

Untersuchung des Gleichgewichts und des Gangbildes bei Patienten mit Knie- und Hüftendoprothese

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Philosophie
der Philosophischen Fakultäten III
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von
Sangbok Moon
aus Südkorea

Saarbrücken, 2014

Der Dekan: Univ.-Prof. Dr. phil. Roland Brünken
Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. phil. Georg Wydra
Univ.-Prof. Dr. med. Stefan Rupp

Tag der Disputation: 22. September 2014

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	THEORETISCHE AUFARBEITUNG DES PROBLEMFELDES.....	4
2.1	Rehabilitation und Therapie	4
2.1.1	Begriff der Rehabilitation im Allgemeinen und medizinische Rehabilitation ...	4
2.1.2	Veränderte Situation im Gesundheitssystem: Die Entwicklung der Rehabilitationswissenschaften	7
2.1.2.1	<i>Kostenentwicklung im gesamten Gesundheitssystem.....</i>	7
2.1.2.2	<i>Einführung der German Diagnosis Related Groups (G-DRG)</i>	10
2.1.2.3	<i>Die Deutsche Rentenversicherung (DRV) als Kostenträger</i>	12
2.1.3	Rehabilitationskette und Rehapasen	13
2.1.3.1	<i>Rehabilitationskette im deutschen Gesundheitssystem</i>	13
2.1.3.2	<i>Rehabilitative Angebote im Akutkrankenhaus</i>	15
2.1.3.3	<i>Stationäre Rehabilitation (Anschlussheilbehandlung)</i>	16
2.1.3.4	<i>Ambulante und teilstationäre Rehabilitation</i>	19
2.1.3.5	<i>Wohnortnahe Nachsorge</i>	20
2.1.4	Kapitelzusammenfassung	22
2.2	Ziele der Rehabilitation	22
2.2.1	Die Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit , Behinderung und Gesundheit (ICF) als Grundlage für die Bewegungstherapie	23
2.2.1.1	<i>Grundlagen des ICF-Modells</i>	23
2.2.1.2	<i>Modularisierung der Bewegungstherapie anhand des ICF-Modells.....</i>	24
2.2.2	Allgemeine Ziele der Rehabilitation	25
2.2.2.1	<i>Grundlagen der Zielbestimmung</i>	25
2.2.2.2	<i>Allgemeine Rehabilitationsziele und Zielsetzungsprozess</i>	27
2.2.3	Kapitelzusammenfassung	31
2.3	Rehabilitation nach TEP	32
2.3.1	Grundlagen zum Hüftgelenk und Kniegelenk	32
2.3.1.1	<i>Anatomie des Hüft- und Kniegelenks</i>	33
2.3.1.2	<i>Kox- und Gonarthrose.....</i>	36
2.3.1.3	<i>Das künstliche Hüft- und Kniegelenk</i>	40
2.3.2	Ziele der Rehabilitation nach TEP	45
2.3.2.1	<i>Spezifische Reha-Zielsetzung bei TEP-Patienten</i>	45

2.3.2.2	<i>Ziele der Rehabilitation nach TEP unter Einbezug der ICF</i>	49
2.3.2.3	<i>Zielstellung der bewegungs- und sporttherapeutischen Mobilisierung nach TEP</i> .	53
2.3.2.4	<i>Die Dosierung der Bewegungs- und Sporttherapie nach TEP</i>	59
2.3.3	Kapitelzusammenfassung	60
2.4	Menschliche Mobilitätsfaktoren – Gleichgewicht und Gang	63
2.4.1	Das Gleichgewicht und koordinative Gleichgewichtsfähigkeit	63
2.4.1.1	<i>Das motorische Gleichgewicht</i>	64
2.4.1.2	<i>Koordinative Fähigkeiten</i>	65
2.4.1.3	<i>Sensomotorisches System</i>	67
2.4.1.3.1	BEGRIFF UND PRINZIPIEN DER SENSOMOTORIK	67
2.4.1.3.2	PHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGEN: ANALYSATOREN DES GLEICHGEWICHTS	69
2.4.1.3.3	VISUELLES SINNESSYSTEM	70
2.4.1.3.4	VESTIBULÄRES SINNESSYSTEM.....	70
2.4.1.3.5	KINÄSTHETISCHES SINNESSYSTEM	71
2.4.1.4	<i>Stütz- und Zielmotorik</i>	73
2.4.1.5	<i>Sensomotorische Integration auf verschiedenen Ebenen des ZNS</i>	74
2.4.1.6	<i>Pathologische Veränderungen des Gleichgewichts - Stürze</i>	76
2.4.1.7	<i>Training koordinativer Fähigkeiten: sensomotorisches Gleichgewichtstraining</i>	79
2.4.2	Der menschliche Gang	81
2.4.2.1	<i>Der Gangzyklus und Gangphasen</i>	81
2.4.2.2	<i>Pathologisches Gangbild</i>	85
2.4.2.2.1	PATHOPHYSIOLOGISCHE ASPEKTE DER GANGSTÖRUNGEN	86
2.4.2.2.2	HÜFT- UND KNIEGELENKERKRANKUNGEN ALS URSACHE VON GANGSTÖRUNGEN	88
2.4.3	Kapitelzusammenfassung	90
2.5	Testverfahren zur Erfassung der Mobilität	91
2.5.1	Messinstrumente zur Erfassung der Gleichgewichtsfähigkeit:	92
2.5.1.1	<i>GGT Reha</i>	92
2.5.1.2	<i>Timed Up and Go -Test</i>	93
2.5.1.3	<i>Posturographie</i>	94
2.5.2	Methoden der Gangbildanalyse	96
2.5.2.1	<i>Klinische Untersuchung des Gangs</i>	97
2.5.2.2	<i>Objektive Ganganalyse</i>	98
2.5.2.3	<i>Subjektive Ganganalyse</i>	102
2.5.2.4	<i>Zeit-Weg-Parameter</i>	103
2.5.2.5	<i>Videoanalyse</i>	103
2.5.2.6	<i>Laufbandanalyse</i>	105
2.5.3	WOMAC-Arthroseindex (Western Ontario und McMaster Universities)	105
2.5.4	Die gesundheitsbezogene Lebensqualität (SF-12)	107

2.5.5	Kapitelzusammenfassung	108
2.6	Stand der Forschung hinsichtlich der Mobilitätsfaktoren in der Rehabilitation nach TEP	110
2.6.1	Untersuchungen zum Gleichgewicht und zur Mobilität bei Knie- und Hüft-TEP	110
2.6.2	Untersuchungen zur Ganganalyse bei Knie- und Hüft-TEP	120
2.7	Zusammenfassung und offene Fragen	129
3	DARSTELLUNG DER EMPIRISCHEN UNTERSUCHUNG(EN).....	137
3.1	Fragestellung und Arbeitshypothesen	137
3.2	Untersuchungsmethodik	139
3.3	Untersuchungsmethodik der Hauptuntersuchung I und II	142
3.3.1	Personenstichprobe der Hauptuntersuchung I und II	142
3.3.2	Variablenstichprobe der Hauptuntersuchung I und II	144
3.3.2.1	<i>GGT Reha</i>	<i>144</i>
3.3.2.2	<i>Posturographie mit Zebris Plattform</i>	<i>155</i>
3.3.2.3	<i>Timed Up and Go Test.....</i>	<i>156</i>
3.3.2.4	<i>Ganganalyse</i>	<i>157</i>
3.3.2.5	<i>WOMAC-Arthrosexindex.....</i>	<i>161</i>
3.3.2.6	<i>Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand SF-12</i>	<i>162</i>
3.3.3	Ablauf der Untersuchung der Hauptuntersuchung I und II.....	162
3.4	Untersuchungsmethodik der Teiluntersuchung.....	163
3.4.1	Personenstichprobe der Teiluntersuchung	164
3.4.2	Variablenstichprobe der Teiluntersuchung	165
3.4.3	Ablauf der Untersuchung der Teiluntersuchung	165
3.5	Statistische Hypothesen.....	166
3.6	Statistik.....	167
4	ERGEBNISSE	170
4.1	Ergebnisse der Hauptuntersuchung I und II	170
4.1.1	Hypothese 1 (Unterschiede der Gleichgewichtsfähigkeit zwischen den Untersuchungsgruppen).....	170
4.1.1.1	<i>GGT Reha statisch</i>	<i>171</i>
4.1.1.2	<i>GGT Reha dynamisch.....</i>	<i>172</i>
4.1.1.3	<i>GGT Reha gesamt.....</i>	<i>173</i>

4.1.1.4	<i>Posturographie mit Zebris Plattform</i>	175
4.1.1.5	<i>Timed Up and Go Test</i>	178
4.1.1.6	<i>Zusammenfassung der Hypothese 1</i>	180
4.1.2	Hypothese 2 (Unterschiede in Gangparameter zwischen den Untersuchungsgruppen)	181
4.1.2.1	<i>Maximale Geschwindigkeit</i>	181
4.1.2.2	<i>Schrittlänge</i>	182
4.1.2.3	<i>Spurbreite</i>	183
4.1.2.4	<i>Knieflexion</i>	184
4.1.2.5	<i>Knieextension</i>	185
4.1.2.6	<i>Zusammenfassung der Hypothese 2</i>	187
4.1.3	Hypothese 3 (Unterschiede in der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (SF-12) zwischen den Untersuchungsgruppen)	187
4.1.4	Hypothese 4 (Unterschiede im WOMAC Arthroseindex zwischen den Untersuchungsgruppen)	189
4.1.5	Hypothese 5 (Zusammenhang zwischen dem BMI und der Gleichgewichtsfähigkeit)	192
4.2	Ergebnisse der Teiluntersuchung	194
4.2.1	Hypothese 6 (Vorhersage des Gleichgewichts durch die Teilnahmedauer und das Alter der Teilnehmer)	194
4.2.2	Hypothese 7 (Vorhersage der Lebensqualität durch das Gleichgewicht, das Alter und den BMI der Teilnehmer und den WOMAC)	196
4.2.3	Hypothese 8 (Zusammenhänge zwischen dem Gleichgewicht und dem Variablenset WOMAC und SF-12)	197
4.2.4	Hypothese 9 (Unterschiede zwischen Hüftsportgruppe und den drei anderen Gruppen der Hauptuntersuchung)	198
5	DISKUSSION	202
5.1	Diskussion der Hauptuntersuchung I und II	202
5.1.1	Übersicht der Hauptuntersuchung I und II	202
5.1.2	Hypothesenbezogene Ergebnisdiskussion der Hauptuntersuchung I und II	203
5.1.3	Methodendiskussion der Hauptuntersuchung I und II	210
5.2	Diskussion der Teiluntersuchung	212
5.2.1	Übersicht der Teiluntersuchung	212
5.2.2	Hypothesenbezogene Ergebnisdiskussion der Teiluntersuchung	213

5.2.3	Methodendiskussion der Teiluntersuchung	219
6	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	221
	LITERATURVERZEICHNIS	225
	ANHANG	244
	DANKSAGUNG	249

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Träger der Rehabilitation (BAR, 2011, zitiert nach Schüle & Jochheim, 2012, S. 69).....	8
Abbildung 2: Zahl der Eingriffe am Hüft- und Kniegelenk steigt kontinuierlich (mod. nach BARMER GEK, 2010).	9
Abbildung 3: Expected number of hip fractures in Belgium until the year 2050 (Reginster et al, 2001, S. 944).	10
Abbildung 4: Eingruppierung und Kostenkalkulation im G-DRG-System (mod. nach Zaiß, 2012, S. 5).	12
Abbildung 5: Bewegungstherapie und Sport in der Rehabilitationskette (mod. nach Vanden-Abeele & Schüle, 2012, S. 34).	14
Abbildung 6: Finanzierungsschema bei getrennter Akut-, Frührehabilitations- und AHB-Phasenvergütung nach Hüft- oder Knie-Endoprothese (Best & Gerdes, 2005, S. 299) .	16
Abbildung 7: Allgemeine Ziele von Rehabilitationsmaßnahmen (mod. nach Bös et al., 1992, S. 38).	29
Abbildung 8: Hüftgelenk (Ansicht bei eröffnetem Gelenk) (Netter, 1992, S. 93).	34
Abbildung 9: Kniegelenk. A Längsschnitt;1,2,3 Schleimbeutel (Bursa synovialis). B Vertralansicht mit Darstellung des Bandapparats (Mutschler et al., 2007, S. 631).	35
Abbildung 10: Hüftgelenk: Wanderungsrichtungen des Hüftkopfes bei Koxarthrose. Häufigste Form ist die kraniale kombiniert mit einer anterolateralen oder anteromedialen Bewegung (Imhof, 2005, S, 345).	39
Abbildung 11: Schematische Darstellung im Rahmen der osteoarthrotischen Gelenkdestruktion betroffener Gelenkkompartimente (Aigner & Söder 2011, S. 33).	39
Abbildung 12: Vergleich Planung von Hand - EDV-Planung (Winckelmann et al., 2011, S. 157).	42
Abbildung 13: Finite-Elemente-Modell einer implantierten Femurkomponente mit distalem Femur, Knochenzementschicht und Tibia-Inlay. Links:unbelasteter Zustand, rechts: Spannungsplot unter Wirkung der Kräfte beim normalen Gang als Ergebnis der FE-Analyse (Mittelmeier et al., 2011, S. 75).	43
Abbildung 14: Röntgenologisches Bild eines ungekoppelten bikompartimentellen Oberflächenersatzes mit einer rotierenden Plattform am zweiten postoperativen Tag in 30° und 90° Beugung (Mittelmeier et al., 2011, S. 78).....	44
Abbildung 15: TriboFit™ Hüftsystem (Mai, 2011, S. 270).	45
Abbildung 16: Rehakette nach TEP (mod. nach Schaller et al., 2009, S. 393).	46
Abbildung 17: Wechselwirkungen zwischen den Komponenten der ICF und der Mobilität (mod. nach DIMDI, 2010, S. 21, 173 - 184).	52
Abbildung 18: Interventionsbezogenes sequenzielles Diagnoseschema für den Bereich der Sporttherapie (mod. nach Wydra, 2012, S. 184).	57
Abbildung 19: Schematische Gliederung des motorischen Gleichgewichts (mod. nach Fetz, 1990, S. 23).	65
Abbildung 20: Sensomotorisches System mit Rückkopplungsmechanismus (mod. nach Biedert et al., 1998, zitiert nach Froböse et al., 2003, S. 140)	69
Abbildung 21: Aufbau einer Muskelspindel (Menche & Engelhardt, 2007, S. 162).	72

Abbildung 22: Teufelskreis der Sturzangst (Pierobon & Funk, 2007, S. 8).	78
Abbildung 23: Gangzyklus, Schrittlänge und Spurbreite (Whittle 2001, zitiert nach Götz- Neumann, 2006, S. 10).	82
Abbildung 24: Gangzyklus und Gangphasen (Beckers & Deckers, 1997, S. 19).	83
Abbildung 25: Gliederung des Gangzyklus (mod. nach Perry et al., 2003, S. 4).	84
Abbildung 26: Aufgaben (drei Blöcke) des GGT Reha Tests.	93
Abbildung 27: Definition der Gelenkwinkel der untere Extremitäten (mod. nach Kim & Kim, 2001, S. 815).	99
Abbildung 28: Schematisches Modell der theoretischen Aufarbeitung des Problemfeldes. Im Fokus: die Wiederherstellung der Mobilität von TEP-Patienten während und nach einer AHB.	134
Abbildung 29: Schema der einzelnen Personenstichproben der Hauptuntersuchung I, Hauptuntersuchung II und der Teiluntersuchung	140
Abbildung 30: Füße parallel zusammen mit geöffneten Augen.	145
Abbildung 31: Füße parallel zusammen mit geschlossenen Augen.	146
Abbildung 32: Füße hintereinander mit offenen Augen.	146
Abbildung 33: Füße hintereinander mit geschlossenen Augen.	147
Abbildung 34: Einbeinstand rechts und links mit geöffneten Augen.	147
Abbildung 35: Einbeinstand rechts und links mit geschlossenen Augen.	148
Abbildung 36: Hüftbreiter Stand mit offenen Augen.	148
Abbildung 37: Füße parallel zusammen mit offenen Augen.	149
Abbildung 38: Hüftbreiter Stand mit geschlossenen Augen.	149
Abbildung 39: Füße parallel zusammen mit geschlossenen Augen.	150
Abbildung 40: Füße hintereinander mit offenen Augen.	150
Abbildung 41: Füße hintereinander mit geschlossenen Augen.	151
Abbildung 42: Liniengang vorwärts und rückwärts.	152
Abbildung 43: Liniengang vorwärts und rückwärts.	152
Abbildung 44: Seiltänzerengang vorwärts und rückwärts.	153
Abbildung 45: Balancieren vorwärts und rückwärts.	153
Abbildung 46: Balancieren seitlich (mit rechtem Bein voran).	154
Abbildung 47: Liniengang mit geschlossenen Augen.	154
Abbildung 48: Länge des gesamten Schwankungsweges. Ausgemessen mit einer Zebris PDM-S Plattform im hüftbreiten Stand.	155
Abbildung 49: Timed Up and Go Test.	156
Abbildung 50: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus.	157
Abbildung 51: Die markierten Punkte der Probanden (siehe die mit Pfeilen markierten Punkte).	158
Abbildung 52: Schrittlänge (siehe optische Hervorhebung).	159
Abbildung 53: Spurbreite (siehe optische Hervorhebung).	160
Abbildung 54: Maximale Extension des Kniegelenks (siehe optische Hervorhebung).	160
Abbildung 55: Maximale Flexion des Kniegelenks (siehe optische Hervorhebung).	161
Abbildung 56: Ablauf der Hauptuntersuchung I.	163

Abbildung 57: Mittelwerte (\pm SD) des statischen GGT Reha.	172
Abbildung 58: Mittelwerte (\pm SD) des dynamischen GGT Reha.	173
Abbildung 59: Mittelwerte (\pm SD) des gesamten GGT Reha.	174
Abbildung 60: Gruppenmittelwerte(M) (\pm SD) bezüglich signifikant unterschiedlicher Parameter des Schankweges (in mm).	177
Abbildung 61: Timed Up and Go Test.	179
Abbildung 62: Verteilung der Messwerte des Timed Up and Go Tests.	180
Abbildung 63: Mittelwerte (\pm SD) der maximalen Geschwindigkeit der Probanden.	182
Abbildung 64: Mittelwerte (\pm SD) der Schrittlänge der Probanden.	183
Abbildung 65: Mittelwerte (\pm SD) der Spurbreite der Probanden.	184
Abbildung 66: Mittelwerte (\pm SD) der Knieflexion der Probanden.	185
Abbildung 67: Mittelwerte (\pm SD) der Knieextension der Probanden.	187
Abbildung 68: Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF-12.	188
Abbildung 69: WOMAC: Arthroseindex.	191
Abbildung 70: Korrelation zwischen BMI und Gleichgewichtsfähigkeit (GGT Reha und TUG) für die Hüftgruppe.	192
Abbildung 71: Korrelation zwischen BMI und Gleichgewichtsfähigkeit (GGT Reha und TUG) für die Kniegruppe.	193
Abbildung 72: Korrelation zwischen BMI und Gleichgewichtsfähigkeit (GGT Reha und TUG) für die Referenzgruppe.	193

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ein Überblick zum SGB IX (mod. nach Schüle & Jochheim, 2012, S.72).	6
Tabelle 2: Therapieplan (Beispiel) nach Knie-TEP-Implantation (mod. Rupp & Wydra, 2012, S. 133).....	18
Tabelle 3: ICF-Orientierung und Modularisierung (mod. nach Schüle & Jochheim, 2012, S. 95).....	24
Tabelle 4: Definition der Therapieziele in Abhängigkeit von Zielebene und Bezugsgruppe (mod. nach Bös et al., 1992, S. 61)	27
Tabelle 5 Einige allgemeine Ziele der Rehabilitation (mod. nach Froböse & Fiehn, 2003, S. 11).....	28
Tabelle 6: Rahmenzielsetzungen des Trainings in der Therapie (eine Darstellung nach Froböse & Fiehn, 2003, S. 23, 24).	31
Tabelle 7: Regeln der Endoprothesenschule (mod. nach Heisel, 2005, S.154).	48
Tabelle 8: Vorrangige postoperative Behandlungs- und Rehabilitationsziele einer Hüft- bzw. Kniegelenkendoprothese (mod. nach Heisel & Jerosch, 2007, S. 72, 73).	49
Tabelle 9: Sporttherapeutische Zielsetzung/ICF CLUSTER (mod. nach Baldus & Schüle, 2012, S. 452, 453).	51
Tabelle 10: Besonderheiten in der frühen Nachbehandlung nach Hüft- und Knie TEP (mod. nach Heisel, 2005, S. 155; Heisel, & Jerosch, 2007, S. 170).	54
Tabelle 11: Belastungsphasen in der frühen Nachbehandlung nach Hüft- und Knie TEP (mod. nach Heisel, 2005, S. 151, 153).	55
Tabelle 12: Direkte Sturzursachen (mod. nach Schott & Kurz, 2008, S. 48)	78
Tabelle 13: Anatomisch-funktionell wichtige Strukturen zur Kontrolle von Körpergleichgewicht und Gang (mod. nach Hennerici & Bänzner, 2001, S. 15)	87
Tabelle 14: Pathologische Faktoren (eine Darstellung nach Perry et al., 2003, S. 102 - 107).	88
Tabelle 15: Wichtige Untersuchungsparameter für die COG- und COP- Quantifizierungen (mod. nach , Bös, 2001, S. 287).	95
Tabelle 16: Objektive Untersuchungsmethoden (eine Darstellung nach Beckers & Deckers, 1997, S. 52 - 62).....	101
Tabelle 17: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der Videoanalyse (Darstellung nach Nicolakis & Kopf, 2005, S. 81 - 82, 86).	104
Tabelle 18: Trefferanzahl in PubMed für die jeweiligen Suchbegriffe in den letzten 20 Jahren (Stand 07.05.2014).	111
Tabelle 19: Untersuchungen zum Gleichgewicht und zur Mobilität bei Knie- und Hüft-TEP-Patienten.	117
Tabelle 20: Trefferanzahl in PubMed für die jeweiligen Suchbegriffe in den letzten 20 Jahren (Stand 07.05.2014).	121
Tabelle 21: Untersuchungen zur Ganganalyse bei Knie- und Hüft TEP-Patienten.....	126
Tabelle 22: Durchgeführte Variablenstichprobe der Hauptuntersuchung und Teiluntersuchung.	141

