, K., Kaiho, Y., Sugawara, Y., & Tsuji, I. (2017). Changes in time spent walking and the risk of incident dementia in older Japanese people: The Ohsaki Cohort 2006 Study. *Age Ageing*, *46*(5), 857-860. doi: 10.1093/ageing/afx078
- Tombaugh, T.N., & McIntyre, N.J. (1992). The Mini-Mental State Examination: A comprehensive review. *J Am Geriatr Soc*, *40*(9), 922-935.
- Toot, S., Swinson, T., Devine, M., Challis, D., & Orrell, M. (2017). Causes of nursing home placement for older people with dementia: A systematic review and meta-analysis. *Int Psychogeriatr*, *29*(2), 195-208. doi: 10.1017/S1041610216001654
- Toots, A., Littbrand, H., Holmberg, H., Nordstrom, P., Lundin-Olsson, L., Gustafson, Y., & Rosendahl, E. (2017). Walking aids moderate exercise effects on gait speed in people with dementia: A randomized controlled trial. *J Am Med Dir Assoc*, *18*(3), 227-233. doi: 10.1016/j.jamda.2016.09.003
- Tschanz, J.T., Corcoran, C.D., Schwartz, S., Treiber, K., Green, R.C., Norton, M.C., . . . Lyketsos, C.G. (2011). Progression of cognitive, functional, and neuropsychiatric symptom domains in a population cohort with Alzheimer dementia: The Cache County

- Dementia Progression study. *Am J Geriatr Psychiatry*, 19(6), 532-542. doi: 10.1097/JGP.0b013e3181faec23
- Tseng, B.Y., Cullum, C.M., & Zhang, R. (2014). Older adults with amnesic mild cognitive impairment exhibit exacerbated gait slowing under dual-task challenges. *Curr Alzheimer Res*, 11(5), 494-500.
- Tudor-Locke, C., Craig, C.L., Aoyagi, Y., Bell, R.C., Croteau, K.A., De Bourdeaudhuij, I., . . . Blair, S.N. (2011). How many steps/day are enough? For older adults and special populations. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 8, 80. doi: 10.1186/1479-5868-8-80
- Tudor-Locke, C., Craig, C.L., Thyfault, J.P., & Spence, J.C. (2013). A step-defined sedentary lifestyle index: <5000 steps/day. *Appl Physiol Nutr Metab*, 38(2), 100-114. doi: 10.1139/apnm-2012-0235
- Tudor-Locke, C., Schuna, J.M., Jr., Han, H.O., Aguiar, E.J., Green, M.A., Busa, M.A., . . . Johnson, W.D. (2017). Step-based physical activity metrics and cardiometabolic risk: NHANES 2005-2006. *Med Sci Sports Exerc*, 49(2), 283-291. doi: 10.1249/MSS.0000000000001100
- Turner, D., Schunemann, H.J., Griffith, L.E., Beaton, D.E., Griffiths, A.M., Critch, J.N., & Guyatt, G.H. (2010). The minimal detectable change cannot reliably replace the minimal important difference. *J Clin Epidemiol*, 63(1), 28-36. doi: 10.1016/j.jclinepi.2009.01.024
- Tyson, S., & Connell, L. (2009). The psychometric properties and clinical utility of measures of walking and mobility in neurological conditions: A systematic review. *Clin Rehabil*, 23, 1018-1033. doi: 10.1177/0269215509339004
- Urbaniak, G.C., & Plous, S. (2013). Research Randomizer (Version Version 4.0). Retrieved from www.randomizer.org
- Valkanova, V., & Ebmeier, K.P. (2017). What can gait tell us about dementia? Review of epidemiological and neuropsychological evidence. *Gait Posture*, 53, 215-223. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.01.024
- van Alphen, H.J., Volkens, K.M., Blankevoort, C.G., Scherder, E.J., Hortobagyi, T., & van Heuvelen, M.J. (2016). Older adults with dementia are sedentary for most of the day. *PLoS One*, 11(3), e0152457. doi: 10.1371/journal.pone.0152457
- van der Putten, J.J.M.F., Hobart, J.C., Freeman, J.A., & Thompson, A.J. (1999). Measuring change in disability after inpatient rehabilitation: Comparison of the responsiveness of the Barthel Index and the Functional Independence Measure. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 66(4), 480-484.
- van Iersel, M.B., Hoefsloot, W., Munneke, M., Bloem, B.R., & Olde Rikkert, M.G. (2004). Systematic review of quantitative clinical gait analysis in patients with dementia. *Z Gerontol Geriatr*, 37(1), 27-32. doi: 10.1007/s00391-004-0176-7
- van Iersel, M.B., Munneke, M., Esselink, R.A., Benraad, C.E., & Olde Rikkert, M.G. (2008). Gait velocity and the Timed-Up-and-Go test were sensitive to changes in mobility in frail elderly patients. *J Clin Epidemiol*, 61(2), 186-191. doi: 10.1016/j.jclinepi.2007.04.016
- van Wijk, I., Algra, A., van de Port, I.G., Bevaart, B., & Lindeman, E. (2006). Change in mobility activity in the second year after stroke in a rehabilitation population: Who is at risk for decline? *Arch Phys Med Rehabil*, 87(1), 45-50. doi: 10.1016/j.apmr.2005.08.118
- VanSwearingen, J.M., Perera, S., Brach, J.S., Wert, D., & Studenski, S.A. (2011). Impact of exercise to improve gait efficiency on activity and participation in older adults with mobility limitations: A randomized controlled trial. *Phys Ther*, 91(12), 1740-1751. doi: 10.2522/ptj.20100391

- Vellas, B., Carrie, I., Gillette-Guyonnet, S., Touchon, J., Dantoine, T., Dartigues, J.F., . . . Andrieu, S. (2014). MAPT Study: A multidomain approach for preventing Alzheimer's disease: Design and baseline data. *J Prev Alzheimers Dis*, *1*(1), 13-22.
- Vellas, B., Hausner, L., Frolich, L., Cantet, C., Gardette, V., Reynish, E., . . . Andrieu, S. (2012). Progression of Alzheimer disease in Europe: Data from the European ICTUS study. *Curr Alzheimer Res*, *9*(8), 902-912.
- Venturelli, M., Scarsini, R., & Schena, F. (2011). Six-month walking program changes cognitive and ADL performance in patients with Alzheimer. *Am J Alzheimers Dis Other Demen*, *26*(5), 381-388. doi: 10.1177/1533317511418956
- Venturelli, M., Schena, F., & Richardson, R.S. (2012). The role of exercise capacity in the health and longevity of centenarians. *Maturitas*, *73*(2), 115-120. doi: 10.1016/j.maturitas.2012.07.009
- Verbrugge, L.M., & Jette, A.M. (1994). The disablement process. *Soc Sci Med*, *38*(1), 1-14.
- Verghese, J., Ayers, E.I., Barzilai, N., Bennett, D.A., Buchman, A.S., Holtzer, R., . . . Wang, C. (2014). Motoric cognitive risk syndrome. Multicenter incidence study. *Neurol*, *83*(24), 2278-2284. doi: 10.1212/WNL.0000000000001084
- Verghese, J., Wang, C., Lipton, R.B., & Holtzer, R. (2013). Motoric cognitive risk syndrome and the risk of dementia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *68*(4), 412-418. doi: 10.1093/gerona/gls191
- Verlinden, V.J., van der Geest, J.N., de Bruijn, R.F., Hofman, A., Koudstaal, P.J., & Ikram, M.A. (2016). Trajectories of decline in cognition and daily functioning in preclinical dementia. *Alzheimers Dement*, *12*(2), 144-153. doi: 10.1016/j.jalz.2015.08.001
- Veronese, N., Stubbs, B., Fontana, L., Trevisan, C., Bolzetta, F., Rui, M., . . . Sergi, G. (2017). A comparison of objective physical performance tests and future mortality in the elderly people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *72*(3), 362-368. doi: 10.1093/gerona/glw139
- Veronese, N., Stubbs, B., Trevisan, C., Bolzetta, F., De Rui, M., Solmi, M., . . . Sergi, G. (2016). What physical performance measures predict incident cognitive decline among intact older adults? A 4.4year follow up study. *Exp Gerontol*, *81*, 110-118. doi: 10.1016/j.exger.2016.05.008
- Villemagne, V.L., Dore, V., Bourgeat, P., Burnham, S.C., Laws, S., Salvado, O., . . . Rowe, C.C. (2017). Abeta-amyloid and Tau Imaging in dementia. *Semin Nucl Med*, *47*(1), 75-88. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2016.09.006
- Vivar, C., Potter, M.C., & van Praag, H. (2013). All about running: Synaptic plasticity, growth factors and adult hippocampal neurogenesis. *Curr Top Behav Neurosci*, *15*, 189-210. doi: 10.1007/7854_2012_220
- von Bonsdorff, M., Rantanen, T., Laukkanen, P., Suutama, T., & Heikkinen, E. (2006). Mobility limitations and cognitive deficits as predictors of institutionalization among community-dwelling older people. *Gerontol*, *52*(6), 359-365. doi: 10.1159/000094985
- von Bonsdorff, M.B., & Rantanen, T. (2011). Progression of functional limitations in relation to physical activity: A life course approach. *Eur Rev Aging Phys Activity*, *8*(1), 23-30. doi: 10.1007/s11556-010-0070-9
- Voss, M.W., Nagamatsu, L.S., Liu-Ambrose, T., & Kramer, A.F. (2011). Exercise, brain, and cognition across the life span. *J Appl Physiol*, *111*(5), 1505-1513. doi: 10.1152/jappphysiol.00210.2011
- Wade, D.T., & Collin, C. (1988). The Barthel ADL Index: A standard measure of physical disability? *Int Disabil Stud*, *10*(2), 64-67. doi: 10.3109/09638288809164105