Tabelle 23: Deskriptive Statistiken. Mittelwerte und Standardabweichungen für Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht und BMI	143
Tabelle 24: Mittelwerte \pm Standardabweichungen zu Alter, Größe, Gewicht und BMI der Hüftsportteilnehmer; N = 35	164
Tabelle 25: Interpretation des Korrelationskoeffizienten (mod. nach Bös, Hänsel & Schott, 2004, S. 169).....	168
Tabelle 26: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gruppenmerkmale mit Signifikanzangabe (p-Wert).....	170
Tabelle 27: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich des GGT Reha statisch.....	171
Tabelle 28: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich GGT Reha dynamisch.	172
Tabelle 29: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich GGT Reha gesamt.	174
Tabelle 30: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben.	175
Tabelle 31: Gruppenvergleiche bezüglich des Parameters der Schwankwege, abhängig von der Untersuchungsgruppe und der Übung.	176
Tabelle 32: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich Timed Up and Go Test.....	178
Tabelle 33: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich der maximalen Geschwindigkeit.....	181
Tabelle 34: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich der Schrittlänge.	183
Tabelle 35: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich der Spurbreite.....	184
Tabelle 36: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich der Knieflexion.....	185
Tabelle 37: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich der Knieextension.....	186
Tabelle 38: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich der Lebensqualität.	188
Tabelle 39: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich des WOMAC.	190

Tabelle 40: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben.	195
Tabelle 41: Ergebnisse der hierarchischen Regressionen in der Übersicht	195
Tabelle 42: Kanonische Korrelation zwischen Variablenset 1 (GGT Reha, TUG) und Variablenset 2 (SF-12, WOMAC).	197
Tabelle 43: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die jeweiligen Gruppenvergleiche pro Test.	199

Abkürzungsverzeichnis

Abb.:	Abbildung
ADL:	Activities of Daily Living
AHB:	Anschlussheilbehandlung
AOK:	Allgemeine Ortskrankenkasse
BAR:	Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitaion
BMI:	Body Mass Index
bzw.	beziehungsweise
d.h.:	das heißt
DIMDI:	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
DKG-NT:	Tarifwerk der Deutschen Krnakenhausgesellschaft
DKR:	Deutsche Kodierrichtlinie
DRG:	Diagnosis related groups
DRV:	Deutsche Rentenversicherung Bund
ebd.:	ebenda
et al.:	et altera
etc.	et cetera
EMG:	Elektromyographie
FF:	foot-flat
G-DRG:	German Diagnosis Related Groups
GGT:	Gleichgewichtstest von Wydra
GOÄ:	Gebührenordnung für Ärzte
HO:	heel-off
HS:	heel strike
ICF:	Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit
ICIDH:	International Classification of Impairments, Disability and Handicaps
KHEntgG:	Krankenhausentgeltgesetz
M.:	Musculus
mod.:	modifiziert
MS:	mid-stance phase
MSW:	mid-swing
N:	Anzahl
OP:	Operation
OPS:	Operationen- und Prozedurenschlüssel Internationale Klassifikation der Prozeduren in der Medizin
p- Wert:	Irrtumswahrscheinlichkeit
r:	Korrelationskoeffizient

SF-12/	Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand (Die gesundheitsbezogene Lebensqualität)
Tab.:	Tabelle
TO:	toe-off
TUG:	Timed Up and Go Test
TEP:	Totalendoprothese
u.a.	unter anderem
WHO:	Weltgesundheitsorganisation
WOMAC:	Western-Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index
ZNS:	Zentrales Nervensystem
z. B.:	zum Beispiel

1 Einleitung

Arthrose gehört zu den immer häufiger auftretenden Krankheiten in der heutigen alternden Gesellschaft. Sie geht meist aus starken altersbedingten Gelenk-abnutzungen hervor. Ihre Entstehung kann auch durch Übergewicht und regelmäßige, einseitige Gelenkbelastung begünstigt werden (Groß, Fickert & Günther, 2005). Thews, Mutschler und Vaupel (2007) sprechen bei dieser Krankheit aus medizinischer Sicht von einem progressiven, degenerativen Abbau der Gelenkknorpel. Die häufigsten Formen der Arthrose sind die Hüft- und die Kniegelenkarthrose, auch Kox- und Gonarthrose genannt. Sie sind ebenfalls Gegenstand dieser Arbeit. Je nach Schweregrad der Erkrankung stellen diese beiden Arthrosevarianten eine starke Beeinträchtigung für das Ausführen alltäglicher Aktivitäten der Betroffenen dar. Ihr Krankheitsverlauf ist progressiv schmerzhaft und zwingt die Betroffenen in fortgeschrittenem Stadium oft zu unbewussten Schonhaltungen, was auf Dauer weitere Erkrankungen des Bewegungsapparates sowie übermäßige Abnutzung anderer Gelenke aufgrund von Fehlhaltungen und somit neue Schmerzursachen nach sich ziehen kann. Eine solche Entwicklung führt oft zu einer starken Mobilitätseinschränkung (Jessel, 2010) und bei älteren Menschen auch zu einem Rückzug aus dem alltäglichen sozialen Leben. Durch die zunehmende Alterung der Gesellschaft ist damit zu rechnen, dass das Krankheitsbild der Arthrose mit samt seiner Folgeerscheinungen in naher Zukunft immer häufiger medizinisch diagnostiziert werden wird (Söder & Aigner, 2011). Diese Mobilitätseinschränkungen durch Arthrose können die Teilhabe am sozialen, alltäglichen und sogar beruflichen Leben älterer Menschen limitieren.

Werden die Beeinträchtigungen der Patienten durch die Kox- oder Gonarthrose zu groß, wird häufig zum Einsetzen eines Hüft- oder Kniegelenkersatzes geraten (Söder & Aigner, 2011). In Deutschland steigt die Anzahl der Totalendoprothese(TEP)-Implantationen laut Drabiniok, Pfeil und Heisel (2009) sowie der BARMER-GEK (2010) konstant an. Alleine für den Zeitraum zwischen 2003 und 2009 wurden deutschlandweit rund 1.013.000 Kniegelenks- und 1.379.000 Hüftgelenkoperationen durchgeführt. Dies führt zu jährlichen Behandlungskosten von über 500 Millionen Euro (ebd.). Eine Tendenz, die für die kommenden Jahrzehnte bestehen bleiben wird. Es handelt sich hierbei allerdings, trotz neuer minimalinvasiver Implantationsmethoden, die tendenziell weniger gesundes Gewebe verletzen, um einen schweren Eingriff für den menschlichen Körper, da ein Fremdkörper aus anorganischen Materialien für das degenerierte Gelenk eingesetzt wird. Zudem sind die TEP-Patienten nach dem operativen Eingriff im Bereich der Gleichgewichts- und Gehfähigkeit mit deutlichen temporären Mobilitätseinschränkungen konfrontiert (Stolze et al.,

2008). Aufgrund dessen ist es wichtig, den Patienten entsprechend ausgerichtete Rehabilitations- und Therapieangebote zur Wiedereingliederung in das alltägliche Leben zukommen zu lassen. Die üblichen zu durchlaufenden Stationen eines Patienten in einer Rehabilitationsphase nach einem derartigen Eingriff sind das Akutkrankenhaus, eine stationäre Anschlussheilbehandlung (AHB) und eine wohnortnahe Nachsorge (Bürger & Buschmann-Steinbäge, 2000; Heisel et al., 2007). Das Ziel dieser Rehabilitationsmaßnahmen ist die Wiederherstellung der Mobilität des Patienten und seine Wiedereingliederung in die Gesellschaft und das Berufsleben (Bös et al., 1992; Heisel & Jerosch, 2007). Hierzu bildet die „International Classification of Functioning, Disability and Health“ (ICF) einen rechtlichen und auch praktischen Rahmen. Die Verbesserung der Mobilität ist darin als wichtiger Schritt zur Erlangung der sozialen und beruflichen Wiedereingliederung des Patienten verankert, dies bezieht sich auch auf die Befähigung des Patienten, wieder eine geeignete Sportart treiben zu können (DIMDI, 2010).

Eine Verbesserung der Mobilität und damit auch der Teilhabe des Patienten kann ebenso zu einer Verbesserung der Lebensqualität führen. Um diese Reintegration des Patienten zu gewährleisten, müssen vom Arzt oder Therapeuten in Zusammenarbeit mit dem Patienten individuelle Therapieziele festgelegt werden. Aufgrund kontinuierlicher Sparmaßnahmen seitens der finanziellen Träger des Rehabilitationswesens wird die Aufenthaltsdauer im Akutkrankenhaus und in der stationären AHB immer weiter gekürzt (Findeklee & Büttner, 2000). So betrug die Aufenthaltsdauer in der AHB-Einrichtung im Jahr 1998 nur noch 28 Tage, im Vergleich zu 36 Tagen im Jahr 1987 (ebd.). Heute beträgt die Dauer der AHB normalerweise 21 Tage, und muss von den Kostenträgern zunächst genehmigt werden (Sonnekalb, 2005; Lüring, 2010).

Es stellt sich die Frage, ob bei einer solch starken Verkürzungstendenz der Aufenthaltsdauer immer noch ein ausreichender Rehabilitationserfolg gewährleistet werden kann und somit die vorab vereinbarten Therapieziele erreicht werden können. Eine kostengünstige Maßnahme zur Stabilisierung des Rehabilitationserfolgs der AHB und eine Möglichkeit den Kostendruck aufzufangen, präsentiert sich in Form von sporttherapeutischen Nachsorgetrainingsgruppen (Horstmann et al., 2001a; Horstmann & Haupt, 2005).

Aus diesem Grund beschäftigt sich diese Untersuchung damit, ob die heutigen, aus Kostenreduktionsgründen geschmälernten Rehammaßnahmen, vor allem hinsichtlich der AHB, noch ausreichend sind, um einen angemessenen Rehabilitationserfolg zu gewährleisten.

Die Hauptuntersuchung I und II (Kapitel 3.3 und 4.1) dieser Arbeit befasst sich deshalb mit dem Grad der Gleichgewichtsfähigkeit und dem Gangbild von TEP-Patienten nach Abschluss der AHB. Dabei werden nicht nur die Gleich-

gewichtsfähigkeit und das Gangbild analysiert, sondern auch die persönliche Einschätzung hinsichtlich Körpergefühl und Lebensqualität, erfasst. Die daraus gewonnenen Werte werden mit den Messergebnissen einer gesunden Referenzgruppe verglichen und ausgewertet. Auf diese Weise soll ermittelt werden, ob die vor Rehabeginn festgelegten Rehaziele erreicht werden konnten, das heißt, ob die Rehabilitation erfolgreich und damit ausreichend war.

Mit Rücksicht auf die Wundheilung bei TEP-Patienten, die selbst nach Ende der AHB noch nicht abgeschlossen ist, kann auch die Mobilisierung durch die AHB noch nicht abgeschlossen werden. Es bedarf nach Abschluss der Wundheilung des Patienten weiterer bewegungstherapeutischer Maßnahmen, um unter anderem das Gleichgewicht des Patienten zu verbessern. Die Teiluntersuchung (Kapitel 3.4 und 4.2) befasst sich deshalb im Anschluss an die Hauptuntersuchung mit den Therapieangeboten nach der AHB, also den Nachsorgeleistungen, und inwiefern diese die Rehabilitationsfortschritte der AHB hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit stärken oder verbessern können. Daher rückt die Fragestellung in den Fokus, inwieweit sich überhaupt die Hüftsportgruppen und die stationären Hüft- und Knie-TEP-Patienten nach der AHB hinsichtlich des Ausprägungsgrades der Gleichgewichtsfähigkeit unterscheiden. Außerdem von Relevanz ist, ob die Hüftsportgruppe ihre Rehabilitationsziele in Bezug zur Referenzgruppe erreicht hat.

2 Theoretische Aufarbeitung des Problemfeldes

Das folgende Kapitel soll zunächst die Grundzüge des Rehabilitationswesens und vor allem dessen allgemeine Zielsetzungen näher erläutern. Im Anschluss daran soll der Fokus auf die Rehabilitation von Hüft- und Knie-TEP-Patienten gelenkt werden. Dies beinhaltet eingangs eine allgemeine Darstellung der anatomischen Grundlagen sowohl des Hüft- als auch des Kniegelenks, eine genauere Erläuterung des Krankheitsbilds der Arthrose sowie die spezifischen Ziele der Rehabilitation von Hüft- und Knie-TEP-Patienten. Da die Mobilität des Patienten ein zentraler Aspekt jeglicher Rehabilitationsmaßnahmen ist, soll außerdem genauer auf die Mobilitätsfaktoren Gleichgewichtsfähigkeit und Gang eingegangen werden sowie im Anschluss daran auf die möglichen Tests und Verfahren zur Erfassung der Mobilität eines Menschen. Zu guter Letzt befasst sich dieses Kapitel mit dem aktuellen Stand der Forschung zur Untersuchungsthematik dieser Arbeit anhand exemplarisch ausgewählter, relevanter Studien zu den Mobilitätsfaktoren Gang und Gleichgewicht. Dabei werden mögliche offene Fragen hinsichtlich des Forschungsstandes erörtert.

2.1 Rehabilitation und Therapie

Jegliche Operation, beispielsweise im orthopädischen Bereich, ist für den menschlichen Körper ein schwerer Eingriff, der unmittelbar nach der Operation die Gehfähigkeit des Patienten erheblich beeinträchtigt und daher eine angemessene Therapie- und Rehabilitationsphase erfordert. Um an den Themenkomplex der Rehabilitation heranzuführen, wird im folgenden Kapitel zunächst einmal der Begriff der allgemeinen Rehabilitation erläutert und gleichzeitig auch auf die medizinische Rehabilitation eingegangen (Kapitel 2.1.1). Des Weiteren beschäftigt sich das Kapitel mit der allgemeinen Entwicklung des deutschen Rehabilitationswesens (Kapitel 2.1.2), einschließlich der Kostenentwicklung und der wichtigsten Träger sowie der Eingliederung der Behandlungsfälle in sogenannte Diagnosis Related Groups (DRG). Zuletzt werden die Rehakette und die einzelnen Rehaphasen (Kapitel 2.1.3) eingehend erläutert.

2.1.1 Begriff der Rehabilitation im Allgemeinen und medizinische Rehabilitation

„Der Begriff der rehabilitatio erscheint im mittellateinischen rechtlichen Sprachgebrauch synonym mit der restitutio als Wiedereinsetzung in ein innegehabtes Recht oder einen früheren Besitzstand“ (Welti, 2005, S. 119). Schüle und Jochheim (2012, S. 67 - 69) verstehen unter dem Begriff „Rehabilitati-

on“ die Gesamtheit der Maßnahmen, mit deren Hilfe man einem Spätbehinderten oder Menschen, die seit ihrer Geburt mit Einschränkungen konfrontiert sind, die Wiedereingliederung in die Gesellschaft oder für Letztere eine erste Einführung die soziale Welt ermöglichen kann. „Habilitation als Erst- und Rehabilitation als Wiedereingliederung werden somit identisch verwendet“ (Schüle & Jochheim, 2012, S. 68). Der Begriff „Rehabilitation“ umfasst somit alle Hilfen, die behinderten oder von Behinderung bedrohten Menschen die Teilhabe an der Gesellschaft ermöglichen. Darüber hinaus wurden sieben Grundprinzipien der Rehabilitation festgeschrieben: Sie soll „sofort“, „nahtlos“, „individuell“, „ganzheitlich“, „ressourcenorientiert“, „interdisziplinär und interfakultativ“ sowie „selbstbestimmt und dialogorientiert“ (Schüle & Jochheim 2012, S. 69) umgesetzt werden.

Die gesetzlichen Richtlinien zur Rehabilitation wurden im Jahr 2001 in Kraft getretenen Sozialgesetzbuch IX (SGB IX) in einem der zwölf Kapitel des SGB IX zusammengefasst. Im Fokus des SGB IX steht die Harmonisierung der einzelnen Rehabilitationsleistungen sowie das Schaffen größtmöglicher Flexibilität und, die „Selbstbestimmung und gleichberechtigte Teilhabe am Leben in der Gesellschaft zu fördern, Benachteiligungen zu vermeiden oder ihnen entgegenzuwirken“ (Kossens, von der Heide & Maaß, 2009, S. 37). In der folgenden Tabelle werden die wichtigsten Punkte des SGB IX zusammengetragen.

Tabelle 1: Ein Überblick zum SGB IX (mod. nach Schüle & Jochheim, 2012, S.72).

Folgende Punkte des SGB IX sind besonders zu beachten
<ul style="list-style-type: none"> • Schaffung eines einheitlichen Rehabilitationsverständnisses auf der Basis der ICF mit dem Schwerpunkt der Teilhabe (Partizipation) • Mehr Mitwirkungsrecht (Wahlrecht) und Eigenverantwortung der Betroffenen • Einrichtung von gemeinsamen Servicestellen der Leistungsträger • Gleichrangigkeit stationärer und ambulanter Rehabilitation • Klagerecht der Behindertenverbände • Beschleunigung der Bewilligungsverfahren • Verbesserung der Transparenz der Leistungen • Leistungsträgerübergreifende Empfehlungen unter der Koordination der BAR • Einbeziehung von Präventionsleistungen bei den Reha-Leistungsträgern • Rehabilitationssport und Funktionstraining werden Pflichtleistungen • Frührehabilitation im Krankenhaus • Selbstvertrauen und Schutz von behinderten und von Behinderung bedrohten Frauen gilt es besonders zu stärken • Verbesserung des Qualitätssicherungsprogramms

Die medizinische Rehabilitation hat nicht alleine die Heilung des Patienten zum Ziel, sondern vor allem auch die „Rückführung, Integration und Teilhabe des betroffenen Menschen in das berufliche und soziale Leben“ (Weber, 2010, S. 6). Da berücksichtigt werden muss, dass der Patient bereits schon an einer Behinderung leidet bzw. dem Patienten eine irreversible Behinderung droht (Welti, 2005, zitiert nach Weber, 2010, S. 5 - 6).

Weber-Falkensommer und Vogel (1997, S. 28) haben angemerkt, dass sich die Rehabilitation zum einen auf Menschen konzentriert, die nach Konfrontation mit akuten Ereignissen eine umfassende (medizinische) Behandlung benötigen, damit sie zu ihrem Funktionsniveau vor dem Ereignis wieder zurückfinden. Es ist vorauszusetzen, dass die Folgen des oben genannten Ereignisses, wie zum Beispiel ein Unfall oder eine Operation, prinzipiell reversibel sind. Zum anderen konzentriert man sich seit einigen Jahrzehnten immer häufiger auf Patienten, die gezwungen sind, ihr Leben aufgrund bleibender gesundheitlicher Beeinträchtigungen umzustellen.

2.1.2 Veränderte Situation im Gesundheitssystem: Die Entwicklung der Rehabilitationswissenschaften

2.1.2.1 Kostenentwicklung im gesamten Gesundheitssystem

Anders als in vielen Verwaltungsstrukturen, kommt es laut Müller-Fahrnow, Schliehe und Spyra (2000, S. 184) in der rehabilitativen Systemforschung nicht auf die Effektivität der einzelnen Projekte und Planungen an, sondern auf „das Zusammenwirken von Bedarfsentwicklung, Versorgungsstrukturen und Prozessen der Leistungserbringung in Abhängigkeit von Bevölkerungsaufbau, Krankheitswandel, Beschäftigungsstruktur, ökonomischen Ressourcen, politischen Entscheidungen einerseits und versorgungsstrukturellen Aspekten der Planung und Steuerung, Arbeitsteilung und Spezialisierung, Abstimmung und Kooperation, Wirtschaftlichkeit und Qualitätsentwicklung andererseits“ (ebd.).

Welti (2005) zufolge kann Rehabilitation auch als Ziel des Gesundheitswesens hervortreten:

„Rehabilitation ist, wie dargestellt, ein Teilbereich des deutschen Gesundheitswesens. Zugleich kann Rehabilitation als umfassendes Ziel aller Teilbereiche des Gesundheitswesens verstanden werden. Hierüber ist in der wissenschaftlichen und politischen Diskussion der letzten Jahre diskutiert worden, bei der die gewachsenen Strukturen und die Effektivität des Gesundheitswesens in Deutschland kritisch beleuchtet worden sind“ (Welti, 2005, S. 139).

Betrachtet man die Eingliederung der Rehabilitation im deutschen Sozialsystem, so fällt auf, dass sich derzeit sieben Kostenträger finden. Die sind jeweils für unterschiedliche Leistungen und Bereiche zuständig. Die genaue Aufteilung der Zuständigkeitsbereiche wird in der folgenden Abbildung veranschaulicht (Abb. 1):

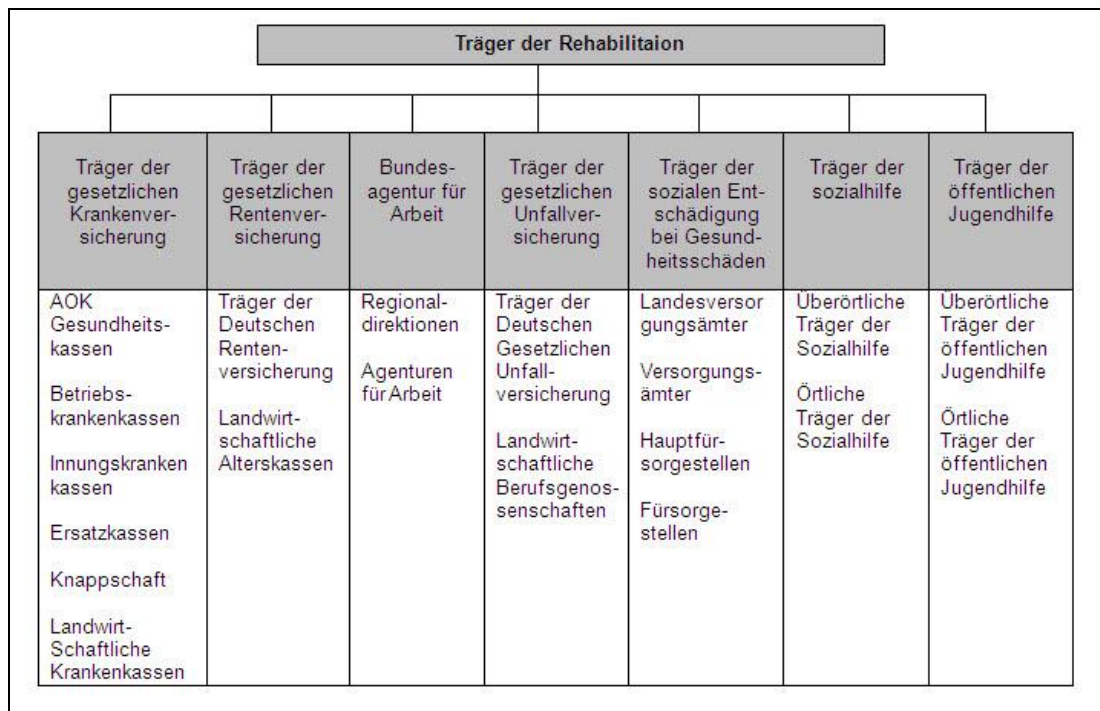


Abbildung 1: Träger der Rehabilitation (BAR, 2011, zitiert nach Schüle & Jochheim, 2012, S. 69).