- Waite, L.M., Grayson, D.A., Piguet, O., Creasey, H., Bennett, H.P., & Broe, G.A. (2005). Gait slowing as a predictor of incident dementia: 6-year longitudinal data from the Sydney Older Persons Study. *J Neurol Sci*, 229-230, 89-93. doi: 10.1016/j.jns.2004.11.009
- Walker, Z., Possin, K.L., Boeve, B.F., & Aarsland, D. (2015). Lewy body dementias. *Lancet*, 386(10004), 1683-1697. doi: 10.1016/s0140-6736(15)00462-6
- Walsh, J.M., Barrett, A., Murray, D., Ryan, J., Moroney, J., & Shannon, M. (2010). The Modified Rivermead Mobility Index: Reliability and convergent validity in a mixed neurological population. *Disabil Rehabil*, 32(14), 1133-1139. doi: 10.3109/09638280903171576
- Wang, E., Naess, M.S., Hoff, J., Albert, T.L., Pham, Q., Richardson, R.S., & Helgerud, J. (2014). Exercise-training-induced changes in metabolic capacity with age: The role of central cardiovascular plasticity. *Age*, 36(2), 665-676. doi: 10.1007/s11357-013-9596-x
- Ward, A., Tardiff, S., Dye, C., & Arrighi, H.M. (2013). Rate of conversion from prodromal Alzheimer's disease to Alzheimer's dementia: A systematic review of the literature. *Dement Geriatr Cogn Dis Extra*, 3(1), 320-332. doi: 10.1159/000354370
- Watson, N.L., Rosano, C., Boudreau, R.M., Simonsick, E.M., Ferrucci, L., Sutton-Tyrrell, K., . . . Health A.B.C. Study. (2010). Executive function, memory, and gait speed decline in well-functioning older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 65(10), 1093-1100. doi: 10.1093/gerona/glq111
- Watts, A., Walters, R.W., Hoffman, L., & Templin, J. (2016). Intra-individual variability of physical activity in older adults with and without mild Alzheimer's disease. *PLoS One*, 11(4), e0153898. doi: 10.1371/journal.pone.0153898
- Watts, A.S., Vidoni, E.D., Loskutova, N., Johnson, D.K., & Burns, J.M. (2013). Measuring physical activity in older adults with and without early stage Alzheimer's disease. *Clin Gerontol*, 36(4), 356-374. doi: 10.1080/07317115.2013.788116
- Weiner, M.F., Martin-Cook, K., Svetlik, D.A., Saine, K., Foster, B., & Fontaine, C.S. (2000). The quality of life in late-stage dementia (QUALID) scale. *J Am Med Dir Assoc*, 1(3), 114-116.
- Weir, J.P. (2005). Quantifying test-retest reliability using Intraclass Correlation Coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res*, 19(1), 231-240.
- Welmer, A.K., Rizzuto, D., Qiu, C., Caracciolo, B., & Laukka, E.J. (2014). Walking speed, processing speed, and dementia: A population-based longitudinal study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 69(12), 1503-1510. doi: 10.1093/gerona/glu047
- Wendland, D.M., & Sprigle, S.H. (2012). Activity monitor accuracy in persons using canes. *J Rehabil Res Dev*, 49(8), 1261. doi: 10.1682/jrrd.2011.08.0141
- Wennberg, A.M., Savica, R., & Mielke, M.M. (2017). Association between Various Brain Pathologies and Gait Disturbance. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 43(3-4), 128-143. doi: 10.1159/000456541
- White, D.K., Neogi, T., Nevitt, M.C., Petoquin, C.E., Zhu, Y., Boudreau, R.M., . . . Zhang, Y. (2013). Trajectories of gait speed predict mortality in well-functioning older adults: The Health, Aging and Body Composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 68(4), 456-464. doi: 10.1093/gerona/gls197
- Willey, J.Z., Gardener, H., Caunca, M.R., Moon, Y.P., Dong, C., Cheung, Y.K., . . . Wright, C.B. (2016). Leisure-time physical activity associates with cognitive decline: The Northern Manhattan Study. *Neurol*, 86, 1897-1903.
- Wimo, A., Guerchet, M., Ali, G.C., Wu, Y.T., Prina, A.M., Winblad, B., . . . Prince, M. (2017). The worldwide costs of dementia 2015 and comparisons with 2010. *Alzheimers Dement*, 13(1), 1-7. doi: 10.1016/j.jalz.2016.07.150

- Wimo, A., Reed, C.C., Dodel, R., Belger, M., Jones, R.W., Happich, M., . . . Haro, J.M. (2013). The GERAS Study: A prospective observational study of costs and resource use in community dwellers with Alzheimer's disease in three European countries. Study design and baseline findings. *J Alzheimers Dis*, *36*(2), 385-399. doi: 10.3233/JAD-122392
- Winblad, B., Amouyel, P., Andrieu, S., Ballard, C., Brayne, C., Brodaty, H., . . . Zetterberg, H. (2016). Defeating Alzheimer's disease and other dementias: A priority for European science and society. *Lancet Neurol*, *15*(5), 455-532. doi: 10.1016/s1474-4422(16)00062-4
- Winchester, J., Dick, M.B., Gillen, D., Reed, B., Miller, B., Tinklenberg, J., . . . Cotman, C.W. (2013). Walking stabilizes cognitive functioning in Alzheimer's disease (AD) across one year. *Arch Gerontol Geriatr*, *56*(1), 96-103. doi: 10.1016/j.archger.2012.06.016
- Wirth, K., Klenk, J., Brefka, S., Dallmeier, D., Faehling, K., Roque, I.F.M., . . . on behalf of the Sitless Consortium. (2017). Biomarkers associated with sedentary behaviour in older adults: A systematic review. *Ageing Res Rev*, *35*, 87-111. doi: 10.1016/j.arr.2016.12.002
- Wittwer, J.E., Webster, K.E., Andrews, P.T., & Menz, H.B. (2008). Test-retest reliability of spatial and temporal gait parameters of people with Alzheimer's disease. *Gait Posture*, *28*(3), 392-396. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.01.007
- Wittwer, J.E., Webster, K.E., & Hill, K. (2013). Reproducibility of gait variability measures in people with Alzheimer's disease. *Gait Posture*, *38*(3), 507-510. doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.01.021
- Wittwer, J.E., Webster, K.E., & Menz, H.B. (2010). A longitudinal study of measures of walking in people with Alzheimer's Disease. *Gait Posture*, *32*(1), 113-117. doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.04.001
- Wonisch, M. (2015). Spiroergometrie. In Niebauer (Ed.), *Sportkardiologie* (pp. 217-232). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*, *16*(1), 1-14.
- Working Group on Health Outcomes for Older Persons with Multiple Chronic Conditions. (2012). Universal health outcome measures for older persons with multiple chronic conditions. *J Am Geriatr Soc*, *60*(12), 2333-2341. doi: 10.1111/j.1532-5415.2012.04240.x
- World Health Organization (WHO). (2016). *ICD-10. International statistical classification of diseases and related health problems. 10th revision. Volume 2. Instruction manual. 5th Edition*. Geneva, Switzerland: WHO Press.
- Wright, A., Hannon, J., Hegedus, E.J., & Kavchak, A.E. (2012). Clinimetrics corner: A closer look at the minimal clinically important difference (MCID). *J Man Manip Ther*, *20*(3), 160-166. doi: 10.1179/2042618612Y.0000000001
- Wu, Y.T., Beiser, A.S., Breteler, M.M.B., Fratiglioni, L., Helmer, C., Hendrie, H.C., . . . Brayne, C. (2017). The changing prevalence and incidence of dementia over time: Current evidence. *Nat Rev Neurol*, *13*(6), 327-339. doi: 10.1038/nrneurol.2017.63
- Wubker, A., Zwakhalen, S.M., Challis, D., Suhonen, R., Karlsson, S., Zabalegui, A., . . . Sauerland, D. (2015). Costs of care for people with dementia just before and after nursing home placement: Primary data from eight European countries. *Eur J Health Econ*, *16*(7), 689-707. doi: 10.1007/s10198-014-0620-6
- Xu, W., Yu, J.T., Tan, M.S., & Tan, L. (2015). Cognitive reserve and Alzheimer's disease. *Mol Neurobiol*, *51*(1), 187-208. doi: 10.1007/s12035-014-8720-y

- Yang, C.C., & Hsu, Y.L. (2010). A review of accelerometry-based wearable motion detectors for physical activity monitoring. *Sensors*, *10*(8), 7772-7788. doi: 10.3390/s100807772
- Yang, F., Dawes, P., Leroi, I., & Gannon, B. (2017). Measurement tools of resource use and quality of life in clinical trials for dementia or cognitive impairment interventions: A systematically conducted narrative review. *Int J Geriatr Psychiatry*. doi: 10.1002/gps.4771
- Zalewski, K.R., Smith, J.C., Malzahn, J., VanHart, M., & O'Connell, D. (2009). Measures of physical ability are unrelated to objectively measured physical activity behavior in older adults residing in continuing care retirement communities. *Arch Phys Med Rehabil*, *90*(6), 982-986. doi: 10.1016/j.apmr.2008.12.013
- Zane, A.C., Reiter, D.A., Shardell, M., Cameron, D., Simonsick, E.M., Fishbein, K.W., . . . Ferrucci, L. (2017). Muscle strength mediates the relationship between mitochondrial energetics and walking performance. *Aging Cell*, *16*, 461-468. doi: 10.1111/acel.12568
- Zaudig, M., & Hiller, W. (2002). *SIDAM-Handbuch. Strukturiertes Interview für die Diagnose einer Demenz vom Alzheimer Typ, der Multiinfarkt- (oder vaskulären) Demenz und Demenzen anderer Ätiologie nach DSM-III-R, DSM-IV und ICD-10*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Zhao, Q.F., Tan, L., Wang, H.F., Jiang, T., Tan, M.S., Tan, L., . . . Yu, J.T. (2016). The prevalence of neuropsychiatric symptoms in Alzheimer's disease: Systematic review and meta-analysis. *J Affect Disord*, *190*, 264-271. doi: 10.1016/j.jad.2015.09.069
- Zhu, W., Wadley, V.G., Howard, V.J., Hutto, B., Blair, S.N., & Hooker, S.P. (2017). Objectively measured physical activity and cognitive function in older adults. *Med Sci Sports Exerc*, *49*(1), 47-53. doi: 10.1249/MSS.0000000000001079
- Zhu, X., Yin, S., Lang, M., He, R., & Li, J. (2016). The more the better? A meta-analysis on effects of combined cognitive and physical intervention on cognition in healthy older adults. *Ageing Res Rev*, *31*, 67-79. doi: 10.1016/j.arr.2016.07.003