Schüle und Jochheim (2012) erwägen es für wichtig, bei der Rehabilitation den Schwerpunkt auf das Erlangen oder den Erhalt der Erwerbsfähigkeit zu setzen, wobei diese sich in erster Linie an der Wirtschaftlichkeit im Sinne einer Kostendämpfung im Bereich des Gesundheitswesens orientiert.

Aufgrund eben dieser Kostenreduktionsforderung möchte der Gesetzgeber, dass ambulanten und teilstationären Rehabilitationsmaßnahmen prinzipiell Vorrang gegenüber stationären Maßnahmen eingeräumt wird. Zwar bringt der Ausbau neuer ambulanter und teilstationärer Reha-Angebote eindeutige Ersparnisse, da deutlich weniger Personal involviert ist und weniger Unterhalts-, Investitions- und Übernachtungskosten erstattet werden müssen. Betrachtet man jedoch die Kostenentwicklung im gesamten Gesundheitssystem, dann lässt sich feststellen, dass der Ausbau neuer Reha-Maßnahmen keine zweifelsfreie Kosteneinsparung mit sich bringt (Bürger & Buschmann-Steinhage, 2000).

Entzündliche Gelenkerkrankungen wie beispielsweise Kox- oder Gonarthrose machen volkswirtschaftlich einen großen Teil der Kosten im Gesundheitssystem aus. Aktuelle Statistiken zeigen auf, dass die Kosten für den Krankheitsbereich der Osteoarthrose/Osteoporose weltweit stark ansteigen (Weber 2010). Einer Pressemitteilung aus dem Jahre 2010 der BARMER GEK zufolge stellen die gesetzlichen Krankenversicherungen für Hüft- und Knie-TEP-

Erstimplantationen 2,9 Milliarden Euro allein für das Jahr 2009. Dies hat auch großen Einfluss auf die Wachstumsmärkte (BARMER GEK, 2010).

Schätzungsweise wird die Zahl der TEP-Operationen weiter zunehmen, wenn man das Altern der Gesellschaft betrachtet.

Betrachtet man die durch die BARMER GEK (2010) veröffentlichten Studienergebnisse zu Hüft-TEP-Operationen zwischen 2003 und 2009, so fällt auf, dass die Zahl der Erstimplantationen von 21,4 auf 25,3 Fälle pro 10.000 gestiegen ist, also um insgesamt 18 Prozent. Allerdings lässt sich nur ungefähr die Hälfte dieser prozentualen Zunahme, das heißt ca. 9 Prozent, auf das allgemeine Älterwerden der Gesellschaft zurückführen. Betrachtet man wiederum die Zahl der Knie-TEP-Erstimplantationen, zeigt sich eine Zunahme von 52 Prozent, also von 14 auf 21,3 Fälle pro 10.000. Der Anteil der altersbedingten Fallzunahme liegt bei ca. 16 Prozent. Damit hat ein Großteil der vermehrten Erstimplantationen andere, nicht altersbedingte Ursachen (ebd.). Die oben genannten Studienergebnisse werden in der folgenden Abbildung 2 veranschaulicht:

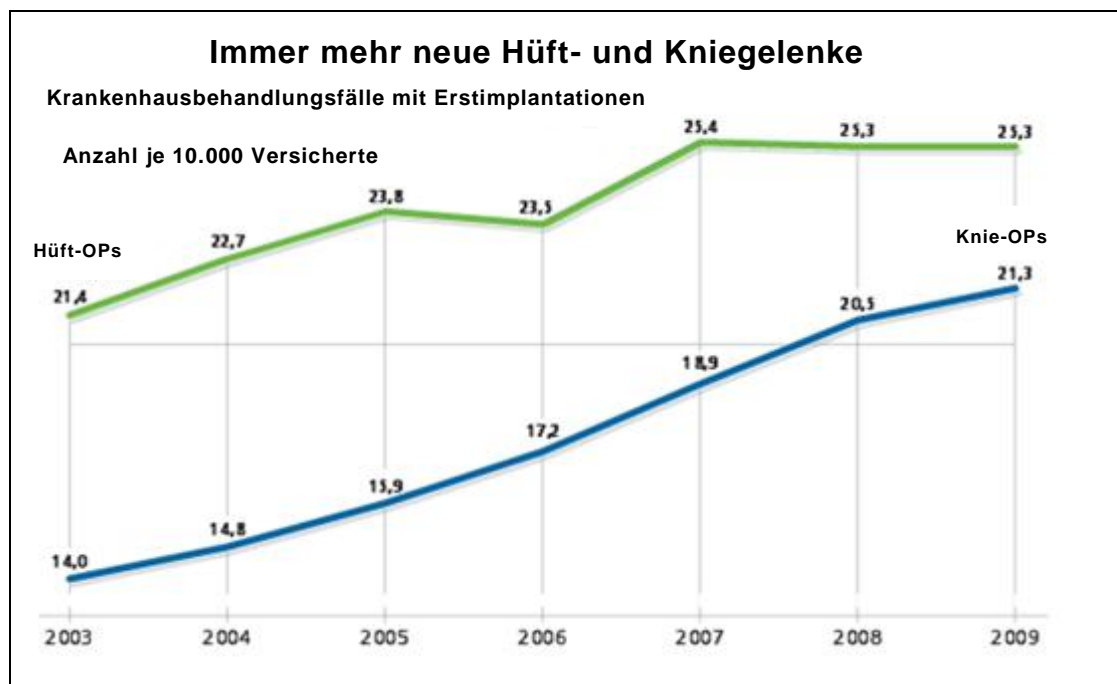


Abbildung 2: Zahl der Eingriffe am Hüft- und Kniegelenk steigt kontinuierlich (mod. nach BARMER GEK, 2010).

Reginster et al. (2001) untersuchten für die Zeitspanne von 1984 bis 1996 die Häufigkeit von Hüftfrakturen in Belgien. Dabei stellten sie fest, dass das Auftreten von Hüftfrakturen in der Bevölkerung von Jahr zu Jahr zunimmt, vor allem bei Menschen im fortgeschrittenen Alter. Als Gründe für solch eine Ten-

denz wurde neben der stetig steigenden Lebenserwartung beispielsweise auch der vermehrte Gebrauch von Psychopharmaka, Alkohol und Tabak angeführt. Aufgrund dieser Untersuchung wurde eine Prognose für die Häufigkeit von Hüftfrakturen in Belgien für das Jahr 2050 erstellt. Demnach soll die Zahl an neuen Hüftfrakturpatienten im Jahr 2050 in Belgien bei 28.000 Fällen liegen. In Frankreich, das ein Fünffaches an Bevölkerung vorweist, liegt die Schätzung bei ca. 143.140 neuen Hüftfrakturfällen (Reginster, Gillet Gosset, 2001). Dies zeigt sich auch in folgender Abbildung (Abb. 3):

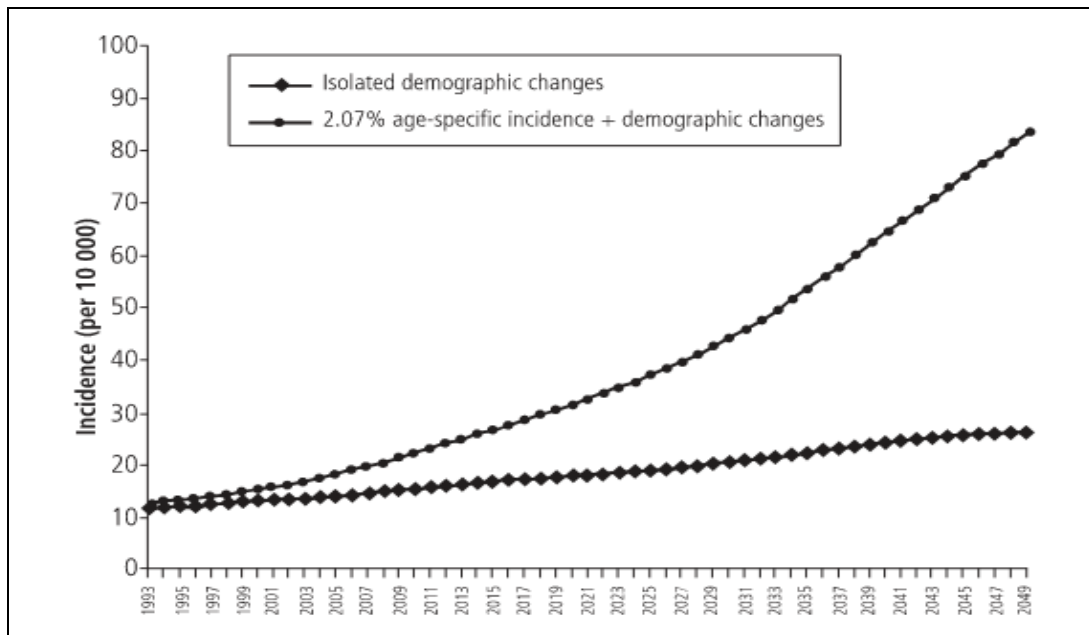


Abbildung 3: Expected number of hip fractures in Belgium until the year 2050 (Reginster et al, 2001, S. 944).

2.1.2.2 Einführung der German Diagnosis Related Groups (G-DRG)

Da die Behandlung von Patienten in Akutkrankenhäusern zu den teuersten Bereichen des Gesundheitswesens gehört, wurde 2003 ein neues, pauschalisiertes Krankenhausvergütungssystem eingeführt, das dem australischen Modell nachempfunden wurde. Dabei handelt es sich um das sogenannte German-diagnosis-related-groups-Klassifikationssystem (G-DRG). Nach einer einjährigen Erprobungsphase wurde das G-DRG-System ab Januar 2004 verpflichtend eingeführt. In den darauf folgenden zwei Jahren wurde das deutsche Krankenhausvergütungssystem, ausgehend von den Akutkrankenhäusern, somit grundlegend reformiert (Schüle & Jochheim, 2012; Zaiß, 2012).

Im Fokus dieser Reform steht die Verkürzung der Aufenthaltszeiten in Akutkrankenhäusern und damit auch eine Kostenersparnis für die Kostenträger der Reha-Leistungen. Experten befürchten indessen, dass damit die Behandlung in den Rehabilitationssektor verschoben wird, und damit auch die Kosten aus dem Krankenhausbereich in den Rehabereich, also in das Lager der Rentenversicherung geschoben werden. Dies wäre rechtlich nicht erlaubt (von Eiff et al., 2007). Im Zeitraum von 2003 bis 2006 wurden umfassende Daten von 1.342 Patienten und ihrer AHB erfasst und analysiert, um sich einen Überblick zu verschaffen und mögliche Veränderungen der Patientengruppen zu erfassen. Es ließ sich feststellen, dass der prozentuale Anteil der Komplikationen von 0,3 auf 21,8 % überwiegend im Bereich der Wundheilstörungen gestiegen ist (von Eiff et al., 2007; Kopp, Hinkel & Mau, 2009). Damit verändern und steigern sich auch die Anforderungen an die entsprechenden Reha-Einrichtungen, da sich die Patienten zu Beginn der Reha durch den kürzeren Aufenthalt im Akutkrankenhaus noch in einem schlechteren medizinischen Zustand befinden. Außerdem erhöht sich dadurch die Wahrscheinlichkeit, dass oben genannte Komplikationen während des stationären Reha-Aufenthalts auftreten (von Eiff & Schüring, 2011, S. 1164 - 1166).

Zur Kostensenkung im Gesundheitssystem wurden jedoch nicht nur Krankenhauspauschalen wie die G-DRG eingeführt, sondern auch neue individualisierte Behandlungswege. Hinsichtlich dieser Behandlungswege wird versucht, mögliche Behandlungsfolgekosten zu reduzieren oder gar ganz zu vermeiden, die durch Unter-, Über- und Fehlversorgung der Patienten entstehen können (Schüle & Jochheim, 2012).

Für die Einstufung der einzelnen Fälle in die richtige DRG ist ein entsprechendes Kodiersystem nach australischem Vorbild von essenzieller Bedeutung. Die Veröffentlichung des Dokuments „Deutsche Kodierrichtlinien, allgemeine und spezielle Kodierrichtlinien für die Verschlüsselung von Diagnosen und Prozeduren“ stellt erstmals eine Rechtsgrundlage für die Einführung des G-DRG-Modells zur Verfügung (Zaiß, 2012, S. 1). Darüber hinaus stellt es eine Möglichkeit dar, Kosten korrekt und einheitlich für verschiedene Fallgruppen abzurechnen. Seit 2003 wird das Dokument jährlich überarbeitet (ebd.).

Im folgenden Schema (Abb. 4) von Zaiß (2012, S. 5, 6) wird dargestellt, welchen Weg die Daten eines Patienten bei der Eingliederung in eine DRG und der Kostenkalkulation seines Behandlungsfalls nehmen. Auf der linken Seite des Schemas ist der Bereich, in dem die Deutschen Kodierrichtlinien (DKR) zum Tragen kommen, grau markiert. In diesem Bereich werden die Hauptdiagnose und ihre entsprechenden Nebendiagnosen sowie die zu kodierenden Prozeduren festgelegt. Gleichzeitig wird die Dokumentation des Krankheits-

falls mit dem Datensatz nach § 301 abgeglichen und entsprechend der ICD-10-GM kodierten Diagnosen und der OPS kodierten Prozeduren in das G-DRG-System eingruppiert. Auf der rechten Seite werden die „Kalkulationsdaten eines Behandlungsfalls [...] mithilfe einer Kostenstellen-, Kostenarten- oder wenn möglich sogar einer Kostenträgerrechnung ermittelt, wobei jedoch einem ICD-Kode bzw. einem OPS-Kode i.d.R. keine Kosten direkt zugeordnet werden“ (ebd. S, 6). Die Kalkulationsdaten nach Kalkulationshandbuch, wie beispielsweise das Kostenartenschema oder die Fallkosten, und die Gruppierungsdaten werden allerdings erst bei der Kostenberechnung im InEK (zur Festlegung der relativen Kostengewichte einer jeden DRG) benötigt (ebd.).

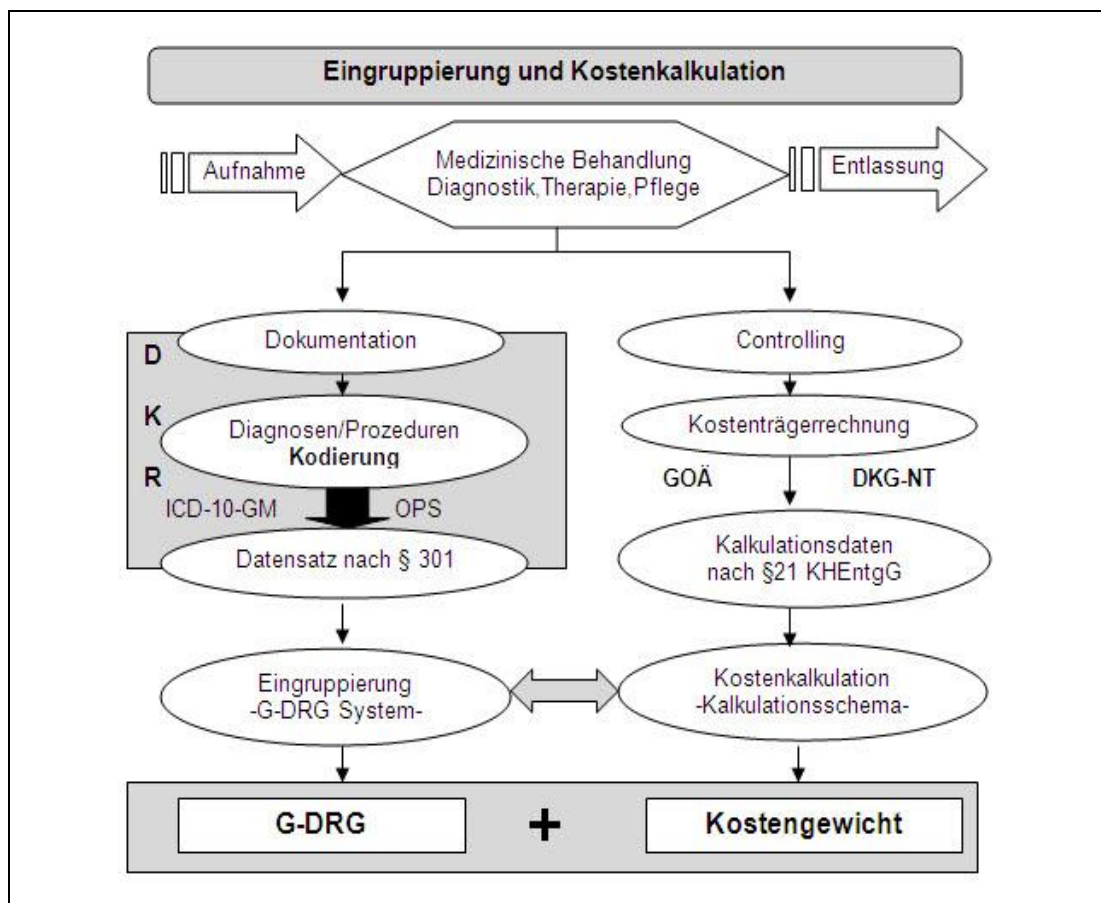


Abbildung 4: Eingruppierung und Kostenkalkulation im G-DRG-System (mod. nach Zaiß, 2012, S. 5).

2.1.2.3 Die Deutsche Rentenversicherung (DRV) als Kostenträger

Die Festlegung der Zuständigkeiten im deutschen Rehabilitationswesen orientiert sich hauptsächlich an der Rolle und den Zielen der einzelnen Kostenträger. Beispielsweise greift die Kranken- und Pflegeversicherung, wenn der Re-

habilitationsprozess eine Pflegesituation verhindern soll, oder eventuell in einer Pflegesituation enden könnte. Das Gleiche gilt auch für das Einschreiten der Rentenversicherung, wenn sich der Patient nahe dem Rentenalter befindet. Dies alles zeigt auf, dass das Rehabilitationssystem auch gesundheitsökonomischen Mechanismen folgt (Müller-Fahrnow, Schliehe & Spyra, 2000).

Die deutsche gesetzliche Rentenversicherung hat sich schon frühzeitig damit auseinandergesetzt, welchen Einfluss evidenzbasierte Therapieverfahren auf die Behandlung chronisch kranker Patienten haben. Seit dem Jahr 1998 hat sie dafür eigens Forschungsprojekte ins Leben gerufen (DRV 2011). Die in diesen Forschungsprojekten entwickelten Therapiestandards stellen einen Teil der Reha-Qualitätssicherung dar und machen es möglich, die Qualität der Rehatherapieleistungen zu überprüfen und zu bewerten (ebd.). Somit werden die Patienten nicht einzeln mit ihrer jeweils speziellen persönlichen Krankheitsgeschichte betrachtet, sondern die Gruppe aller Patienten mit den gleichen Rehabilitationsanforderungen (DRV, 2010). Laut DRV-Methodenbericht (2010) wurden durch die Entwicklung dieser Therapiestandards für Hüft- und Knie-TEP zum ersten Mal ausführliche Mindestansprüche an die Nachbehandlung von TEP-Operationen formuliert (ebd.). Wird erkannt und / oder bestätigt, dass ein Patient für eine absehbare Zeit arbeitsunfähig ist, besteht die Möglichkeit kurzzeitig oder dauerhaft finanziell von der Deutschen Rentenversicherung unterstützt zu werden (Heisel & Jerosch, 2007).

Dies bedeutet auch eine hohe finanzielle Belastung für den deutschen Staat – und das nicht nur durch die Finanzierung der Reha, sondern auch durch den Ausfall der Arbeitskraft. Aufgrund dessen bedeutet dies auf bundesweiter und gleichzeitig auch auf internationaler Ebene, abgesehen von dem hohen Letalitätsrisiko der Operation und den Kosten für das Gesundheitswesen, dass die ökonomischen Leistungsparameter deutlich gemindert werden (Weber, 2010).

2.1.3 Rehabilitationskette und Rehapphasen

2.1.3.1 Rehabilitationskette im deutschen Gesundheitssystem

Häufig beginnt der Rehabilitationsprozess kurz nach der Operation in der Akutklinik und wird in einer stationären oder ambulanten medizinischen Reha-Einrichtung weitergeführt (Zimmermann, 2008). Im Laufe der letzten Jahrzehnte ließ sich im deutschen Gesundheitswesen immer häufiger ein Trend hin zur Spezialisierung und Ausdifferenzierung der rehabilitativen Angebote verzeichnen. Wurden Reha-Leistungen zuvor ausschließlich stationär angeboten, so stehen den Patienten heute ebenso teilstationäre, ambulante und sogar erste Reha-Maßnahmen im Akutkrankenhaus sowie zahlreiche spezifische Nachsor-

geangebote zur Verfügung (Bürger & Buschmann-Steinbage, 2000, S. 140, 141; Heisel et al., 2007).

Betrachtet man die Bewegungs- und Sporttherapie im Rehabilitationsverlauf, so fällt auf, dass sie ein Hauptprinzip der Rehabilitation sichert, nämlich die Kontinuität. Die Bewegungs- und Sporttherapie zieht sich konstant von Beginn bis Ende durch den Rehabilitationsprozess, das heißt von der Akutklinik über den ambulanten, stationären oder teilstationären Besuch einer Reha-Einrichtung bis hin zur wohnortnahen Nachsorge. Im Idealfall geht die Bewegungs- und Sporttherapie nach Abschluss der Rehabilitation in das Betreiben allgemeinen Sports über. Dieser Verlauf wird auch im folgenden Fließdiagramm (Abb. 5) dargestellt (Vanden-Abeelee & Schüle, 2012, S. 34).