7 TABELLARISCHER ANHANG

Tabelle 25: Verlauf der monatlichen Rivermead Mobilitäts-Indizes getrennt nach Cut-off für Δv (N = 101)

Rivermead Werte im Verlauf	Mobilitäts-Index	Gesamt	Bedeutende Abnahme (n = 63; 62,4%)	Geringe Abnahme (n = 38; 37,6%)	p-Wert ¹
1. Messung (Baseline)					
Durchschnitt (SD)		20,9 (6,3)	20,3 (6,7)	21,9 (5,5)	,215
2. Messung	Durchschnitt (SD)	20,3 (6,8)	19,9 (7,3)	20,9 (5,9)	,469
3. Messung	Durchschnitt (SD)	20,3 (6,7)	19,1 (7,4)	22,1 (5,0)	,031
4. Messung	Durchschnitt (SD)	20,0 (6,9)	18,9 (7,6)	21,7 (5,2)	,049
5. Messung	Durchschnitt (SD)	19,4 (6,9)	18,4 (7,4)	21,1 (5,8)	,064
6. Messung	Durchschnitt (SD)	18,9 (6,9)	17,9 (7,2)	20,7 (6,1)	,042
7. Messung	Durchschnitt (SD)	18,5 (7,6)	17,3 (8,5)	20,5 (5,5)	,041
8. Messung	Durchschnitt (SD)	18,6 (7,6)	17,3 (8,1)	20,7 (6,3)	,034
9. Messung	Durchschnitt (SD)	18,0 (8,2)	16,1 (8,9)	21,2 (5,9)	,002
10. Messung	Durchschnitt (SD)	18,0 (8,0)	16,2 (8,5)	21,1 (5,9)	,002
11. Messung	Durchschnitt (SD)	18,0 (8,4)	15,9 (8,8)	21,4 (6,2)	,001
12. Messung	Durchschnitt (SD)	17,7 (8,2)	15,7 (8,8)	20,9 (6,0)	,002
13. Messung	Durchschnitt (SD)	17,4 (8,4)	15,2 (9,2)	20,9 (5,6)	,001
14. Messung	Durchschnitt (SD)	16,6 (8,7)	14,1 (9,1)	20,4 (6,3)	<,001
15. Messung	Durchschnitt (SD)	16,0 (9,0)	13,3 (9,4)	20,3 (6,4)	<,001
16. Messung	Durchschnitt (SD)	15,8 (9,0)	12,7 (9,0)	20,9 (6,2)	<,001
17. Messung (Follow-up)					
Durchschnitt (SD)		15,2 (8,9)	12,7 (9,3)	19,3 (6,5)	<,001

¹Signifikanzniveau unterhalb ,05 fettgedruckt; Die Messungen fanden über durchschnittlich 16 Monate statt. Die Messung 1 war die BL-Untersuchung und fand im Monat 0 statt. Die Messung 17 war die FU-Untersuchung, die etwa 16 Monate nach der BL-Untersuchung durchgeführt wurde. Die Messungen 2 bis einschließlich 16 entsprachen den monatlichen Mobilitäts-Checks, die fortlaufend von 1 bis 15 gezählt wurden.

P = Signifikanzniveau; SD = Standardabweichung

Tabelle 26: funktionelle Fähigkeiten anhand RMI-Scores zwischen BL- und FU-Untersuchung univariate Testung für Cut-off von Δv

	Feste Koeffizienten					
	Koeffizient	Standard- fehler	t	95% CI		p ³
				Untere	Obere	
Model/ Intercept	19,39	0,77	25,35	17,88	20,90	<,001
Geringe ΔV^1	4,24	1,01	4,20	2,25	6,23	<,001
Messzeitpunkt²	-5,77	1,05	-5,52	-7,83	-3,71	<,001

Bayessches Informationskriterium: 1.368,0 (basiert auf -2log Likelihood-Methode)

¹Referenzkategorie: Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07$ m/s);

²Referenzkategorie: BL-Messung; ³Signifikanzniveau unterhalb ,05 fettgedruckt; P = Signifikanzwert, t = T-Statistik, 95%CI = 95%iges Konfidenzintervall, Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Verlauf,

Tabelle 27: kognitive Testleistung anhand MMST-Scores zwischen BL- und FU-Untersuchung univariate Testung für Cut-off von Δv

	Feste Koeffizienten					
	Koeffizient	Standard- fehler	t	95% CI		p ³
				Untere	Obere	
Model/ Intercept	8,54	0,91	9,41	6,75	10,32	<,001
Geringe ΔV^1	5,32	1,26	4,23	2,84	7,80	<,001
Messzeitpunkt²	-2,37	1,14	-2,07	-4,63	-0,12	<,001

Bayessches Informationskriterium: 1.292,3 (basiert auf -2log Likelihood-Methode)

¹Referenzkategorie: Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07$ m/s);

²Referenzkategorie: BL-Messung; ³Signifikanzniveau unterhalb ,05 fettgedruckt; P = Signifikanzwert, t = T-Statistik, 95%CI = 95%iges Konfidenzintervall, Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Verlauf,

Tabelle 28: kognitive Testleistungen anhand SISCO zwischen BL- und FU-Untersuchung univariate Testung für Cut-off von Δv

	Feste Koeffizienten					
	Koeffizient	Standard- fehler	t	95% CI		p ³
				Untere	Obere	
Model/ Intercept	13,11	1,49	8,80	10,17	16,05	<,001
Geringe ΔV^1	8,70	2,04	2,04	4,68	12,71	<,001
Messzeitpunkt²	-4,19	1,86	1,86	-7,87	-0,52	,026

Bayessches Informationskriterium: 1.479,4 (basiert auf -2log Likelihood-Methode)

¹Referenzkategorie: Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07$ m/s);

²Referenzkategorie: BL-Messung; ³Signifikanzniveau unterhalb ,05 fettgedruckt; P = Signifikanzwert, t = T-Statistik, 95%CI = 95%iges Konfidenzintervall, Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Verlauf,

Tabelle 29: Lebensqualität anhand QUALID zwischen BL- und FU-Untersuchung univariate Testung für Cut-off von Δv

	Feste Koeffizienten					
	Koeffizient	Standard- fehler	t	95% CI		p ³
				Untere	Obere	
Model/ Intercept	19,74	0,72	27,58	18,32	21,15	<,001
Geringe ΔV^1	-2,67	0,85	-3,15	-4,35	-1,00	,002
Messzeitpunkt²	0,82	0,88	0,93	-0,92	2,55	,353

Bayessches Informationskriterium: 1.479,4 (basiert auf -2log Likelihood-Methode)

¹Referenzkategorie: Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07$ m/s);

²Referenzkategorie: BL-Messung; ³Signifikanzniveau unterhalb ,05 fettgedruckt; P = Signifikanzwert, t = T-Statistik, 95%CI = 95%iges Konfidenzintervall, Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Verlauf,

Tabelle 30: nicht-kognitive Symptomatik anhand NPI-Score zwischen BL- und FU-Untersuchung univariate Testung für Cut-off Δv

	Feste Koeffizienten					
	Koeffizient	Standard- fehler	t	95% CI		p ³
				Untere	Obere	
Model/ Intercept	18,23	2,27	8,03	13,74	22,71	<,001
Geringe ΔV^1	-8,87	2,43	-3,65	-13,66	-4,07	<,001
Messzeitpunkt²	-0,83	2,54	-0,33	-5,84	4,16	,746

Bayessches Informationskriterium: 1.474,4 (basiert auf -2log Likelihood-Methode)

¹Referenzkategorie: Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit ($\Delta v \geq 0,07$ m/s);

²Referenzkategorie: BL-Messung; ³Signifikanzniveau unterhalb ,05 fettgedruckt; P = Signifikanzwert, t = T-Statistik, 95%CI = 95%iges Konfidenzintervall, Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Verlauf,

Tabelle 31: Feste Modellkoeffizienten bezogen auf die Zielvariable Änderung im SISCO

	Feste Koeffizienten					
	Nicht standard. Koeffizient	Standard- fehler	t	95% CI		p ⁸
				Untere	Obere	
Model/ Intercept	1,85	10,17	0,18	-18,22	21,92	,856
Geringe Δv¹	6,02	2,28	2,64	1,51	10,52	,009
Weibliches Geschlecht²	-3,80	1,84	-2,07	-7,44	-0,17	,040
Alter	0,17	0,11	1,51	-0,05	0,38	,133
Barthel-Index	0,11	0,03	3,64	0,05	0,16	<,001
Demenzschwere³	-16,62	1,31	-12,64	-19,21	-14,02	<,001
IG für QN I⁴	0,86	1,39	0,52	-1,88	3,60	,537
Follow-up Messzeitpunkt⁵	-4,25	1,16	-3,66	-6,55	-1,96	<,001
Depression vorhanden⁶	-0,01	1,20	,001	-2,37	2,35	,992
Geringe Δv * IG für QN I⁷	-1,88	2,73	-0,69	-7,26	3,50	,491

Bayessches Informationskriterium: 1.245,76 (basiert auf -2log Likelihood-Methode)