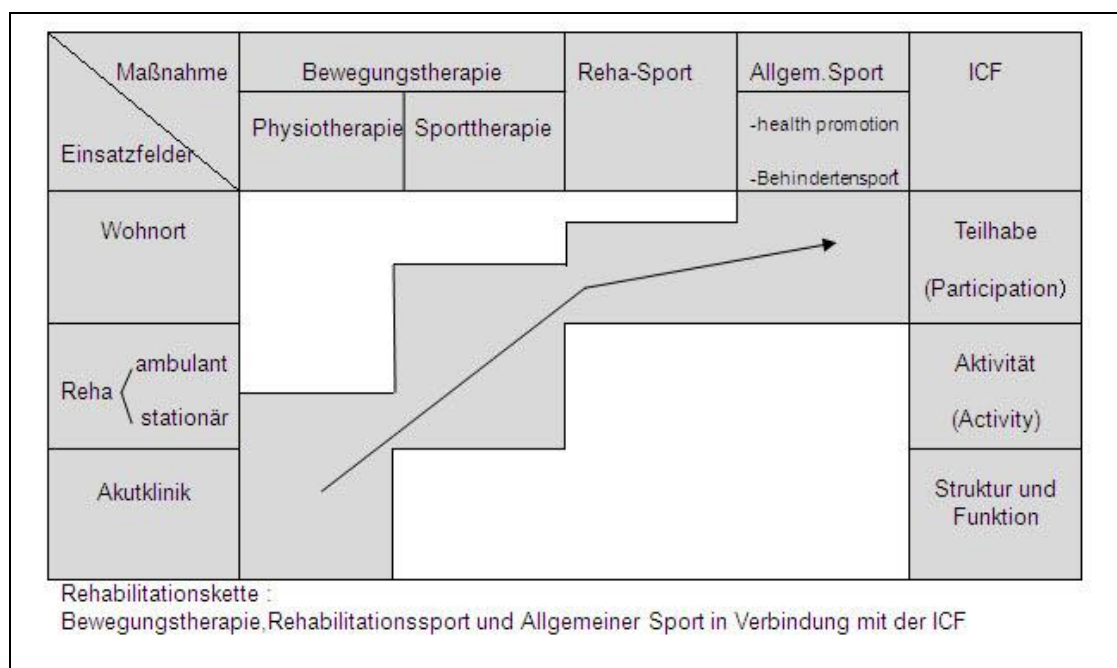


Abbildung 5: Bewegungstherapie und Sport in der Rehabilitationskette (mod. nach Vanden-Abeelee & Schüle, 2012, S. 34).

Wie sich bereits beim Betrachten der Abbildung feststellen lässt, gehen die einzelnen Therapieformen fließend in einander über. Gerade die Physio- und Sporttherapie überschneiden sich in diesen Übergängen oft. Je nach zu behandelndem Krankheitsbild überschneiden sie sich um 20 - 40 % (Vanden-Abeelee & Schüle, 2012). Mittlerweile hat sich das Rehabilitationswesen zu einem eigenständigen, bedeutenden Bereich im deutschen Gesundheitssystem herausgebildet. Die oben genannten Reha-Angebotsübergänge werden auch als Reha-Kette bezeichnet und bilden einen wichtigen Bestandteil des deutschen Rehabilitationswesens (Schüle & Jochheim, 2012).

Die oben genannte Ausdifferenzierung und Spezialisierung der rehabilitativen Maßnahmen deckt allerdings auch organisatorische Probleme innerhalb des Rehabilitationssystems auf, die zuvor bei ausschließlich stationärer Behandlung nicht zum Vorschein traten. Meist entstehen diese sogenannten Schnittstellenprobleme aufgrund festgefahrener Zuständigkeitsregelungen hinsichtlich der Finanzierung, der Reha-Träger und rechtlicher Regelungen. Aus diesem Grund ist es wichtig, neue Koordinations- und Integrationsmöglichkeiten für die neu entstandenen und althergebrachten Reha-Maßnahmen zu entwickeln und damit mehr auf die Bedürfnisse des Patienten einzugehen (Bürger & Buschmann-Steinbage, 2000).

In den nachfolgenden Teilkapiteln werden die einzelnen Rehaphasen und die damit verbundenen Angebotsformen eingehend erläutert.

2.1.3.2 Rehabilitative Angebote im Akutkrankenhaus

Bürger und Buschmann-Steinbage (2000) zufolge sollte die Rehabilitation im Idealfall schon von der ersten Stunde nach der Operation beginnen, also schon im Akutkrankenhaus. Leider ist dies in den meisten Fällen nicht möglich, da die Akutmedizin und Rehabilitation getrennte Bereiche im deutschen Gesundheitssystem sind. Daher erfolgt die Ausbildung in beiden Bereichen auch getrennt. Der Großteil der Ärzte in einem Akutkrankenhaus sind nicht in rehabilitativer Medizin ausgebildet und können somit auch keine frühzeitigen Reha-Maßnahmen einleiten. Des Weiteren fehlen in den meisten Akutkrankenhäusern auch die nötige rehabilitationsmedizinische Ausrüstung und die räumlichen Verfügbarkeiten. Eine Entwicklung hin zur Verbindung beider Bereiche ist erst seit kurzer Zeit im Gange und steckt demnach noch in den Kinderschuhen (Bürger & Buschmann-Steinbage, 2000).

Im direkten Anschluss an die sechs- bis siebentägige Akutphase folgt die ebenfalls sechs- bis siebentägige sogenannte Frührehabilitationsphase oder auch Subakutphase. Die Behandlung des Patienten kann in dieser Phase sowohl in einer Akutklinik als auch in einer AHB-Einrichtung erfolgen. Aufgrund dessen wäre es möglich, ein getrenntes Vergütungssystem für Akutphase und Frührehabilitationsphase zu erstellen. Auf dieser Theorie basiert auch das Schema der folgenden Abbildung (Abb. 6) (Beste & Gerdes, 2005, S. 299).

Tage	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21																				
Phase	Akut							Früh-Reha							AHB						
Kriterium	basale ADL o. Komplikat.							Wundheilung akt. Therapie													
Finanzierung	DRG- Pauschale							Früh-Reha (Pauschale)							AHB-Vergütung (ggf. Pauschale)						
Ort:	Akutklinik							Akut- oder AHB-Klinik							AHB-Klinik						

Abbildung 6: Finanzierungsschema bei getrennter Akut-, Frührehabilitations- und AHB-Phasenvergütung nach Hüft- oder Knie-Endoprothese (Best & Gerdes, 2005, S. 299).

Die Zusammenarbeit zwischen Rehabilitation und Akutmedizin ist bei einer stationären Behandlung anders geregelt als bei einer ambulanten oder teilstationären Behandlung. Deshalb werden beide Behandlungsbereiche im Anschluss getrennt erörtert (Beste & Gerdes, 2005).

2.1.3.3 Stationäre Rehabilitation (Anschlussheilbehandlung)

Die Dauer der AHB beträgt normalerweise 21 Tage und muss von den Kostenträgern zunächst genehmigt werden (Sonnekalb, 2005; Lüring, 2010). Früher schonten sich die Patienten über einen längeren Zeitraum im Bett (ebd.). Heutzutage vollzieht sich die medizinische Rehabilitation immer noch hauptsächlich durch einen stationären Aufenthalt in einer Reha-Klinik, die sich geschichtsbedingt meistens in einem Kurort befindet. (Bürger & Buschmann-Steinbage, 2000; Weber-Falkensammer & Vogel 1997). Je nach Krankheitsbild wird dem Patienten eine Auswahl an unterschiedlichen Behandlungsmaßnahmen entgegengebracht, wie beispielsweise Sozialberatung, Ergotherapie oder krankheitsbezogene Schulungen, die seiner Wiedereingliederung in das alltägliche (Berufs-) Leben dienen (Weber-Falkensammer & Vogel 1997). Dabei ist die Rentenversicherung in finanzieller Hinsicht der Hauptträger der medizinischen Rehabilitation. Sie greift in zwei Dritteln aller Fälle (Bürger & Buschmann-Steinbage, 2000). Rehabilitationsmaßnahmen sind für TEP-Patienten von Notwendigkeit, da eine Endoprothese nicht als körpereigen, sondern als Fremdkörper wahrgenommen wird, auch wenn der Patient kaum oder keinen Schmerz verspürt (Zimmermann, 2008). Im Falle eines künstlichen Hüftgelenks trägt die Krankenversicherung meist die Kosten für die Anschlussbehandlung, die aber auch in den meisten Fällen stationär vollzogen wird (Lüring, 2010). Dies hängt vor allem aber auch damit zusammen, dass die

Patienten erst ihre Mobilität wiedererlangen müssen, was durch eine stationäre Betreuung schneller und sicherer erreicht werden kann (ebd.).

Die AHB leitet im Falle akuter Krankenhausbehandlungen wie Operationen die stationäre Rehabilitation ein. Sie beginnt meist direkt nach dem Eingriff oder spätestens nach dem ein- bis zweiwöchigen Aufenthalt im Akutkrankenhaus. Deshalb bestehen besondere Anforderungen an die Infrastruktur und die Ausstattung eines AHB-Krankenhauses (Weber-Falkensammer & Vogel 1997). Wie bereits oben schon erwähnt, zeichnet sich eine klare Tendenz hin zum Ausbau wohnortnaher, ambulanter und teilstationärer Reha-Angebote ab. Dies bedeutet für die bisher in Kurorten angesiedelten und somit wohnortfernen stationären Reha-Einrichtungen, dass sie sich mit der Zeit umorientieren müssen (Bürger & Buschmann-Steinbäge, 2000). Es ist zu erwarten, dass sie sich auf eine Spezialisierung hinsichtlich bestimmter Krankheitsbilder oder Behandlungsmethoden konzentrieren werden, falls eine regional bezogene Belegung nicht ausreichen wird (ebd.).

Der Arzt kann beim jeweiligen Kostenträger während der Behandlungszeit mit einer ausführlichen medizinischen Begründung eine Verlängerung der stationären oder ambulanten Rehabilitationsbehandlung, auf eine bestimmte Dauer, beantragen (Lüring, 2010; Sonnekalb, 2005). Bei Hüft- oder Knie-TEP-Patienten sind damit meist physiotherapeutische Maßnahmen gemeint und diese sind für die weitere Genesung des Patienten äußerst wichtig (Lüring, 2010). Angesichts der immer neuen Budgetkürzungen im Gesundheitswesen ist es den Fachärzten in diesem Fall leider nicht allzu oft möglich, physiotherapeutische Maßnahmen zu verschreiben. Deshalb ist es in vielen Fällen wichtig, dass der Patient für sich zuhause regelmäßig bewegungstherapeutische Übungen durchführt oder einige physiotherapeutische Maßnahmen selbst finanziert (ebd.).

Weber (2010, S. 22) führt für die letzten Jahre einige Zahlen zum Angebot der Reha-Einrichtungen in der Bundesrepublik Deutschland an: Es fanden sich 1329 Reha-Einrichtungen, die insgesamt mehr als 172.000 Betten zur Verfügung stellten. Damit lässt sich feststellen, dass das deutsche Rehabilitationssystem sehr gut ausgestattet ist. Außerdem führt er an, dass die oben genannte, übliche stationäre Reha-Dauer von 21 Tagen auf das Wachstums- und Beschäftigungsförderungsgesetz (WFG) von 1996 zurückzuführen ist (ebd.). Eine Verlängerung dieser Regelzeit kann nur in besonderen Fällen beantragt werden, wie beispielsweise bei neurologischen oder psychischen bzw. psychosomatischen Krankheitsverläufen (Weber-Falkensammer & Vogel 1997). Andererseits kann es bei manchen orthopädischen Krankheitsbildern auch zu einer früheren Entlassung aus dem stationären Aufenthalt kommen, um die Mobilisierung des Patienten zu beschleunigen (Weber-Falkensammer & Vogel 1997).

Die AOK-Baden-Württemberg veröffentlichte im Oktober 2007 ein Behandlungskonzept für stationäre Reha-Maßnahmen nach der Implantation einer Hüft- oder Knie-Totalendoprothesen mit dem Titel „AOK-pro Reha“ (Müller-Fahrnow, Schimpf & Kramer, 2008, S. 5). Es basiert auf empirisch gesammelten und ausgewerteten Ergebnissen der Therapiemaßnahmen in orthopädischen Reha-Kliniken und dient dem Zweck die stationäre Rehabilitation mit mehr Behandlungsqualität und Transparenz zu versehen. Das Konzept greift für alle orthopädischen Reha-Kliniken Baden-Württembergs (ebd.). Im Fokus dieses „AOK-pro Reha“-Konzepts steht die Aufstellung von Richtlinien zur Intensität der therapeutischen Reha- und Nachsorgemaßnahmen bei Knie- und Hüft-TEP-Patienten (Nixdorf, Farin-Glattacker & Jäckel, 2012, S. 4). Damit ist die AOK Baden-Württemberg die erste Krankenkasse, die ein solches territorial begrenztes Behandlungskonzept ins Leben gerufen hat. Es verläuft nach einem vierstufigen „Evaluations- und Konsensusprozess“ (Drabiniok, Pfeil & Heisel, 2009, S. 385, 386), dessen Behandlungsrichtlinien verbindlich für alle Reha- und Nachsorgeeinrichtungen für postoperative Knie- und Hüft-TEP-Fälle gilt. Der unten angeführte Therapieplan (Tab. 2) für einen Knie-TEP-Patienten stellt ein Beispiel für die Behandlungsvorgaben nach dem AOK-pro Reha-Konzept dar:

Tabelle 2: Therapieplan (Beispiel) nach Knie-TEP-Implantation (mod. Rupp & Wydra, 2012, S. 133).

Therapie	Dauer (min)	Woche 1	Woche 2	Woche 3
Einzel-KG	30	3	3	3
KG Kleingruppe (3-4 Patienten)	30	2	2	2
Motorschiene (CPM)	30	5	3	2
Wärme (Oberschenkel)	15	3	2	
Entstauungsgymnastik	30	3	2	2
Bewegungsbad	30	2	2	2
Schlingentisch	30	3	2	2
Beinpresse	15	-	3	3
Fahrradergometer	15		3	3
Gangschule	30	3	3	3
Kniegruppe	30	-	2	2
Standstabilitätstraining (Posturomed®)	30	-	2	2
Ergotherapie (Hilfsmittelberatung)	30	1	-	-
Patientenschulung	30	1	2	-

2.1.3.4 Ambulante und teilstationäre Rehabilitation

Ein weiterer wichtiger Bereich ist auch die ambulante und teilstationäre Rehabilitation. Wie oben schon erwähnt, besteht seitens der finanziellen Träger eine starke Weiterentwicklungsnachfrage für dieses Reha-Angebot. Aus diesem Grund wurde dieser Bereich auch in den letzten Jahrzehnten stetig ausgebaut. Die Potenziale der ambulanten und teilstationären Leistungen liegen in einer eventuellen Verkürzung des Behandlungszeitraums und darin, bereits erlangte Reha-Teilerfolge zu festigen (Weber-Falkensammer & Vogel 1997). Es gilt weiterhin zu klären, ob es möglich ist, stationäre Reha-Maßnahmen durch ambulante und teilstationäre Angebote zu ersetzen – und wenn ja, in welchem Ausmaß.

Bürger und Buschmann-Steinbage (2000) sowie Weber-Falkensammer und Vogel (1997) verstehen unter dem Oberbegriff „ambulante Rehabilitation“ ambulante, teilstationäre und mobile Reha-Therapieformen. Ein Hauptunterschied zwischen ambulanten und teilstationären Leistungen ist der täglich investierte Zeitaufwand. Während eine ambulante Behandlung nur wenige Stunden pro Behandlungstag in Anspruch nimmt, beanspruchen teilstationäre Reha-Leistungen, ebenso wie stationäre Leistungen, einen Großteil des Tages. Dadurch besteht bei ambulanten Angeboten der Vorteil, dass der Patient neben der Reha-Behandlung in Teilzeit seiner Arbeit nachgehen kann. Dies ist bei einer teilstationären Rehabilitation nicht möglich, da die tägliche Behandlungszeit dafür zu lange dauert. Im Unterschied zur stationären Rehabilitation übernachtet der Patient bei der teilstationären Rehabilitation nicht in der Reha-Einrichtung, sondern in seinem Zuhause. Daher können teilstationäre Behandlungen nur wohnortnah angeboten werden. Des Weiteren bieten beide Reha-Formen den Vorzug, dass Angehörige in die Therapie mit eingebunden werden können und, dass Therapiefortschrittsprobleme in der alltäglichen Umgebung des Patienten direkt erkannt und angegangen werden können. Allerdings werden in der Praxis nicht alle Vorteile dieser beiden ambulanten Reha-Formen umgesetzt oder genutzt (Bürger & Buschmann-Steinbage, 2000; Weber-Falkensammer & Vogel 1997). Es besteht bisher allerdings keine konkrete Abgrenzung zwischen ambulanten und teilstationären Reha-Angeboten (ebd.).

Die wichtigsten Ziele der ambulanten Rehabilitation sind die Rehabilitationsvorbereitung und -nachsorge sowie das Verkürzen stationärer Behandlungen. Im Übrigen möchte man Alternativmöglichkeiten zu stationären Leistungen bieten und dem Patienten mehr Unterstützung zur Selbsthilfe geben. Hauptsächlich geht es den Kostenträgern jedoch um das Einsparen von Behandlungskosten (Schüle & Jochheim, 2012).

Seit den 90er Jahren sind mehrere Entwicklungen in der ambulanten Rehabilitation in Gang gesetzt worden. So wurden beispielsweise erste ambulante Einrichtungen andeutungsweise in den Bereichen der Erweiterten ambulanten Physiotherapie (EAP) und Ambulanten orthopädisch-traumatologischen Rehabilitation (AOTR) umgesetzt (Schüle & Jochheim, 2012). Koch (2004) zufolge gelten sie beide als eine Weiterentwicklung der früher von der Berufsgenossenschaft bereitgestellten „Besonders indizierten Therapie“ (BiTh) (ebd., S. 286). Der Wandel in EAP und AOTR vollzog sich bundesweit flächendeckend mit 240 zur Verfügung gestellten Einrichtungen und einem neuen Träger, nämlich den gesetzlichen Krankenkassen (ebd.).

Trotz der Tatsache, dass sich den letzten Jahrzehnten viel im Bereich der ambulanten und teilstationären Rehabilitation getan hat, machen sie insgesamt immer noch einen kleinen Teil der deutschlandweiten rehabilitativen Angebote aus (Bürger & Buschmann-Steinbäge, 2000).

2.1.3.5 Wohnortnahe Nachsorge

Doch die Rehabilitation endet nicht mit der Entlassung aus der AHB- oder Reha-Einrichtung. Um die bisher erreichten Reha-Erfolge am Patienten zu festigen, sie im Alltag zu erhalten und somit Rückfälle zu verhindern, ist es wichtig, dass sich der Patient einer post-stationären, kontinuierlichen sowie wohnortnahen Nachsorge unterzieht, die im Falle eines TEP-Patienten mit einem methodischen Training einhergeht (Rupp & Wydra, 2012; Weber-Falkensammer & Vogel 1997). Diese Nachsorge wird in aller Regel von einem wohnortnah niedergelassenen Facharzt ambulant betreut und beaufsichtigt (Heisel, 2005).

In den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde der Zeitraum für die medizinische Rehabilitation auf drei Wochen verkürzt. Da es bisher jedoch nur wenige Studien zur Nachhaltigkeit ambulanter und stationärer Reha-Leistungen gibt, ist es schwer, konkrete Effektivitätsnachweise für eben diesen dreiwöchigen Reha-Aufenthalt zu führen. Allerdings ließen sich in den letzten Jahren vereinzelte Effizienznachweise erbringen, dass eine dreiwöchige rehabilitative Behandlung sich für den finanziellen Träger rechnet, wenn damit ein verfrühter Eintritt in die Rente um einige Wochen herausgezögert wird (Schüle & Jochheim, 2012).

Aus diesem Grund haben sich die finanziellen Träger der Rehabilitation gemeinsam damit auseinandergesetzt, in welchen Krankheitsfällen, welche Nachsorgemaßnahmen notwendig und annehmbar sind (Weber-Falkensammer & Vogel, 1997). Häufige Nachsorgemaßnahmen sind zum Beispiel ambulante

Angebote wie Rehabilitationssport und Funktionstraining (Bürger & Buschmann-Steinhage, 2000; Schüle & Jochheim, 2012).

Um das Umsetzen bestimmter Reha-Nachsorgeziele, insbesondere die Änderung des Lebensstils des Patienten, zu optimieren, haben die Rehabilitationsträger bestimmte Nachsorgekonzepte veranlasst. Eines dieser Konzepte ist die „intensivierte Rehabilitationsnachsorge“ (IRENA), das vom DRV Bund ins Leben gerufen wurde (Schüle & Jochheim, 2012, S. 80, 81). Besonders nach einer Hüft- oder Knie-TEP ist es essenziell, jährlich klinische und radiologische Kontrollen durchzuführen und diese gewissenhaft im Endoprothesenpass zu dokumentieren, selbst wenn der Patient zu diesem Zeitpunkt keine Beschwerden verspürt (Heisel, 2005).

Die DRV hat 2008 für die rehabilitative Nachsorge folgende Ziele festgesetzt:

1. „Rehabilitation „Das jeweilige Teilziel der Rehabilitation ist zwar erreicht, benötigt aber noch stabilisierende Maßnahmen, um langfristig im Alltag erhalten zu bleiben und so den Erfolg der Rehaleistung zu sichern
2. Das jeweilige Teilziel ist im Rahmen der ambulanten oder stationären Rehabilitation weitgehend, aber noch nicht vollständig erreicht. Die Nachsorge ist dann Voraussetzung für die vollständige Erreichung des Teilziels, z. B. durch weitere Verbesserung noch ein geschränkter Fähigkeiten“ (DRV, 2008, S. 3).

Diese unterschiedlichen Nachsorgeangebote helfen der DRV und bieten neue Möglichkeiten, das Ziel der Wiedereingliederung des Patienten auf langfristige Sicht zu erreichen.