¹Referenzkategorie: Bewohner mit bedeutender Abnahme der Gehgeschwindigkeit (Cut-off $\Delta v \geq 0,07$ m/s);
²Referenzkategorie: männliches Geschlecht; ³Referenzkategorie: leichte bis mittelschwere Demenz auf der Grundlage des SIDAM-Beurteilungsteils; ⁴Referenzkategorie: KG; ⁵Referenzkategorie: BL-Messung;
⁶Referenzkategorie: keine depressive Symptomatik zur BL laut NPI; ⁷Referenzkategorien: KG und bedeutende Abnahme der Gehgeschwindigkeit; ⁸Signifikanzniveau unterhalb ,05 fettgedruckt; P = Signifikanzwert, t = T-Statistik ergibt sich aus dem Quotient aus nicht-standardisiertem Koeffizienten und dem Standardfehler, 95%CI = 95%iges Konfidenzintervall, Δv = Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Verlauf, IG = Interventionsgruppe, QN I = Qualitätsniveau I, NPI = Neuropsychiatrisches Inventar; SIDAM = Strukturiertes Interview zur Diagnostik einer Alzheimer oder Multiinfarkt-Demenz (Zaudig & Hiller, 2002); BL = Baseline; KG = Kontrollgruppe, standard. = standardisiert

Tabelle 32: Multiple Mediatoranalyse für SISCO_{FU} - Model-Koeffizienten für Δv und die Mediatoren der körperlichen Alltagsaktivitäten

Prädiktoren	Outcome/ abhängige Variable													
	M ₁ (Inaktivität (Zeit in min))							M ₂ (Schritte)						
	Koeff.	SE	p	Koeff.	SE	p	Koeff.	SE	p	Koeff.	SE	p		
X (geringe Δv)	a ₁	-32,97	12,58	,011	a ₂	186,23	315,24	,591	c'	3,20	1,57	,045		
M ₁ (Inaktivität (Zeit in min))				d ₂	-27,00	2,72	<,0001	b ₁	,01	,02	,634			
M ₂ (Schritte)				b ₂	-,001	,001	,577							
C ₁ (weibliches Geschlecht)	e _{1,1}	-32,34	15,58	,041	e _{2,1}	-141,05	384,48	,715	e _{y,1}	-2,70	1,91	,161		
C ₂ (Implementierung)	e _{1,2}	,16	11,42	,989	e _{2,2}	-545,03	274,40	,051	e _{y,2}	,15	1,40	,915		
C ₃ (Barthel-Index)	e _{1,3}	-,54	,29	,065	e _{2,3}	1,86	7,07	,793	e _{y,3}	,02	,04	,608		
C ₄ (schwere Demenz)	e _{1,4}	22,31	20,76	,286	e _{2,4}	353,57	502,30	,484	e _{y,4}	4,66	2,50	,066		
C ₅ (Alter in Jahren)	e _{1,5}	1,43	,90	,113	e _{2,5}	25,80	21,86	,242	e _{y,5}	-,11	,11	,303		
C ₆ (Depression vorhanden)	e _{1,6}	-4,64	11,47	,687	e _{2,6}	24,95	275,83	,928	e _{y,6}	-,74	1,37	,593		
C ₇ (SISCO zur BL)	e _{1,7}	-,09	,82	,914	e _{2,7}	-19,39	19,70	,328	e _{y,7}	,98	,10	<,001		
Konstante	i _{M1}	388,69	73,88	<,001	i _{M2}	11676,7	2065,75	<,001	i _y	-,42	12,20	,972		
				R ² = 0,26				R ² = 0,63				R ² = 0,83		
				F(8,92) = 3,48; p = ,002				F(9,91) = 14,45; p < ,001				F(10,90) = 36,33; p < ,001		

SISCO_{FU} = SISCO-Summenwert zur Follow-up Messung; Inaktivität = durchschnittliche Zeit in Minuten, in denen die Bewohner nicht gegangen sind; Schritte = durchschnittliche Anzahl an Schritten min = Minuten; p = Signifikanzniveau (Werte unterhalb ,05 sind fettgedruckt); Koeff. = Koeffizient; SE = Standardfehler; X = Prädiktor; M₁ = Mediator 1; M₂ = Mediator 2; Y = Outcome; a₁ = Einfluss von X auf M₁; a₂ = Einfluss von X auf M₂; b₁ = Einfluss von M₁ auf Y; b₂ = Einfluss von M₂ auf Y; c' = Einfluss von X auf Y; d₂ = Einfluss von M₂ auf Y; e_{1,1} bis e_{1,7} = Einflüsse der Kovariaten auf die Mediatoren (M₁ und M₂) und das Outcome Y; i_{M1} = Modellkonstante für Einfluss von X und C₁ bis C₇ auf M₁; i_{M2} = Modellkonstante für Einfluss von X, M₁ und C₁ bis C₇ auf M₂; i_y = Modellkonstante für Einfluss von X, M₁, M₂ und C₁ bis C₇ auf Y; SISCO = Summenwert der SIDAM-Testbatterie; BL = Baseline Messung

8 LEBENSLAUF

PERSONALIEN

Name und Vorname: Andreas Hoell
Geburtsdatum: 16.10.1976
Geburtsort: Greiz (Vogtland)
Familienstand: verheiratet, zwei Kinder
Vater: Eberhard Hoell (29.06.1954 - 02.09.2016)
Mutter: Monika Hoell (geboren am 20.04.1955)