Dazu kommt laut Schaller, Froböse und Kausch (2009, S. 393), dass poststationäre Nachsorgeleistungen ein wichtiger Bestandteil zur Erhaltung der Reha-Erfolge im Alltag des Patienten sind. Die drei Hauptpfeiler der wohnortnahen Nachsorge nach Schaller et al. sind „Teilhabe“, „Aktivität“ und „Körperfunktionen“ (ebd.). Im Bereich der Teilhabe kommt es vor allem darauf an, dass der Patient in der Lage ist, alltägliche Aufgaben und Anforderungen zu meistern sowie auch interprofessionelle Beziehungen aufrechtzuerhalten. Bestenfalls sollte er fähig sein, bedeutende Lebensbereiche wie beispielsweise Besuche bei Freunden oder im Theater weiter verfolgen zu können. Der Bereich der Aktivität konzentriert sich darauf, die allgemeine Mobilität des Patienten wiederherzustellen und ihm die Selbstversorgung und das Zurechtfinden im häuslichen Leben zu unterstützen. Der Bereich der Körperfunktionen zielt vor allem auf die bestmögliche Wiederherstellung der Körperfunktionen des Patienten ab.

2.1.4 Kapitelzusammenfassung

Der Begriff Rehabilitation umfasst im allgemeinen Sinne alle Hilfeleistungen, die man von Geburt aus behinderten oder spät behinderten Menschen für seine (Wieder-)Eingliederung in die Gesellschaft zukommen lässt. Die entsprechenden Richtlinien zur Harmonisierung von Rehabilitationsleistungen sind im SGB IX festgeschrieben. Bei der medizinischen Rehabilitation geht man davon aus, dass der Patient nicht nur einer medizinischen Heilung bedarf, sondern auch einer Wiederherstellung der sozialen und beruflichen Teilhabe. Die möglichen Rehabilitationsleistungen können hierbei in medizinisch-physiologischen, psychologischen sowie sozialen Bereichen greifen (Schüle & Jochheim, 2012; Weber, 2010).

Im Laufe der letzten Jahrzehnte zeigten sich einige neue Tendenzen im Rehabilitationswesen, vor allem im Bereich der Kostenentwicklung. Die sieben finanziellen Träger des Rehabilitationswesens, darunter als stärkster Träger die deutsche Rentenversicherung, bemühen sich durch verkürzte Akutkrankenhausaufenthalte und ein größeres Angebot an ambulanten Therapiemaßnahmen um eine allgemeine Senkung des Kostenaufwands (Bürger & Buschmann-Steinbage, 2000). Dazu soll auch das Krankenhausvergütungssystem der G-DRG beitragen (Zaiß, 2012).

Die Rehabilitationskette reicht vom Akutkrankenhaus über die Anschlussheilbehandlung bis hin zur wohnortnahen Nachsorge. Besonders im Bereich der Anschlussheilbehandlung finden sich aufgrund der beschriebenen Kostensenkungsbestrebungen immer mehr Behandlungsangebote im teilstationären und ambulanten Sektor. Denn im Gegensatz zur stationären AHB, ist bei ambulanten Leistungen die Übernachtungspauschale hinfällig (Bürger & Buschmann-Steinbage, 2000; Heisel et al., 2007).

Welche Ziele die Rehabilitation allgemein verfolgt und nach welchen Schemata diese Ziele festgelegt werden, soll im nachfolgenden Kapitel erörtert werden.

2.2 Ziele der Rehabilitation

Da die Rehabilitation in Deutschland gewissen Richtlinien unterliegt, wird in Kapitel 2.2.1 zunächst die für die Rehabilitation weitaus bedeutendste Richtlinie näher erklärt: die „Internationale Klassifikation zur Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit“ (ICF). Dabei wird auf ihre Grundlagen und ihre Rolle für die Modularisierung der Bewegungstherapie eingegangen. Basierend auf dieser Richtlinie werden die allgemeinen Ziele rehabilitativer Maßnahmen (Kapitel 2.2.2) vorgestellt und wie genau diese Zielsetzung zustande kommt.

2.2.1 Die Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit , Behinderung und Gesundheit (ICF) als Grundlage für die Bewegungstherapie

2.2.1.1 Grundlagen des ICF-Modells

Seit 2001 richtet sich die medizinische Rehabilitation nach der „International Classification of Functioning, Disability and Health“ (ICF) der Weltgesundheitsorganisation (WHO). Dieses ICF-Modell geht aus einer Überarbeitung der 1980 verfassten „International Classification of Impairments, Disability and Handicaps“ (ICIDH) hervor und löste somit nach seiner Verabschiedung bei der WHO-Vollversammlung 2001 das veraltete ICIDH-Modell ab (DIMDI, 2010, S. 30; Schüler & Jochheim, 2012, S. 85; WHO, 2001). Das ICF-Modell ist Teil einer von der WHO erarbeiteten „Familie“ von Klassifikationen, die sich auf die Handhabung bezüglich verschiedener Aspekte der Gesundheit konzentrieren (DIMDI, 2010, S. 4).

Fokus des ICF-Modells ist es, eine Kommunikationsebene zwischen Betroffenen, Fachpersonal und Leistungsträgern zu errichten. Außerdem soll damit ein Verschlüsselungssystem für den Datenverkehr zwischen den involvierten Akteuren eingerichtet werden (Farin, 2008). Die ICF dient für viele unterschiedliche Disziplinen und Gesundheitsbereiche als Orientierungsklassifikation. Im Anschluss werden die Ziele dieses Klassifikationsmodells zusammengefasst (DIMDI, 2010, S. 6):

- Sie stellt eine wissenschaftliche Basis „für das Verstehen und das Studium des Gesundheitszustands und der mit Gesundheit zusammenhängenden Zustände, Ereignisse und der Determinanten“ dar.
- Sie schafft eine gemeinsame, Disziplin übergreifende Sprache, um den Gesundheitszustand und mit der funktionalen Gesundheit in Verbindung stehenden Umstände einheitlich beschreiben zu können. Damit wird die Verständigung zwischen den einzelnen Akteuren verbessert, wie beispielsweise Forschern, Politikern, Fachleute im Gesundheitswesen oder der Öffentlichkeit sowie von Behinderungen betroffenen Menschen.
- Durch sie werden „Datenvergleiche zwischen Ländern, Disziplinen im Gesundheitswesen, Gesundheitsdiensten sowie im Zeitverlauf“ möglich
- Sie ermöglicht eine systematische Verschlüsselung für „Gesundheitsinformationssysteme“ (ebd.).

In der ICF wurden ebenfalls detaillierte Klassifikationen und Grunddefinitionen festgelegt – sowohl für die Körperfunktionen und -strukturen, als auch für Aktivitäten und Teilhabe an unterschiedlichsten Lebensbereichen in Bezug auf die soziale und physische Umgebung des Patienten (DIMDI, 2010). Beispiels-

weise im Bereich der Koxarthrose wäre im Sinne der ICF das Verfahren der TEP eine Möglichkeit, den Gesundheitszustand des Patienten zu verbessern.

2.2.1.2 Modularisierung der Bewegungstherapie anhand des ICF-Modells

Für die einzelnen Therapieprozesse erweisen sich die oben genannten ICF-Klassifikationen als sehr hilfreich. Dennoch kann Schüle und Jochheim (2012, S. 94 - 99) zufolge nach genauer Einstufung des Gesundheitszustands des Patienten anhand der ICF-Kriterien das Rehabilitationsziel schwerer zu erreichen sein. Denn ICF orientierte Therapieprozesse konzentrieren sich immer auf den jeweiligen Patienten. Die Modularisierung von Therapieprozessen anhand der ICF-Klassifikationen muss sich auf eine spezielle, pädagogisch orientierte Stundenplanung stützen, die aus den folgenden vier Elementen zusammensetzt (Tab. 3):

Tabelle 3: ICF-Orientierung und Modularisierung (mod. nach Schüle & Jochheim, 2012, S. 95).

	Host	Triade	Environment	Vector
kontextfaktoren	Körperstruktur Körperfunktion Aktivitäten des Täglichen Lebens Umwelt-Faktoren	Ebenen: Mikro Chrono Meso Exo Makro	Handlungsfeld Setting Kontext-Faktoren	Groblernziel: Hinführung zur körperlichen Aktivität Salutogenese ▪ Verstehbarkeit ▪ Bedeutsamkeit ▪ Handhabbarkeit Methodik: Modularisierung → Erlernen Üben / Trainieren Erleben

Die vier in der Abbildung dargestellten Elemente (Host, Triade, Environment und Vector) stehen während des Therapieprozesses in kontinuierlichem Austausch miteinander. Das Element „Host“ beschreibt die Zielgruppe der Therapie, also den Patienten selbst. „Triade“ bezieht sich auf die einzelnen Ebenen, in denen der Patient auf seine Rehabilitationsziele einwirken kann. „Environment“ beschreibt das für die Stundenplanung relevante Handlungsfeld, beispielsweise Schule, Betrieb oder Klinik. Mit „Vector“ sind die jeweiligen Einflussgrößen, also Mittel und Maßnahmen, gemeint, die zum Erlangen der Rehabilitationsziele notwendig sind. Im Bereich des „Host“, also des Patienten, werden die einzelnen Kategorien (Körperstruktur, Körperfunktion, ADL und Umweltfaktoren) mittels der ICF-Klassifikationen erstellt. Nachfolgend wer-

den erste, grobe Rehabilitationsziele festgelegt und der Inhalt und Ablauf der Therapieprozesse detailliert geplant sowie ein „Vector“-Modell ermittelt (Schüle & Jochheim, 2012, S. 95, 96)

Damit die gegebene Zielsetzung auf Teilhabe und Aktivität entsprechend systematisiert und ausgerichtet werden kann, werden alle Beteiligten und Verantwortungsträger in gleicher Weise in die Erarbeitung neuer Programme eingebunden. Für den Rehabilitationsprozess ist es ebenfalls wichtig, dass das ICF-Modell auch in die Strukturqualität integriert wird, das heißt in die Personalqualifikationen, Infrastruktur, Geräte und Räumlichkeiten, der einzelnen Reha-Einrichtungen (Huber & Baldus, 2012).

Die Einbindung des ICF-Modells in das deutsche Rehabilitationswesen vollzieht sich vor allem aber auch anhand der Schulung der Fachkräfte für die Anwendung der ICF-Prinzipien. Laut Schuntermann (2009, S.14, 15) stehen zwei mögliche Anwendungsweisen der ICF zur Verfügung, die sich als relativ unterschiedlich erweisen: Einerseits bietet sich die Anwendung eines biopsychosozialen Modells an, mit samt der ICF-Begrifflichkeiten. Andererseits besteht die Möglichkeit, festgestellte Sachverhalte nach der ICF zu kodieren.

Die Praxis folgt derzeit hauptsächlich dem biopsychosozialen Anwendungsmodell und den ICF-Begrifflichkeiten (ebd. S. 14). Dies fördert vor allen das rehabilitative Denken und Handeln, was wiederum in der Praxis zu „einer erheblichen Verbesserung der Diagnostik, der Zielbestimmung, der Reha-Planung, der Auswahl einzusetzender Einzelleistungen und der Evaluation rehabilitativer Aktivitäten, [...] Zeitersparnis und Erhöhung der Effizienz der Struktur, Organisation und Abläufe in Reha-Einrichtungen“ (ebd. S. 15) führt. Wie oben bereits erwähnt, steht die Eingliederung der ICF in das deutsche Reha-Wesen noch in der Einführungsphase. Ausschlaggebende Gesichtspunkte der ICF wurden in das SGB IX aufgenommen. Dabei wurden einige deutsche historisch bedingte Besonderheiten berücksichtigt (ebd. S. 14).

2.2.2 Allgemeine Ziele der Rehabilitation

2.2.2.1 Grundlagen der Zielbestimmung

Wittmann (1981) hat sich mit der Kriterienbestimmung im Bereich der psychologischen Methodenlehre auseinandergesetzt. Seine Ergebnisse lassen sich teilweise auf die Zielbestimmung im Bereich der Sport- und Bewegungstherapie übertragen. Ihm zufolge wurde die Kriterienbestimmung, im Gegensatz zur Weiterentwicklung von Prognosehilfsmitteln und Tests, in der psychologischen Methodenlehre bisher mehr oder weniger außen vor gelassen. Dies scheint jedoch hauptsächlich auf die schwierige praktische Umsetzbarkeit dieser Kriterienbestimmung zurückzuführen (ebd.).

Bös, Wydra und Karisch (1992, S. 60 - 62) zufolge konnte im deutschen Gesundheitswesen bisher noch keine klar definierte, allgemeingültige Zielsetzung zur Bewegung, Sport und Therapie festgelegt werden. Weder konsensorientierte Herangehensweisen noch die wissenschaftliche Evaluationsforschung konnten dem Abhilfe schaffen. Um sich dennoch einer spezifischen Zielsetzung anzunähern, kann man die Pädagogik als Orientierungshilfe betrachten. Denn die Pädagogik teilt sich in zwei Teilbereiche auf, die Didaktik und die Methodik. Gerade die Didaktik ist hierbei interessant, da sie explizit für die Bestimmung von Lernzielen zuständig ist (ebd.). Die Methodik dient dann der Umsetzung dieser Ziele. Eine Brücke von der pädagogischen Didaktik zur sportbezogenen Therapie- und Rehabilitationszielsetzung lässt hierbei mittels der Sportdidaktik schlagen, die sich mit den Abhängigkeiten der einzelnen Komponenten des Sportunterrichts zueinander befasst. Dies kann ebenfalls auf die die Strukturkomponenten der sportbezogenen Therapie übertragen werden. Die Didaktik zur sportbezogenen Therapie befindet sich allerdings noch in den Anfängen (ebd.).

Vorab festgelegte Therapieziele sind des Weiteren äußerst hilfreich für die Bestimmung der Therapiemaßnahmen (Bös et al. 1992, S. 62, 63, Thorndikes, 1949 zitiert nach Wittmann, 1981, S. 169). Sie müssen individuell auf jeden Patienten zugeschnitten werden. Diese Therapieziele können zeitlich systematisiert werden (ebd.). Man spricht hier von unmittelbaren, einstweiligen und endgültigen Kriterien. Der Gesundheitszustand des Patienten zum Zeitpunkt direkt nach einer Therapieeinheit fällt in den Rahmen des unmittelbaren Kriteriums. Als einstweiliges Kriterium bezeichnet man das Befinden des Patienten nach einem vorbestimmten Zeitpunkt. Häufig wird hierfür der Entlassungszeitpunkt aus der Anschlussheilbehandlung gewählt. Neben den zeitlich bedingten Kriterien müssen aber auch die „spezifischen Bedürfnisse und Vorstellungen der am therapeutischen Prozeß [sic] beteiligten Interaktionspartner“ (Bös et al. 1992, S. 63) in Betracht gezogen werden – das heißt, die des Therapeuten, des Patienten und der Ärzte. Während der Therapeut sich vorrangig auf das Bewegungsvermögen des Patienten konzentriert, ist dem Patienten die Schmerzreduktion wichtiger. Die Ärzte konzentrieren sich dagegen auf klinisch ermittelbare Parameter. Zwischen all diesen Kriterien und Interessen muss zur Zielbestimmung eine Einigung getroffen werden (ebd.). Mittels seiner individuell gesammelten Berufserfahrung und des ihm vorliegenden Befundes kann sich ein Therapeut beispielsweise bewusst auf den Patienten sowie dessen Erwartungen und Hoffnungen einlassen und damit ein klares Therapieziel erarbeiten (Froböse & Fiehn, 2003). Die Zusammenhänge dieser Differenzierungskriterien werden in der folgenden Tabelle (Tab. 4) nochmals übersichtlich dargestellt:

Tabelle 4: Definition der Therapieziele in Abhängigkeit von Zielebene und Bezugsgruppe (mod. nach Bös et al., 1992, S. 61).

	Unmittelbares Ziel	Einstweiliges Ziel	Endgültiges Ziel
Zeitpunkt	Direkt nach einer Therapieeinheit	Am Ende der stationären Heilbehandlung	1. Jahr nach der Heilbehandlung
Patienten	Linderung der Beschwerden	Abbau der Beschwerden auf das „Normale“	Dauerhafte Beschwerdefreiheit
Arzt	Abbau funktioneller Einschränkungen	Normalisierung der funktionellen Möglichkeiten	Dauerhafte Erhaltung der Funktionsfähigkeit
Therapeut	Akzeptanz des Gymnastikprogramms bei den Patienten	Beherrschung der Übungen des Gymnastikprogramms	Anwendung der erlernten Übungen im Alltag

Gerade diese Zielbestimmungsmethoden erweisen sich Wittmann (1981, S. 174, 175) zufolge auch sehr hilfreich für die spätere Evaluierung der durchgeführten therapeutischen Maßnahmen. Denn anhand eines in voraus festgelegten Therapieziels lässt sich konkreter überprüfen, ob die Therapie erfolgreich war – bzw. das Therapieziel erreicht wurde. Dies gilt ebenso für die Evaluationsforschung, die in den letzten Jahrzehnten ausgehend von Amerika immer mehr an Bedeutung gewonnen hat. Gründe dafür sind beispielsweise die immer stärker werdende Kosten- und Effizienzorientiertheit in der modernen Gesellschaft (ebd.). Und gerade darin liegt nach Wittmann der Kern der Evaluationsforschung: „Evaluationsforschung bezieht sich dabei auf jene Verfahren, die die Möglichkeit eines Beweises anstelle der reinen Behauptung bezüglich des Wertes und Nutzens einer bestimmten sozialen Aktivität erhöhen“ (ebd., S. 174, 175).

2.2.2.2 Allgemeine Rehabilitationsziele und Zielsetzungsprozess

Wie oben bereits erwähnt, stellt die Festlegung rehabilitativer Ziele eine wichtige Voraussetzung zur Bestimmung der Therapiemaßnahmen dar.

Diese Rehabilitationsziele orientieren sich Froböse und Fiehn (2003) zufolge an unterschiedlichen Faktoren. Zum einen spielt der indikationsspezifische Gesundheitszustand des Patienten eine große Rolle, zum anderen die persönli-

che Einstellung des Patienten zur Therapie – das heißt seine Motivation, seine Präferenzen sowie seine individuellen Anforderungen (ebd.).

In der folgenden Tabelle werden die wichtigsten allgemeinen Ziele zusammengetragen.

Tabelle 5 Einige allgemeine Ziele der Rehabilitation (mod. nach Froböse & Fiehn, 2003, S. 11).

Wichtige allgemeine Ziele der Rehabilitation
<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt bzw. Wiedererlangung der körperlichen und psychischen Leistungsfähigkeit für die Aufgaben des täglichen Lebens, der Freizeit und des Sportes • Beschleunigung des Heilungsprozesses • Prophylaxe eines akuten Entlastungssyndroms und anderer Folgeschäden • Kompensation irreversibler Schäden • Training spezieller Fertigkeiten (Einsatz von Hilfsmitteln, z.B. von Gehhilfen etc.) • Vergrößerung der individuellen Handlungskompetenz • Entwicklung und Verbesserung der Körper- und Sinneswahrnehmung • Verlangsamung der Reduktion körperlicher/psychischer Leistungsfähigkeit • Vorbereitung bzw. Einüben tätigkeitsspezifischer Anforderungen in der Freizeit, im Beruf, im Sport

Wie bereits erwähnt, liegt das Hauptziel der rehabilitativen Maßnahmen in der Wiederherstellung der Gesundheit des Patienten (Bös et al., 1992).

Laut Bös, Wydra und Karisch (1992, S. 32 - 38) spielen bei jeder dieser Maßnahme kurative, rehabilitative und präventive Aspekte eine wichtige Rolle. Dabei beziehen sich kurative Aspekte auf alle rehabilitativen Leistungen, die der Wiederherstellung der Gesundheit dienen. Rehabilitative Aspekte beschreiben alle Maßnahmen, die sich auf die Wiedereingliederung des Patienten in die Gesellschaft konzentrieren, während präventive Aspekte, Vorsorge vor Risikofaktoren und Erkrankungen treffen (ebd.). Die einzelnen Interrelationen dieser Aspekte werden im folgenden Schema genauer dargestellt.

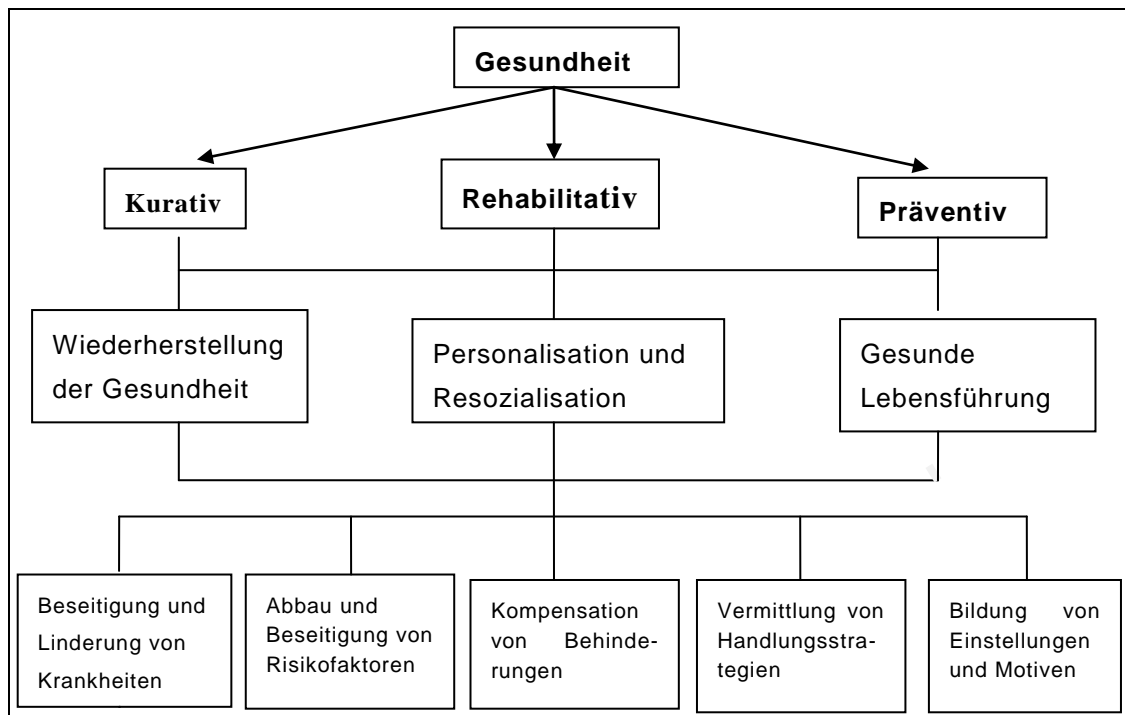


Abbildung 7: Allgemeine Ziele von Rehabilitationsmaßnahmen (mod. nach Bös et al., 1992, S. 38).

Kurative Aspekte: Im Fokus der kurativen Aspekte liegt, den Patienten von Krankheiten zu befreien, die ihn ohne medizinische Behandlung, langfristig gesundheitlich schädigen oder gar zu einer Behinderung führen können (Bös et al., 1992, S. 32, 33). Das essentielle kurative Ziel einer jeden sport- und bewegungstherapeutischen Therapie ist es, die Leistungsfähigkeit des Patienten wiederherzustellen (Wydra, 2011).

Rehabilitative Aspekte: Von Rehabilitation spricht man erst, wenn eine Restitutio ad Integrum des Patienten trotz medizinischer Behandlung nicht zu verwirklichen ist, das heißt also, eine Behinderung des Patienten vorliegt (Bös et al., 1992, S. 34 - 36). Somit orientiert sich jeglicher Rehabilitationsprozess an den Auswirkungen einer Behinderung. Dabei werden unterschiedliche Interessen vertreten. Für den Gesetzgeber steht beispielsweise der Erhalt oder die Wiederherstellung der Erwerbsfähigkeit des Patienten im Fokus (ebd.). Somit muss der Rehabilitationsprozess auch unterschiedliche Aufgaben erfüllen: Die vorrangige Aufgabe besteht in der medizinischen Versorgung zum bestmöglichen Ausgleich der Behinderung für den Patienten, beispielsweise mittels einer krankengymnastischen Therapie. Von einer sozial-psychologischen Perspektive ausgehend, liegt die Aufgabe der Rehabilitation zudem darin, dem Patienten auf seinen Platz in der Gesellschaft vor seiner Erkrankung zurück zu verhelfen. Dies kann beispielsweise durch berufsfördernde Maßnahmen erfolgen (ebd.). Hinsichtlich des zukünftigen Gesundheitszustands des Behinderten

ist es Aufgabe der Rehabilitation, präventive Maßnahmen mittels Tertiärprävention zu gewährleisten. Dies beinhaltet Leistungen wie Behindertensport oder Gesundheitserziehung (ebd.). Diese Rehabilitationsprinzipien kommen deutlich in der AHB zum Tragen (ebd.).

Präventive Aspekte: Heute ist man ebenfalls bemüht, die Rehabilitationserfolge auf lange Sicht zu erhalten (Bös et al., 1992, S. 36, 37). Zu diesem Zweck kommen auch Schulungsmaßnahmen zum Tragen, die das alltägliche Verhalten des Patienten hinsichtlich seiner Behinderung und seines Gesundheitszustands verändern. Denn das Hauptbestreben der Rehabilitation ist es, die Gesundheit des Patienten bis ins fortgeschrittene Rentenalter zu gewährleisten. Demzufolge stellen präventive Maßnahmen einen weiteren Aufgabebereich der Rehabilitation dar. Trotz der Tatsache, dass rein gesetzlich nur der Patient die Verantwortung für seine Prävention trägt (ebd.). Diese Präventivmaßnahmen tragen zudem Wydra (2011) zufolge langfristig zu einer Steigerung der Leistungsfähigkeit des Patienten bei. Dies ist auch konform mit der ICF (ebd.).

Froböse und Fiehn (2003, S. 23) verfolgen bezüglich der Zielsetzung von Reha-Maßnahmen einen anderen Ansatz. Ihnen zufolge liegt das vorrangige Ziel der Rehabilitation nach orthopädischen Krankheiten und Verletzungen in der „Wiederherstellung der funktionellen Stabilität bei physiologischer Beweglichkeit“ und im „Wiedererlangen und Stabilisieren von vielfältigen Fähigkeiten sowie die Entwicklung einer individuellen Handlungskompetenz“ (ebd.). Dieses Hauptziel spaltet sich bei genauerer Betrachtung in drei Teilzielsetzungen auf: in kognitive, motorische und affektive Ziele. Deren genaue Bedeutung für die Gesamtzielsetzung wird in der anschließend dargestellten Tabelle (Tab. 6) genauer erläutert.

Tabelle 6: Rahmenzielsetzungen des Trainings in der Therapie (eine Darstellung nach Froböse & Fiehn, 2003, S. 23, 24).

Rahmenzielsetzungen der Rehabilitationstherapie	
Kognitive Ziele	Kognitive Ziele umfassen alle Informationen, die die Beschwerden des Patienten und seinen Therapieverlauf darlegen. Des Weiteren beinhalten sie sämtliche Präventionsmaßnahmen und handlungsschulende Leistungen für den Patienten.
Motorische Ziele	Die motorischen Ziele lassen sich ebenfalls in drei einzelne Ziele aufspalten: <ul style="list-style-type: none"> • Die Behandlung degenerativer, posttraumatischer bzw. postoperativer Störungen • Die Wiederherstellung der physiologischen Gelenkfunktion, darunter auch Maßnahmen zur Verbesserung der Gelenkstabilität • Die Wiedererlangung der allgemeinen und der speziellen motorischen Alltags-, Arbeits- bzw. Sportfähigkeit
Affektive Ziele	Hierzu gehören alle vertrauensbildenden Maßnahmen zwischen Patient und Therapeut oder Arzt, wie z. B. psychische Entspannung oder Motivation.

Das mittels der in diesem Kapitel angeführten Herangehensweisen ermittelte Therapieziel dient als Grundlage für die anschließende Therapieplanung (Froböse & Fiehn, 2003). Weitere Planungsfaktoren sind die persönlichen physischen und psychischen Voraussetzungen des Patienten, seine Erwartungen und Wünsche sowie die individuelle Berufserfahrung des Therapeuten (ebd.). All dies fließt in die Planung der Reha-Maßnahmen ein, die individuell auf jeden Patienten abgestimmt wird. Abschließend sollte eine Evaluierung der rehabilitativen Therapie anhand der festgelegten Therapieziele seitens des Patienten und des Therapeuten bzw. Arztes nicht ausgelassen werden (ebd.). Als Evaluierungsgrundlage dienen die objektiven Messdaten des Ausgangsbefunds. Sie erleichtern den Evaluierungsprozess der Reha-Maßnahmen ungem. (ebd.).

2.2.3 Kapitelzusammenfassung

Das Festlegen von Rehabilitationszielen vorab dient als wichtige Grundlage für die Zusammenstellung von Therapiemaßnahmen und die Evaluierung der Therapieergebnisse. Ein essenzielles Richtlinienmodell hierfür stellt die „Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit“ (ICF) der Weltgesundheitsorganisation dar. Ihre allgemeine Zielsetzung liegt im Schaffen einer Kommunikationsbasis für Leistungsträger, Fachperso-

nal und Betroffene sowie im Bereitstellen eines einheitlichen, internationalen Kodierungssystems. Dies ermöglicht eine genaue Einstufung des Behandlungsfalls, die für jeden Patienten anhand eines Modulsystems individuell angefertigt werden muss. Dies beeinflusst nicht nur die einzelnen Therapieprozesse sondern auch die Infrastruktur der Reha-Einrichtungen (DIMDI, 2010, S. 4 – 6; Schüle & Jochheim, 2012, S. 94 - 99).

Ein allgemeingültiges Schema oder eine Methodik zur Zielsetzungsfindung in der Sport- und Bewegungstherapie konnte bis heute allerdings nicht erarbeitet werden. Dennoch finden sich in der Fachliteratur einige wenige Herangehensweisen, die sich auf Zielsetzungsverfahren anderer Disziplinen stützen (Wittmann, 1981). Im aktuellen sport- und bewegungstherapeutischen Zielsetzungsprozess orientiert man sich hauptsächlich an einzelnen Aspekten (kurative, rehabilitative und präventive Aspekte) der rehabilitativen Maßnahmen sowie an unterschiedlichen Teilzielsetzungen (kognitive, motorische und affektive Teilziele) rehabilitativer Leistungen. Weitere einflussreiche Faktoren zur Zielsetzung sind die individuellen Voraussetzungen des Patienten und des Therapeuten (Bös et al., 1992, S. 34 – 36; Froböse & Fiehn, 2003).

Während sich dieses Kapitel und das vorhergehende (2.1) mit der Rehabilitation allgemein beschäftigt haben, wird sich das nachfolgende Kapitel vorrangig auf die spezifische Rehabilitation von TEP-Patienten konzentrieren.

2.3 Rehabilitation nach TEP

Nachdem sich das vorhergehende Kapitel mit der allgemeinen Rehabilitationszielstellung beschäftigt hat, konzentriert sich dieses Kapitel auf die spezifische Rehabilitation bei TEP-Patienten. Um eine allgemeine Wissensgrundlage zu schaffen, werden zunächst das Hüft- und Kniegelenk anatomisch erklärt sowie deren häufigste pathologische Veränderungen erläutert (Kapitel 2.3.1). Dabei wird gleichzeitig die Therapieform der Totalendoprothese vorgestellt. In Kapitel 2.3.2 wird dann auf die spezifischen Reha-Ziele bei TEP-Patienten eingegangen.

2.3.1 Grundlagen zum Hüftgelenk und Kniegelenk

Da sich dieses Kapitel mit der Rehabilitation von Patienten befasst, die aufgrund fortgeschrittener Arthrose in Hüft- oder Kniegelenk, eine Endoprothese eingesetzt bekamen, werden in folgendem Kapitel zunächst die anatomischen Grundlagen zu Hüftgelenk und Kniegelenk (Kapitel 2.3.1.1) beschrieben. Im Anschluss daran wird auf die beiden arthritischen Erkrankungen eingegangen, die die Implantation einer Endoprothese im Hüft- oder Kniegelenk erforderlich machen: die Kox- und Gonarthrose (Kapitel 2.3.1.2). Zu guter Letzt werden

die einzelnen Varianten von Knie- und Hüftendoprothesen und deren Materialauswahl (2.3.1.3) eingehend dargestellt.

2.3.1.1 Anatomie des Hüft- und Kniegelenks

Das **Hüftgelenk** gehört zur Gruppe der Kugelgelenke und stellt die Verbindung zwischen Beinen und Rumpf dar. Es wird auch als proximales Gelenk der unteren Extremitäten bezeichnet. Aufgrund der aufrechten Gangart des Menschen ist das Hüftgelenk eines der meist belasteten Gelenke des menschlichen Körpers (Jerosch & Heisel, 2006).

„Das Hüftgelenk, *Articulatio coxae*, ist eine besondere Form des Kugelgelenkes; der Gelenkkopf wird von der Panne weitgehend umschlossen, es ist ein Nußgelenk[sic]. [...] Das Hüftgelenk gestattet Bewegungen mit kleiner Amplitude, wobei dieses Defizit bis zu einem gewissen Grad durch die Lendenwirbelsäule ausgeglichen wird. Es ist ein sehr sicheres, von allen Gelenken des Körpers das am wenigsten luxationsanfällige Gelenk. Die spezifischen Eigenschaften des Hüftgelenkes leiten sich von den Funktionen der unteren Extremität ab, dem Tragen und Fortbewegen des Körpers“ (Kapandji, 2009, S. 2).

Das Hüftgelenk des Menschen wird vom kugelförmigen Hüftkopf, also dem Kopf des Oberschenkelhalsknochens und der dazu passenden Hüftpfanne gebildet. Der Durchmesser der beiden Komponenten ist mit ca. 5 cm fast identisch. Dieses Gelenk ist regelmäßig starken Gewichts- und Bewegungsbelastungen ausgesetzt. Daher wird es von einem straffen und festen Bandapparat umgeben (Menche & Engelhardt 2007). Da das Hüftgelenk funktionell gesehen ein Kugelgelenk ist, hat es eine unbegrenzte Anzahl an Freiheitsgraden und eine daraus resultierende große Bewegungsfreiheit zur Folge (Abb. 8).

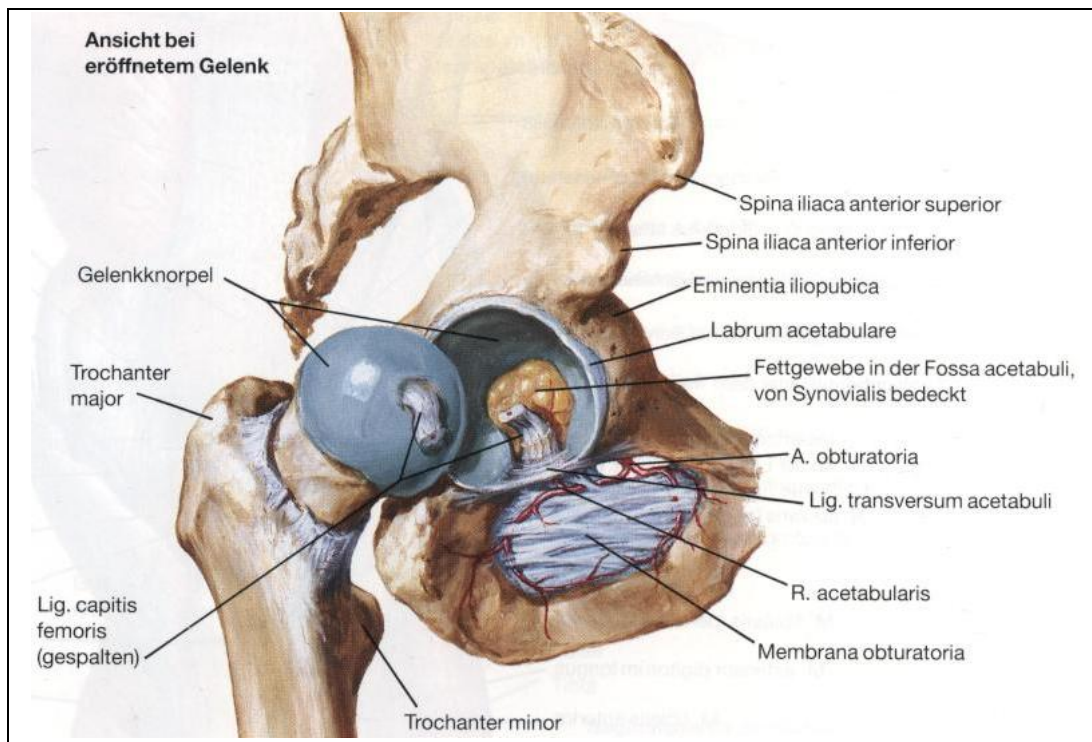


Abbildung 8: Hüftgelenk (Ansicht bei eröffnetem Gelenk) (Netter, 1992, S. 93).

Bei Bewegungen liegt die Beschränkung der Beweglichkeit des Hüftgelenks dennoch auf drei Ebenen (sagittale, transversale und vertikale Ebene) und in sechs Bewegungsrichtungen, das heißt Abduktion und Adduktion, Flexion und Extension und Innen- sowie Außenrotation (Thews, Mutschler & Vaupel, 2007).

Das größte und ebenfalls eines der am meisten geforderten Gelenke des menschlichen Körpers ist das **Kniegelenk**, das Ober- und Unterschenkel beweglich miteinander verbindet. Man kann es funktionell auch als „transportables Drehscharniergelenk mit zwei Freiheitsgraden“ betrachten (Hanssen 2006, S. 2). In der folgenden Abbildung 9 werden die einzelnen Bestandteile des Knies und ihrer Zusammenwirkung eingehend dargestellt:

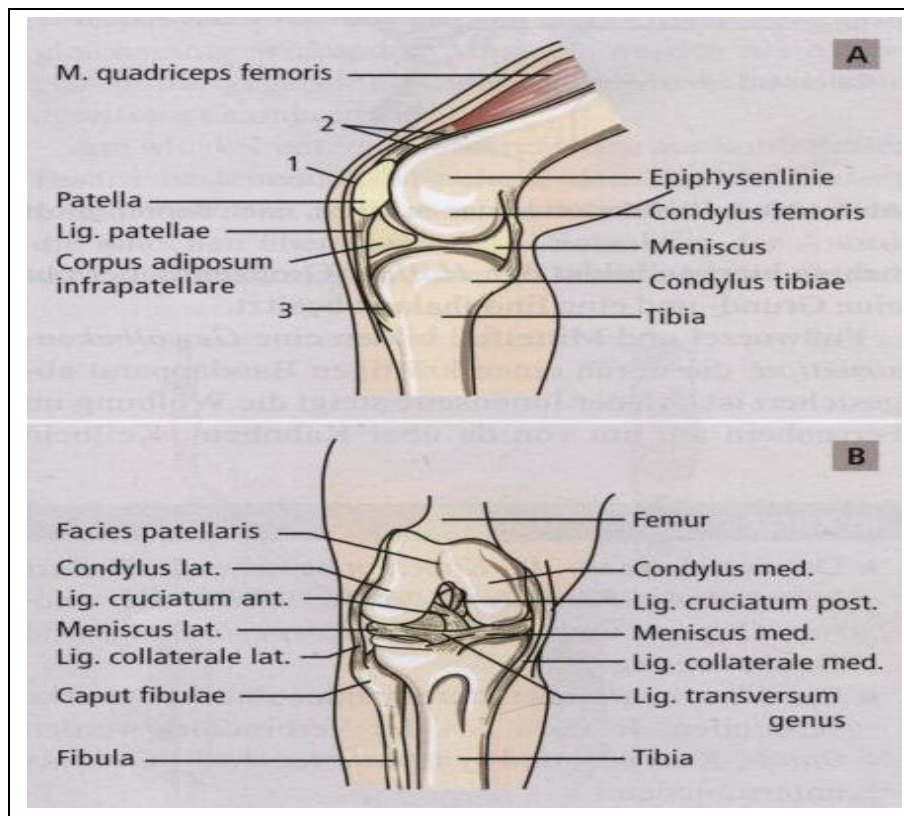


Abbildung 9: Kniegelenk. A Längsschnitt; 1, 2, 3 Schleimbeutel (Bursa synovialis). B Vertralansicht mit Darstellung des Bandapparats (Mutschler et al., 2007, S. 631).

Prescher (2011, S. 1 - 14), Thews et.al (2007, S. 631) und Menche & Engelhardt (2007, S. 112, 113) halten sich an diese anatomische Beschreibung: Das Femur hat distal zwei Gelenkrollen, die Condylus medialis und lateralis. Sie sind von der Facies aus patellaris sattelförmig miteinander verbunden und liegen an den flachen Gelenkflächen der Tibia und der Patella an. Die Patella ist eine knöchernen Struktur und mit ihrer dreieckigen Form in die Sehne des M. Quadriceps femoris eingelagert. Wenn eine Streckung des Beins vorliegt, dann befindet sie sich ventral vor dem distalen Femurende. Wird das Knie gebeugt, rutscht sie über die Vorderseite des distalen Femurendes. Aufgrund der ungleichen Physis der einzelnen Gelenkkörper finden sich zwei keilförmige, knorpelige Halbringstrukturen zwischen den Gelenkflächen von Tibia und Femur, die gleichzeitig mit der Gelenkkapsel und dem Bandapparat fest verwachsen sind und dennoch die Beweglichkeit des Kniegelenks gewährleisten. Man unterscheidet zwischen Innen- und Außenmeniskus (meniscus medialis und meniscus lateralis). Diese dienen jedoch nicht nur zum funktionellen Ausgleich sondern auch als Puffer zwischen den Gelenkflächen bei stärkeren Druckstößen. Zur weiteren Stabilisierung des Kniegelenks dienen die beiden Kreuzbänder sowie die inneren und äußeren Seitenbänder. Das vordere und

hintere Kreuzband, also Ligamentum cruciatum anterius und posterius, verbinden die Femurkondylen mit den Tibiatellern und überkreuzen sich dabei, was eine Verschiebung der Gelenkkörper nach vorne oder hinten verhindert. Das Innen- und das Außenband unterstützt die Kniegelenkkapsel an ihren Außenseiten und ergänzt somit die Patellarsehne in ihrer Funktion. diese vier Bänder garantieren den Zusammenhalt des Gelenks und sind essenziell für dessen Bewegungsführung. Eine Gelenkkapsel umhüllt das Kniegelenk und kann in Stratum fibrosum und Stratum synoviale unterteilt werden. Da das Stratum fibrosum an der Grenze zwischen Knochen und Knorpel des Femurs und der Tibia festgewachsen ist, wird somit auch das gesamte Kniegelenk von der Gelenkkapsel umgeben.

Somit ist das Kniegelenk ein zusammengesetztes Gelenk (bewegliche Verbindung), im dem die drei Knochen Tibia, Femur und Patella aufeinander wirken. Aufgrund seiner Beuge- und Drehfunktion bezeichnet man das Kniegelenk auch als Drehscharniergelenk. Folgende Bewegungen können folglich realisiert werden: Abduktion und Adduktion des Unterschenkels, Flexion und Extension, Innen- und Außenrotation des Unterschenkels nur in Beugstellung (Jerosch & Heisel, 1999).

2.3.1.2 Kox- und Gonarthrose

Die häufigste Indikation für einen Gelenkersatz ist das Vorliegen einer weit fortgeschrittenen Arthrose des jeweiligen Gelenks (Zimmermann, 2008; Carr, Robertsson, Graves, Price, Arden, Judge & Beard, 2012). Eine Definition für Arthrose von Hachenbroch wird im Folgenden angeführt.

„Pathologisch-anatomisch ist die Arthrose charakterisiert durch eine chronisch-progrediente Degeneration des Gelenkknorpels, eine hohe Bereitschaft zu Umbau- und Abbauerscheinungen des subchondralen Knorpels mit Deformierung der knöchernen Gelenkenden und eine chronische Begleitsynovitis mit Neigung zu granulomatöser und fibröser Gelenkverdickung und zu intermittierenden Gelenkergüssen“ (Hachenbroch, 1982, zitiert nach Hendrich, 1998, S. 5).