SCHULISCHER WERDEGANG

1983 – 1991 Polytechnische Oberschule „Juri Gagarin“ Ribnitz-Damgarten
1991 – 1995 Richard-Wossidlo Gymnasium Ribnitz-Damgarten
23.06.1995 Abitur

UNIVERSITÄRER WERDEGANG

WS 1996 Beginn des Studiums Sportwissenschaften und Anglistik/
Amerikanistik als Magistra Artium (M.A.)
An der Universität Rostock
07.10.2003 Abschluss: Magistra Artium, Note: gut
WS2005 Beginn des Studiums Gerontologie als Diplom
An der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
2007 Diplomarbeit „Effects of physical activity on cognition and
subjective well-being in the elderly on a daily basis“
01.04.2008 Abschluss: Diplom, Note: sehr gut

WISSENSCHAFTLICHE TÄTIGKEITEN

- 12/2007 - 01/2014
Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der
AG Psychiatrische Epidemiologie und Demografischer Wandel
(Prof. Dr. Siegfried Weyerer)
Zentralinstitut für Seelische Gesundheit, Medizinische Fakultät
Mannheim/ Universität Heidelberg
- 09/2011 - 12/2013
Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der
Fakultät für Sozialwesen (Prof. Dr. Martina Schäufele)
Hochschule Mannheim
- seit 01/2014
Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der
AG Versorgungsforschung (Prof. Dr. Hans Joachim Salize)
Zentralinstitut für Seelische Gesundheit, Medizinische Fakultät
Mannheim/ Universität Heidelberg

9 DANKSAGUNG

An erster Stelle bedanke ich mich bei Frau Prof. Dr. Martina Schäufele von der Hochschule Mannheim für die Chance, an dem Evaluationsprojekt *„Erhaltung und Förderung von Mobilität, Sicherheit und anderen Komponenten der Lebensqualität bei Menschen mit Demenz. Eine Evaluationsstudie zur Primärprävention in Pflegeheimen“* teilgenommen zu haben. In diesem Rahmen ist die Vertiefungsstudie als Teilstudie der Gesamtevaluation entstanden, deren Daten die Grundlage für die vorliegende Arbeit bilden. Frau Schäufele hat mir nicht nur die Möglichkeit gegeben, die Vertiefungsstudie eigenständig durchzuführen, sondern hat mich auch während der Datenerfassung tatkräftig unterstützt. Zudem überließ sie mir für die vorliegende Arbeit das Thema zur Bearbeitung. Auf ihre exzellente Betreuung während des Schreibprozesses konnte ich jederzeit vertrauen.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. Hans Joachim Salize vom Zentralinstitut für Seelische Gesundheit. Herr Salize eröffnete mir im Jahr 2014 ein neues wissenschaftliches Betätigungsfeld. Seine Begeisterung für das Feld der Epidemiologie in der Psychiatrie und der Versorgungsforschung hat sich auch dank seiner herausragenden Vermittlungskompetenz und des von ihm gelebten partizipativen Gedankens auf mich übertragen. Herr Salize übernahm mit großem Engagement die Betreuung meiner Dissertation und gewährte mir für die Zeit der Niederschrift die obligate Anstellung in der Arbeitsgruppe Versorgungsforschung. Er verstand es, mich auch in den schwierigeren Phasen des Schreibens der Dissertation zu motivieren und zu fokussieren.

Zugleich bedanke ich mich bei Frau Dr. Elke Voss für die Durchsicht meiner Arbeit und die vielen sinnvollen Hinweise, die mir zur Vollendung der Arbeit sehr geholfen haben.

Abschließend bedanke ich mich bei meiner Frau Isabel Vesper und meinen beiden Kindern Ylva und Pai für die Geduld mit mir und den vielen Entbehrungen, die ihr hinnehmen musstet. Ich war während vieler Phasen des Schreibprozesses zu wenig für euch da. Danke für eure Unterstützung.

10 EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG

- 1) Bei der eingereichten Dissertation zum Thema „Die habituelle Gehgeschwindigkeit als Indikator für Veränderungen der funktionellen und kognitiven Fähigkeiten bei Menschen mit Demenz“ handelt es sich um meine eigenständig erbrachte Leistung.
- 2) Ich habe nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und mich keiner unzulässigen Hilfe Dritter bedient. Insbesondere habe ich wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken übernommene Inhalte als solche kenntlich gemacht.
- 3) Die Arbeit oder Teile davon habe ich bislang nicht an einer Hochschule des In- oder Auslands als Bestandteil einer Prüfungs- oder Qualifikationsleistung vorgelegt.
- 4) Die Richtigkeit der vorstehenden Erklärungen bestätige ich.
- 5) Die Bedeutung der eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung sind mir bekannt.

Ich versichere an Eides statt, dass ich nach bestem Wissen die reine Wahrheit erklärt und nichts verschwiegen habe.

Mannheim, den

Unterschrift