Eine Möglichkeit das Krankheitsbild der Arthrose in einem Wort zusammenzufassen, wären die Begriffe Gelenkverschleiß oder Gelenkflächenabrieb und deshalb ist es notwendig, zwischen der normalen Gelenkabnutzung im Laufe des menschlichen Alterungsprozesses und einer deutlich stärkeren Gelenkabnutzung bei einer Arthrose zu unterscheiden, die zudem noch einen schmerzhaften Krankheitsverlauf hat (Jessel, 2010). Verschleißerscheinungen sind der Hauptursprung für Beschwerden in den Großgelenken der unteren Extremitäten. Diese begründen sich vor allem in hohen axialen Alltagsbelastungen, er-

höhtem Körpergewicht und Adipositas, Folgeerscheinungen von Sport- und Freizeitunfällen und der körperlichen Gewebeverschlechterung in zunehmendem Alter (Groß, Fickert, & Günther, 2005). Die Funktion des Gelenknorpels ist es, die Reibung zwischen den Gelenkflächen zu verhindern und „eine harmonische Druckverteilung der auf das Gelenk einwirkende Lasten über die Gelenkfläche [zu] ermöglichen“ (Hendrich, 1998, S. 8). Damit wird einer übermäßigen Abnutzung der Gelenkflächen bei hoher Lasteneinwirkung vorgebeugt (Hendrich, 1998).

Auf ein Gelenk können viele Störfaktoren einwirken. Diese lassen sich in mechanische und biologisch-chemische Störgrößen aufteilen. Daher lassen sich viele Ursachen und beeinflussende Faktoren für die Entstehung von Arthrose zusammentragen (Hendrich, 1998, S. 13 - 16; Jessel, 2010, S. 12 - 16; Blagojevic, Jinks, Jeffery & Jordan 2010). Dazu gehören:

- Verletzungen
- Genetisch festgelegte Fehlentwicklungen der Hüftgelenke
- Entzündungen
- Angeborene und/oder erworbene Fehlstellungen der Beine
- Beinlängendifferenzen
- Mangelnde Bewegung
- Übergewicht
- Ernährung
- Hormonelle Umstellung
- Vererbung

Nach Imhof (2005) kann man eine Arthroseerkrankung heute bereits anhand verschiedener Merkmale auf Röntgenaufnahmen erkennen, was die schon seit Langem bekannte Methode der klassischen Basissymptome auf computertomographischen (CT) Ergebnisbildern ergänzen bzw. ersetzen kann. Diese Merkmale sind beispielsweise „Gelenkspaltverschmälerung, subchondrale Demineralisation und Sklerose so wie, 'Zystenbildung' (im deutschen Sprachraum auch als 'Geröllzysten' bezeichnet), reaktive subchondrale Knochenneubildung mit Osteophyten, Fehlstellung und Deformation“ (Imhof 2005, S. 344). Für dieses Krankheitsbild lassen sich unterschiedliche Schweregrade und histologische Kennzeichen der jeweiligen Stadien feststellen, mit deren Einteilung sich Otte (1969) sowie Gap und Meinecke (2011, S. 38) befasst haben. In der folgenden Abfolge werden ihre diesbezüglichen Ergebnisse zusammengefasst:

- Grad 0: Normal
- Grad 1: Oberflächliche Fibrillierungen, kein Substanzverlust

- Grad 2: Knorpeldefekt, der nicht die gesamte Dicke des Knorpels umfasst
- Grad 3: Knorpeldefekt, der die gesamte Dicke des Knorpels umfasst
- Grad 4: Vollständiger Knorpelverlust (zumindest fokal)

Die oben angeführte Einteilung wird auch als „Staging“ bezeichnet, da es das gesamte Ausmaß, also das Stadium (engl. stage), der entsprechenden Arthrose beschreibt. Wie bereits erwähnt, wird dafür in Deutschland die Einteilung Otte (1969) zu Rate gezogen. Das „Staging“ bezieht jedoch ausschließlich auf den Gesamtbefund der Gelenkarthrose und ist damit sehr hilfreich für z. B. Entscheidungen hinsichtlich einer Operationsindikation (bei Grad IV). Bei „höheren Anforderungen an Sensitivität und Spezifität des Befundes“ (Gap und Meinecke 2011, S. 38) erweist sich das „Staging“ als nicht ausreichende Beurteilung (Gap & Meinecke, 2011, S. 38; Söder & Aigner, 2011, S. 186).

Leidet das Hüftgelenk an einer degenerativen Veränderung des Gelenkknorpels, spricht man von der **Koxarthrose** laut Reichel und Ploke (2003) eine Degeneration des Hüftgelenks. Lühring (2010) unterteilt die Koxarthrose in weitere Untergruppen: initiale Koxarthrose, Dysplasiekoxarthrose, Protrusionskoxarthrose und in posttraumatische Arthrose. Bei der initialen Koxarthrose befindet sich die Arthrose des Hüftgelenks im Anfangsstadium, während bei der Dysplasiekoxarthrose eine mangelnde Überdachung des Hüftkopfes vorliegt. Im Falle einer Protrusionskoxarthrose gräbt sich der Hüftkopf in die Gelenkpfanne ein. Eine posttraumatische Arthrose tritt wiederum in Folge eines Knochenbruchs bzw. einer Knochenverletzung auf. Bei einer Gelenkspalt- und Knorpelverschmälerung stellt sich eine Positionsveränderung des Hüftkopfes zur Pfanne ein. Diese Positionswanderung erfolgt in der Mehrzahl der Fälle in kranialer, seltener jedoch in axialer oder medialer Richtung (Abb. 10). Diese Veränderungsrichtungen gelten ebenfalls für die Knorpelverschmälerungen. In der Realität verlaufen diese Positionsveränderungen dreidimensional (Imhof, 2005).

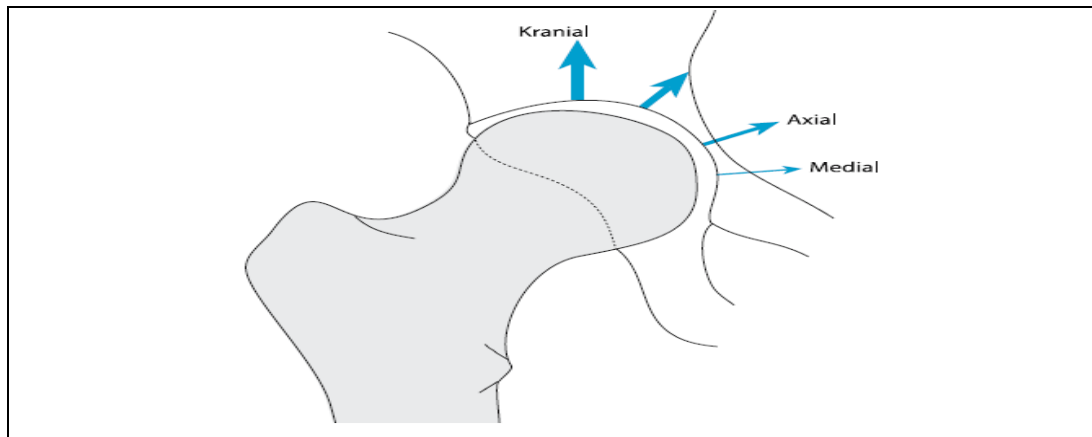


Abbildung 10: Hüftgelenk: Wanderungsrichtungen des Hüftkopfes bei Koxarthrose. Häufigste Form ist die kraniale kombiniert mit einer anterolateralen oder anteromedialen Bewegung (Imhof, 2005, S, 345).

Bei einer Koxarthrose bezweckt man mit einem alloplastischen (einem komplett aus anorganischen Materialien bestehenden) Gelenkersatz eine dauerhafte Schmerzlinderung, eine Befreiung von Einschränkungen im Alltag sowie die Wiederherstellung der Gelenkfunktion (Lümann, Hauschild & Raspe, 2000).

Hat die Arthrose das Kniegelenk befallen, spricht man von einer Gonarthrose. Die folgende Abbildung zeigt laut Aigner & Söder das mögliche Ausmaß bei einer Erkrankung mit **Gonarthrose**:

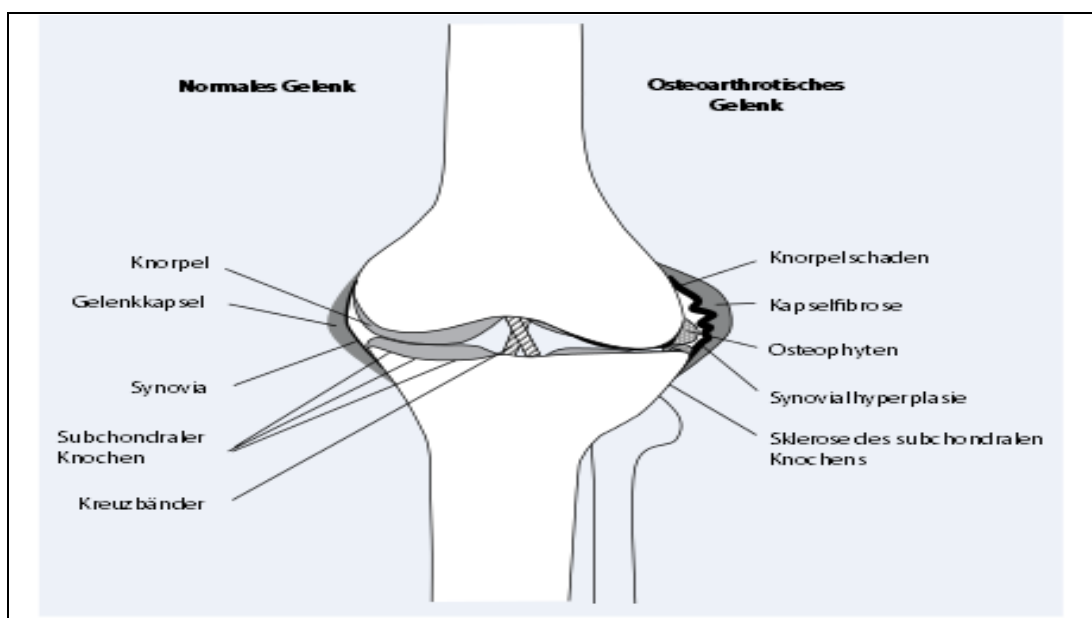


Abbildung 11: Schematische Darstellung im Rahmen der osteoarthrotischen Gelenkdestruktion betroffener Gelenkkompartimente (Aigner & Söder 2011, S. 33).

Auslöser hierfür unterteilt man in interne und externe Faktoren. Interne Ursachen können angeborene oder erworbene Fehlstellungen sein (Rössler & Rüter, 1997). Eine „chronische (repetitive) Überlastung oder aber auch auf eine schwere akute Überlastung“ (Imhof, 2005, S. 348) des Gelenkknorpels hingegen, die die fokale Erweichung des Knorpels zur Folge hat, zählt zu den externen Ursachen und gilt als häufigster Auslöser der Gonarthrose. Arthrosen werden von jedem Menschen während seiner Lebenszeit gebildet (Niethard & Pfeil, 2005). Der mediale tibiofemorale Gelenkabschnitt ist am häufigsten von Arthrose betroffen, im Gegensatz zum lateralen Tibiofemoralgelenk. Noch seltener allerdings weisen alle drei Gelenkabschnitte, also mediales und laterales Tibiofemoralgelenk sowie Patellofemoralgelenk, gleichmäßig eine arthrotische Veränderung auf (Imhof, 2005). Nach Lühring (2010) kommt es mit zunehmendem Alter zu Degenerationen, die sich aber in Beginn, Verlauf und Ausprägung bei jedem Menschen unterscheiden. In kritischen Fällen, bei denen Patienten stark an den daraus resultierenden Schmerzen und Bewegungs- und Mobilitätseinschränkungen leiden, ist der Einsatz einer Endoprothese ratsam. Es existieren unterschiedliche Gründe für den Entschluss, eine Prothesenimplantation durchzuführen. Unter anderem kann es sich hierbei um Arthrose, Rheuma, Tumore oder angeborene Dysplasie handeln. Eine TEP ist folglich eine Behandlungsmöglichkeit bei rheumatisch-entzündlichen Erkrankungen und verschiedenen Knochenbrüchen der unteren Extremitäten.

2.3.1.3 Das künstliche Hüft- und Kniegelenk

Laut Zimmermann setzt sich eine **Hüftgelenkendoprothese** aus drei Bestandteilen zusammen. Dabei handelt es sich um eine Hüftgelenkpfanne, die in das Becken eingesetzt wird, einen Schaft, der im Oberschenkel angebracht wird und einen Hüftkopf, welcher passend auf diesen Schaft aufgesetzt wird. Ebenso wird zwischen drei Arten der Prothesenimplantation unterschieden (Zimmermann, 2008), nämlich zwischen der zementierten, der zementfreien sowie der Hybridtechnik (Flören & Reichel, 2011; Reichel & Ploke, 2003), die im Folgendem genauer dargestellt werden. Medizingeschichtlich gesehen leitete der künstliche Ersatz des Hüftgelenks eine neue bedeutende Ära für die Chirurgie des Bewegungsapparates ein, nämlich die der Endoprothetik. Aufgrund der physischen Ähnlichkeit der femoralen Gelenkfläche mit einer Kugel, vermutete man, dass gerade das Hüftgelenk einfach zu modellieren sei (Zimmermann, 2008).

Seit den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts hat sich die zementierte Implantationsmethode für Endoprothesen durchgesetzt. Bei dieser Methode wird ein spezieller Zement verwendet, das heißt Polymethylmethacrylat-Knochenzement (PMMA), der besonders schnell aushärtet (Flören & Reichel,

2011, S. 66, 67; Heisel & Jerosch, 2007, S. 21). Man trägt ihn auf die innere Oberschenkelknochenwand und auf den knöchernen Teil der Hüftgelenkspfanne auf. Dieser Vorgang ermöglicht eine schnelle und sehr stabile Verbindung zwischen dem Knochen und dem Implantat. Diese Technik wird bei älteren und nicht sehr aktiven Patienten empfohlen, da das Gelenk direkt nach der Behandlung wieder belastet werden kann (Zimmermann, 2008). Da in den 80er Jahren allerdings mehrere Fälle von Prothesenlockerungen auftraten, wurde damit begonnen, nach zementfreien Implantationstechniken zu forschen. Man versprach sich davon eine höhere Langzeitfixierung (Flören & Reichel, 2011, S. 66, 67). Im Falle der zementfreien Technik werden beide Teile der metallenen Prothese mit dem Knochen verschraubt oder verklemmt (Zimmermann, 2008, S. 55). Während des Heilungsprozesses wächst der Knochen an der rauen Oberfläche der Prothese an, wodurch eine langanhaltende und optimale Befestigung der Prothese gewährleistet wird (ebd.). Im Laufe der Zeit ließen sich jedoch ebenfalls einige Lockerungsfälle verzeichnen, aufgrund von Abriebserscheinungen an der Prothese (Flören & Reichel, 2011, S. 66, 67). Betrachtet man heutzutage die „Überlebensraten“ (ebd.) beider Implantatvarianten nach einer Dauer von 15 Jahren, so lag diese bei rund 81 % für die zementierte und bei rund 75 % für die zementfreie Methode. In der Regel ist eine Hüftendoprothese auch nur ca. 15 Jahre lang funktionstüchtig, wobei dies jedoch, wie bei der Entstehung der Arthrose, von verschiedenen Faktoren (z.B. Aktivitätsniveau, Körpergewicht etc.) abhängig ist (Jessel 2010). Welche Implantationstechnik letztendlich angewandt wird, wird für jeden Patienten einzeln entschieden. Dafür müssen viele Faktoren genau abgewägt werden beispielsweise vor einer Knie Knie-TEP-Operation muss die Funktionsfähigkeit der Muskeln und Bänder sowie das Ausmaß der arthrotischen Knochenverformung beachtet werden (Hinkelmann & Fleischhauer, 2007). Es zeichnen sich jedoch auch für bestimmte Patientengruppen entsprechende Tendenzen ab: Da bei jüngeren und aktiven Patienten (unter 65 Jahren) die Wahrscheinlichkeit, sich in Zukunft weiterer Operationen unterziehen zu müssen, sehr hoch ist, und eine Revisionsoperation mit einem zementfreien Gelenk unkomplizierter ist als bei einem zementierten Gelenkersatz, wird empfohlen, die zementfreie Technik bei dieser Patientengruppe anzuwenden (Zimmermann, 2008).

Im Falle der Hybridtechnik wird eine Mischform der zementierten und zementfreien Technik verwendet. Hierbei wird nur der Schaft einzementiert. Die dazugehörige Pfanne wird zementfrei implantiert. In ausgewählten Situationen und für bestimmte Patienten kann diese Technik Vorteile gegenüber der zementierten bzw. zementfreien Technik bringen (Jessel 2010).

Bei jeder Operation müssen laut Winkelmann et al. (2011, S. 129, 151) jedoch mehrere Punkte vorab geklärt werden, um die Sicherheit des Patienten

sowie die spätere Funktion und Haltbarkeit der Hüft-TEP zu gewährleisten. Neben den üblichen Vorbesprechungen bezüglich der Medikation, bestehender Allergien oder der Anästhesie ist es wichtig, das Anpassen der Hüft-TEP auf die entsprechende Anatomie des Patienten genau zu planen. Hierzu wird die Anatomie des Patienten mittels Röntgendiagnostik genauestens erfasst, was das Nachvollziehen funktioneller Störungen, eine Vorauswahl der Implantate und das Ermessen des Zuganges ermöglicht. Die dadurch gewonnenen Bilder dienen als Vorlage der präoperativen Planungsskizzen. Klassisch wurden diese Planungsskizzen mittels Planungsschablonen erstellt, die auf die Röntgenbilder aufgelegt wurden. Im Idealfall wurden sie als Pauszeichnung auf Transparentpapier festgehalten. Im heutigen digitalen Zeitalter wird ein Großteil der Planungsskizzen EDV-gestützt erstellt. Hierfür findet sich eine Vielzahl an Softwarelösungen, die Planungsmodule für Hüftendoprothesen mittels digitaler Röntgenaufnahmen beinhalten. Es sind ebenso zweidimensionale wie auch dreidimensionale Planungsanwendungen verfügbar. Im unten angeführten Bild sind eine moderne und eine klassische Planungsskizze gegenübergestellt.

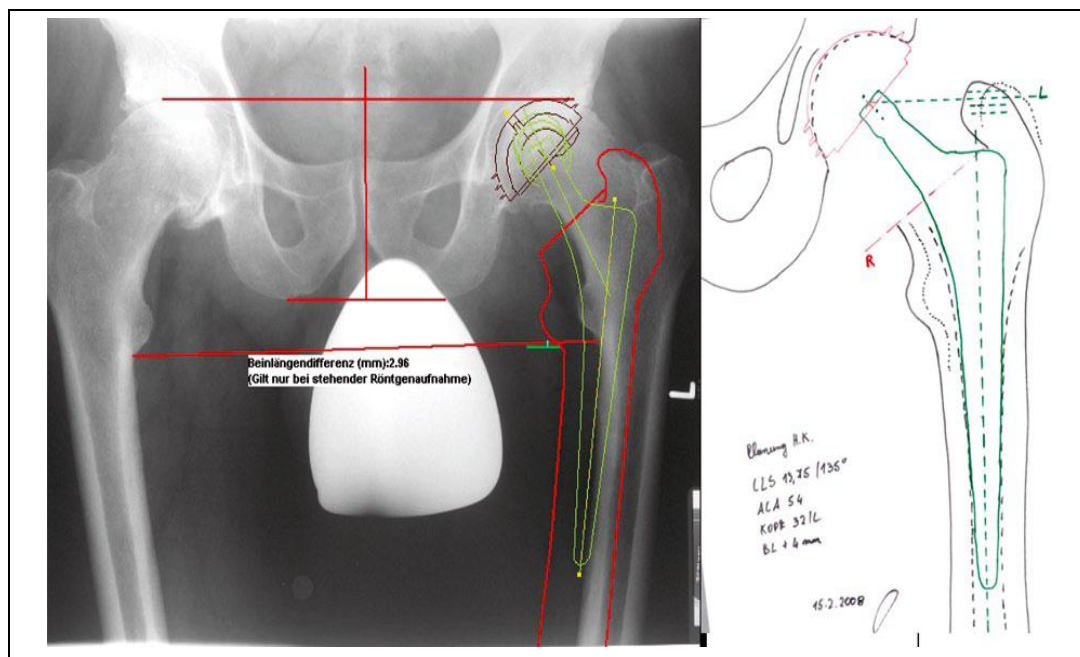


Abbildung 12: Vergleich Planung von Hand - EDV-Planung (Winckelmann et al., 2011, S. 157).

Wie bei einer Hüft-TEP müssen auch bei einer **Knie-TEP** bestimmte Elemente präoperativ geklärt werden. Mittelmeier et al. (2011, S. 75 - 78) beschreibt einen biomechanischen Ansatz der Knieendoprothesenplanung. Da die Kinematik und Kinetik des natürlichen Kniegelenks beim Entwurf der entsprechenden Knieendoprothese eine essenzielle Rolle spielt, verläuft die Planung heutzuta-

ge komplett softwaregestützt. Hierfür werden computertomographische Aufnahmen des zu operierenden Knies in ein Simulationsprogramm eingespeist, mit dessen Hilfe das potenzielle Prothesenimplantat entworfen werden kann. Ein Beispiel für diese Simulation wird im Folgenden gezeigt:

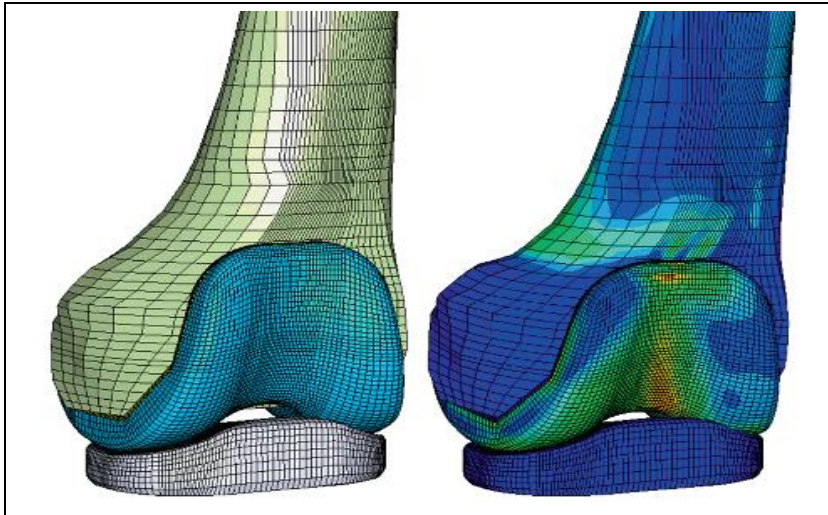


Abbildung 13: Finite-Elemente-Modell einer implantierten Femurkomponente mit distalem Femur, Knochenzementschicht und Tibia-Inlay. Links: unbelasteter Zustand, rechts: Spannungsplot unter Wirkung der Kräfte beim normalen Gang als Ergebnis der FE-Analyse (Mittelmeier et al., 2011, S. 75).

Gleichzeitig lässt sich damit die Belastbarkeit, Haltbarkeit und Beweglichkeit der Prothese simulieren. Im unten angeführten Bild wird die Röntgenaufnahme einer Oberflächenersatzendoprothese gezeigt, die mittels eines solchen Programms simuliert, erstellt und letzten Endes implantiert wurde.

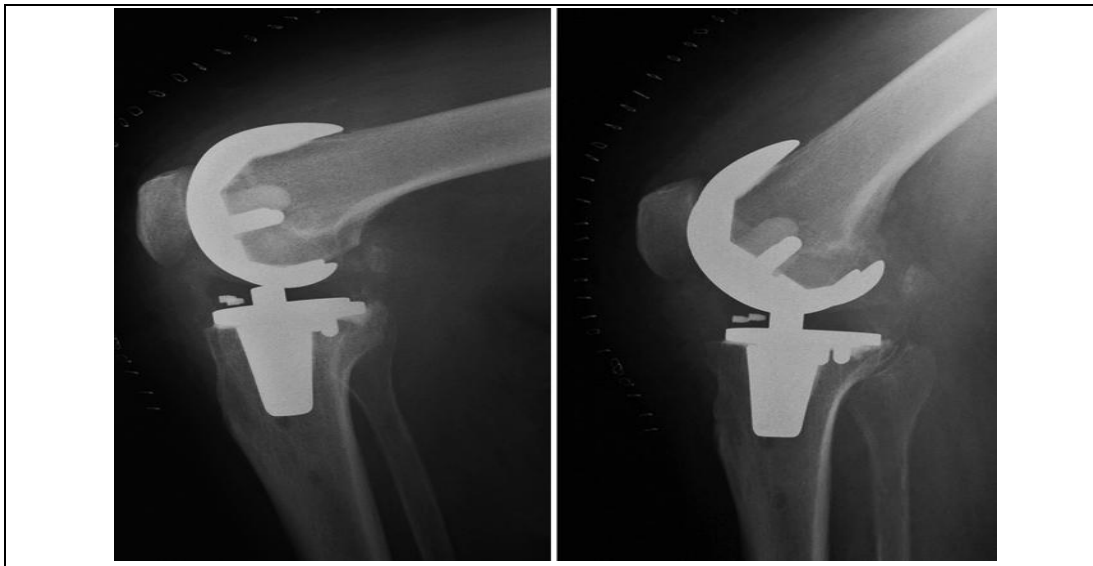


Abbildung 14: Röntgenologisches Bild eines ungekoppelten bikompartimentellen Oberflächenersatzes mit einer rotierenden Plattform am zweiten postoperativen Tag in 30° und 90° Beugung (Mittelmeier et al., 2011, S. 78)

Im Bereich der für die Implantate verwendeten Materialien kommt es auf eine genaue Planung an. Die Weiterentwicklung der Materialien für Hüftendoprothesen beschäftigt deshalb die Forscher schon seit Jahren (Mai, Mai & Siebert, 2010). Die Anforderungen an die neuen Materialien liegen vor allen in einer Optimierung der Standfestigkeit und einer besseren Stoßabsorption (ebd.). Polyurethan, oder auch PCU (Poly-Carbonat-Urethan), ist ein Material, auf das in der Industrie und im medizinischen Bereich relativ oft zurückgegriffen wird (Mai, 2011). Seit 1960 wird es auch für Hüftimplantate verwendet, da es in diesem Bereich entscheidende Vorteile birgt: „Es ist hydrophil und damit gut benetzbar sowie Bakterien- und Endotoxin abweisend. Es unterstützt die mikroelastische Lubrikation in Hüftgelenken und hat niedrige Abriebraten“ (Mai, 2011, S. 267). Andere Verwendungsbereiche in der Orthopädie sind beispielweise der Meniskusersatz, dynamische Bandscheibenprothesen oder das Hüftpfannenimplantat.

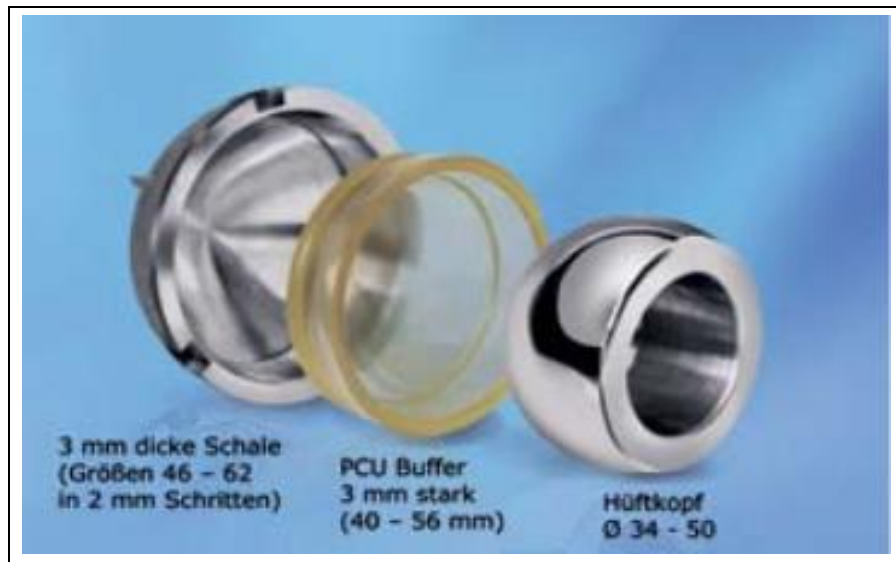


Abbildung 15: TriboFit™ Hüftsystem (Mai, 2011, S. 270).

In der oberen Abbildung (Abb. 15) wird das RiboFit® Hüftsystem dargestellt. Es „besteht aus drei Teilen: einer Metallschale, dem Pfannenimplantat bzw. Inlay aus PCU und einem großen Hüftkopf aus Cobalt-Chrom“ (Mai et al., 2010, S. 338). Die PCU-Pfanne kann direkt in das Acetabulum implantiert werden. Außerdem wurden seit der ersten RiboFit®-Implantation 2006 mehr als 1000 Implantate minimalinvasiv eingesetzt, ohne spätere Komplikationen hervorzurufen (ebd.).

2.3.2 Ziele der Rehabilitation nach TEP

Nachdem in Kapitel 2.2 die allgemeinen Ziele der Rehabilitation erläutert wurden und in Kapitel 2.3.1 die anatomischen Grundlagen einer TEP-Implantation ausführlich dargestellt wurden, befasst sich dieses Kapitel nun mit den Zielen der Rehabilitation von TEP-Patienten, auch unter Einbezug der ICF. Diese Ziele dienen anschließend zur Auswahl der Therapiemaßnahmen und deren Dosierung.

2.3.2.1 Spezifische Reha-Zielsetzung bei TEP-Patienten

Die Rehabilitation setzt sich nach Einsatz eines künstlichen Gelenkes, die Wiedereingliederung in die Gesellschaft zum Ziel. Dazu müssen die negativen Auswirkungen, das Handicap, minimiert oder vollständig aufgehoben werden. In der nachfolgenden Darstellung werden die spezifischen Ziele der einzelnen Reha-Abschnitte, das heißt Akutkrankenhaus, stationäre Rehabilitation und wohnortnahe Nachsorge, nach einer Hüft- oder Knie-TEP konkret aufgezeigt.

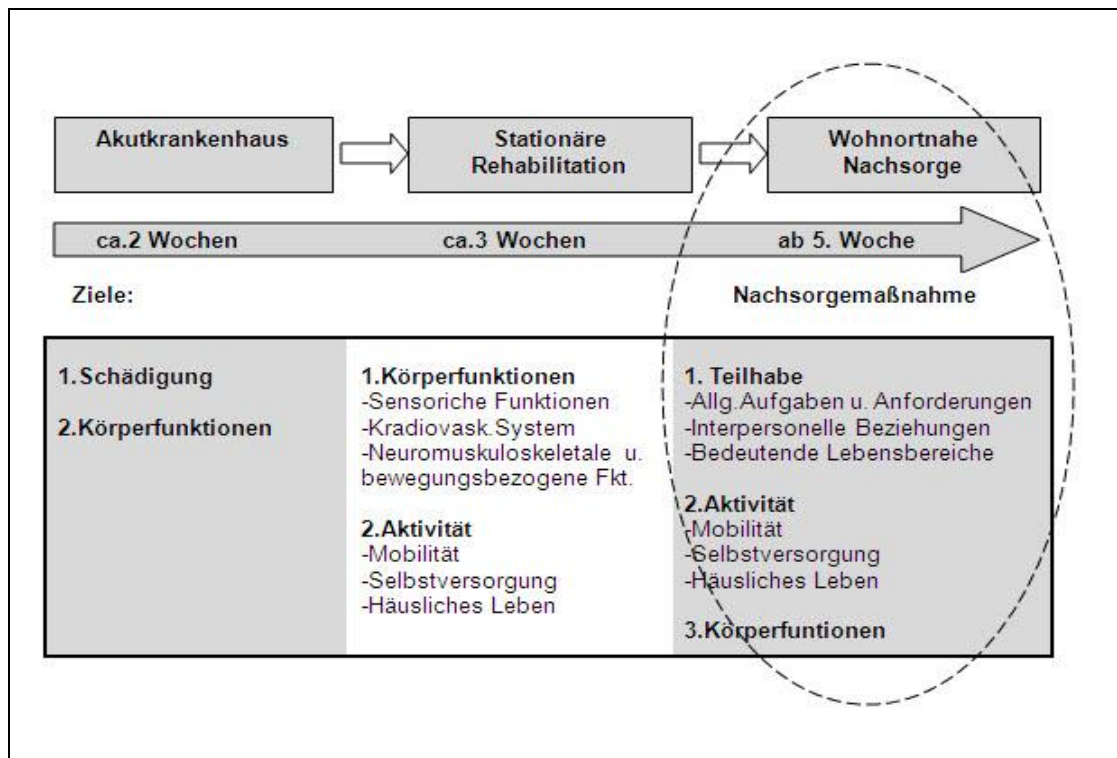


Abbildung 16: Rehakette nach TEP (mod. nach Schaller et al., 2009, S. 393).

Das in der oberen Abbildung (Abb. 16) dargestellte Konzept setzt voraus, dass die Optimierung der alltäglichen Aktivitäten des Patienten gleichzeitig eine bessere Teilhabe am Leben und somit „eine Rechtsverschiebung auf dem Krankheits-Gesundheits-Kontinuum“ nach sich zieht (Schaller et al., 2009, S. 393).

Generell steht im Fokus der orthopädischen Rehabilitation vor allem die Verbesserung der Beweglichkeit und der Kraft des Patienten, das Stabilisieren der Prothese sowie das Wiedererlangen der ursprünglichen Funktionsfähigkeit des Gelenks (Oehlert & Hassenpflug, 2004; Zimmermann, 2008). Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, dass dem Patienten genauestens erklärt und gezeigt wird, wie er die TEP im Alltag belasten soll und kann und wie sie sich auf die die Prothese umgebenden Körpersysteme und -funktionen auswirkt. Die Rehabilitation der Koxarthrosepatienten lässt sich laut Froböse, Nellessen und Wilke (2003, S.435 - 437) in vier Phasen aufteilen. Die Phasen 1 und 2, die sich ungefähr über die ersten fünf Wochen nach der Operation erstrecken, zeichnen sich vor allen durch das Bestreben folgende Punkte umzusetzen aus:

- „der Verbesserung der aktiven und passiven Hüftgelenkbeweglichkeit,
- der Wahrnehmungsförderung und

- der Kraftausdauerleistungsfähigkeit für die gesamte Oberschenkelmuskulatur, für Hüftextensoren und Hüftabduktoren sowie für die für das teilentlastete Gehen benötigte Oberkörpermuskulatur“ (ebd. S. 436).

Phase 3 und 4 erfolgen erst, wenn eine Vollbelastung der Prothese möglich ist und man sich darauf konzentrieren kann die Abhängigkeit von Unterarmstützen abzutrainieren. Des Weiteren verfolgen diese beiden Phasen folgende Therapieziele:

- „die Funktionsschulung und das Belastungstraining, d. h. die Ökonomisierung des Bewegungsablaufes und der Alltags- und Sportaktivitäten ohne Gehstützen,
- Koordinations- und Reaktionsverbesserungen sowie
- die Schulung vielfältiger Bewegungsanforderungen“ (ebd. S. 437).

Diese therapeutischen Zielsetzungen werden in erster Linie durch orthopädisches Bewegungstraining umgesetzt.

Da bis zu sechs Wochen nach der Implantation Hüft-TEP eine Flexion der Hüfte über 90° nicht ratsam ist, haben Jerosch und Heisel (1996) eigens dafür 10 Richtlinien für die Bewegungstherapie und für TEP-Patienten im Alltag erstellt. Darin werden verschiedene Haltungs- und Belastungsratschläge gegeben sowie wichtige ärztliche Behandlungsrichtlinien beispielsweise im Falle entzündlicher Krankheiten oder der Regelmäßigkeit von Vorsorgeuntersuchungen. In der nachfolgenden Tabelle (Tab. 7) werden die gerade genannten Punkte ausführlich erläutert:

Tabelle 7: Regeln der Endoprothesenschule (mod. nach Heisel, 2005, S.154).

10 Regeln der Endoprothesenschule nach Jerosch und Heisel (1996)
<ul style="list-style-type: none"> • Es ist nicht möglich, ein natürliches Gelenk vollständig zu ersetzen. Auch nicht durch eine Totalendoprothese. • Zwar kann der Patient schon einige Wochen nach der Prothesenimplantation die meisten alltäglichen Bewegungen wieder meistern. Dennoch sollten „extreme Gelenkstellungen“ gescheut werden. • Es muss darauf geachtet werden, dass die Kniegelenke sich im Sitzen nie in höherer Lage befinden als die Hüftgelenke. Ansonsten läuft der Patient Gefahr einer Luxation der Hüftprothese. • Der Patient sollte im Alltag darauf achten, die operierte Seite wenn möglich, gleichmäßig zu belasten und abrupte Bewegungen oder plötzliche, starke Belastungen zu vermeiden • Lasten, die „20 % des eigenen Körpergewichts“ überschreiten, sollten weder angehoben noch getragen werden. • Bei speziellen Witterungsverhältnissen oder Veränderungen in seiner alltäglichen Umgebung, die eine Sturzgefahr beinhalten können, wie beispielsweise Glatteis oder ein nasser Boden, muss der TEP-Patient besondere Vorsicht walten lassen. • Um einer stets möglichen eitrigen Entzündung der Endoprothese vorzubeugen, sollte der Patient bei jeglicher „fieberhaften bakteriellen Infektion“ sowie bei Behandlungen von einem Zahnarzt oder Urologen mit einer speziellen Antibiotikaversorgung geschützt werden • Sollte der Patient zunehmend Schmerzen, besonders bei körperlicher Belastung, im Bereich der Endoprothese verspüren, so ist das Aufsuchen des behandelnden Arztes von äußerster Wichtigkeit. • Die TEP sollte jährlich regelmäßig klinisch untersucht und geröntgt werden, auch wenn der Patient keine Beschwerden verspürt. • „Der (sorgfältig ausgefüllte) Endoprothesenpass sollte immer bei sich getragen werden“

Bevor spezielle Behandlungsmethoden durchgeführt werden, ist der Arzt laut Heisel und Jerosch (2007, S. 72) dazu verpflichtet, mit dem Patienten das Rehabilitationsziel und die damit in Verbindung stehenden Maßnahmen persönlich eingehend zu besprechen. Insgesamt beträgt der Zeitraum einer postprimären Rehabilitation ca. 10 bis 12 Wochen. Die allgemeinen Hauptbehandlungs- und Rehabilitationsziele werden in der folgenden Tabelle (Tab. 8) verdeutlicht:

Tabelle 8: Vorrangige postoperative Behandlungs- und Rehabilitationsziele einer Hüft- bzw. Kniegelenkendoprothese (mod. nach Heisel & Jerosch, 2007, S. 72, 73).

Behandlungs und Rehabilitationsziele einer Hüft- bzw. Kniegelenksendoprothese
<ul style="list-style-type: none"> • Weitgehende Reduktion oder gar der völlige Abbau der vormals bestehenden Ruhe-, Bewegungs- und/oder Belastungsschmerzen • Wiederherstellung bzw. Verbesserung der Funktionalität des betroffenen Hüft- oder Kniegelenkes • Wiederherstellung bzw. die Verbesserung der Gesamtmobilität • Weitgehende Unabhängigkeit von unterstützenden Gehhilfen (Rollator, Gehstützen u.a.) • Wiederherstellung bzw. der Erhalt der Eigenständigkeit bzgl. der ADL (Vermeidung von Pflegebedürftigkeit, Verbesserung der Lebensqualität) • Verbesserung der körperlichen Belastbarkeit im Alltag und Beruf (Lebensqualität)

Des Weiteren sind Heisel (2005, S. 138) zufolge die Reduzierung postoperativer Gelenkentzündungen sowie die Kräftigung der das Gelenk umgebenden Muskulatur ebenfalls erstrebenswerte Therapieziele.

Als Grundlage all dieser oben genannten Rehabilitationsziele dient die in Kapitel 2.2 genauer erläuterte ICF-Klassifikation. Gerade im Bereich der Sport- und Bewegungstherapie orientiert man sich seit 2001 sehr eng an der ICF. Diese beiden Therapieformen greifen bei der Rehabilitation von TEP-Patienten ergänzend ineinander über. Während man sich früher mehr auf die Bewegungstherapie (Krankengymnastik, Physiotherapie, etc.) konzentriert hat, gewinnt die Sporttherapie immer mehr an Bedeutung. Dies lässt sich auf die generellen Kosteneinsparungstendenzen im deutschen Gesundheitswesen zurückführen, denn die Sporttherapie wird meist in Gruppen angeboten. Außerdem lässt sich die Sporttherapie sehr gut mit der in der ICF verankerten Wiedereingliederung in das soziale Gefüge sowie Wiederherstellung der Alltagstauglichkeit des Patienten vereinbaren.

2.3.2.2 Ziele der Rehabilitation nach TEP unter Einbezug der ICF

Damit der Patient vom Akutkrankenhaus in die AHB überwiesen werden kann, muss er erst gewisse, allgemeingültige „Zielkriterien der Rehabilitati-

onsfähigkeit“ (BfA, (Bundesversicherungsanstalt für Angestellte) 1998, zitiert nach Fürst und Graf, 2004, S. 423) erfüllen. Der Patient sollte:

- sich eigenständig auf der Station fortbewegen können,
- eigenständig essen und sich waschen können,
- für täglich mehrstündige Reha-Leistungen ausreichend belastbar sein,
- hinreichend motiviert sein und sich für eine aktive Mitwirkung im Rehaprogramm in entsprechender psychischer und kognitiver Verfassung befinden.

In der folgenden Darstellung (Tab. 9) werden die direkt aus der ICF hervorgehenden Sporttherapieziele für TEP-Patienten herausgefiltert und einzeln aufgeführt:

Tabelle 9: Sporttherapeutische Zielsetzung/ICF CLUSTER (mod. nach Baldus & Schüle, 2012, S. 452, 453).

Sporttherapeutische Zielsetzung	
Körperstruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung/Stabilisierung der Strukturen: Beckenregion, der unteren Extremitäten und weiteren mit der Bewegung in Zusammenhang stehenden muskuloskeletalen Strukturen
Körperfunktion	<ul style="list-style-type: none"> • Schadensspezifische Schulung der Alltags-, Freizeit- und Berufsmotorik • Schmerzlinderung und Schmerzbewältigung • Verbesserung des Knochenstoffwechsels • Verbesserung des Gangbildes • Sturzprophylaxe • Verlangsamung des Funktionsverlusts
ADL: Aktivitäten und Partizipation	<ul style="list-style-type: none"> • Entängstigung • Verbesserung der ADL sowie der Handlungskompetenz • Erhöhung der Compliance • Verbesserung des Selbstwertgefühls und Selbstbewusstseins • Verbesserung/Stabilisierung • Arbeitserprobung
Umweltfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation und Vermittlung zu krankheitsangepasster körperlicher Aktivität • Verbesserung der Lebensqualität • Unterstützung und Beziehungen: engster Familienkreis, Freunde, Persönliche Hilfs- und Pflegepersonen, Fachleute der Gesundheitsberufe und Dienste, Systeme, Handlungsgrundsätze des Gesundheitswesens

Natürlich sind alle diese Ziele auf den einzelnen Patienten individuell zuzuschneiden, entsprechend seiner körperlichen Voraussetzungen und Möglichkeiten sowie seiner persönlichen Einstellung und Motivation (Baldus & Schüle, 2012). Sind die Ziele der Rehabilitationsbehandlung dann festgelegt, kann sich der Therapeut oder Arzt mit der Planung der genauen Dosierung der Bewegungstherapie befassen. Dabei spielt die ICF ebenfalls eine entscheidende Rolle.

Im Gegensatz zu früheren Herangehensweisen an den Begriff Behinderung, bezieht die ICF, als konzeptioneller Rahmen der Rehabilitation, ebenfalls die Aspekte der funktionalen Gesundheit mit ein. Dabei konzentriert sie sich auf

die Bereiche soziale Partizipation und Aktivitäten sowie die Körperstrukturen und -funktionen (Anneken, 2007; DIMDI, 2010; Fürst & Graf, 2004). Des Weiteren befasst sie sich mit den Patienten beeinflussenden Umweltfaktoren und versucht, diese in den Rehabilitationsprozess zu integrieren (ebd.). In der folgenden Darstellung des DIMDI wurde das Kapitel 4 „Mobilität“ der ICF (DIMDI, 2010, S. 21, 173 - 184) mit aufgenommen (siehe Abb. 17).

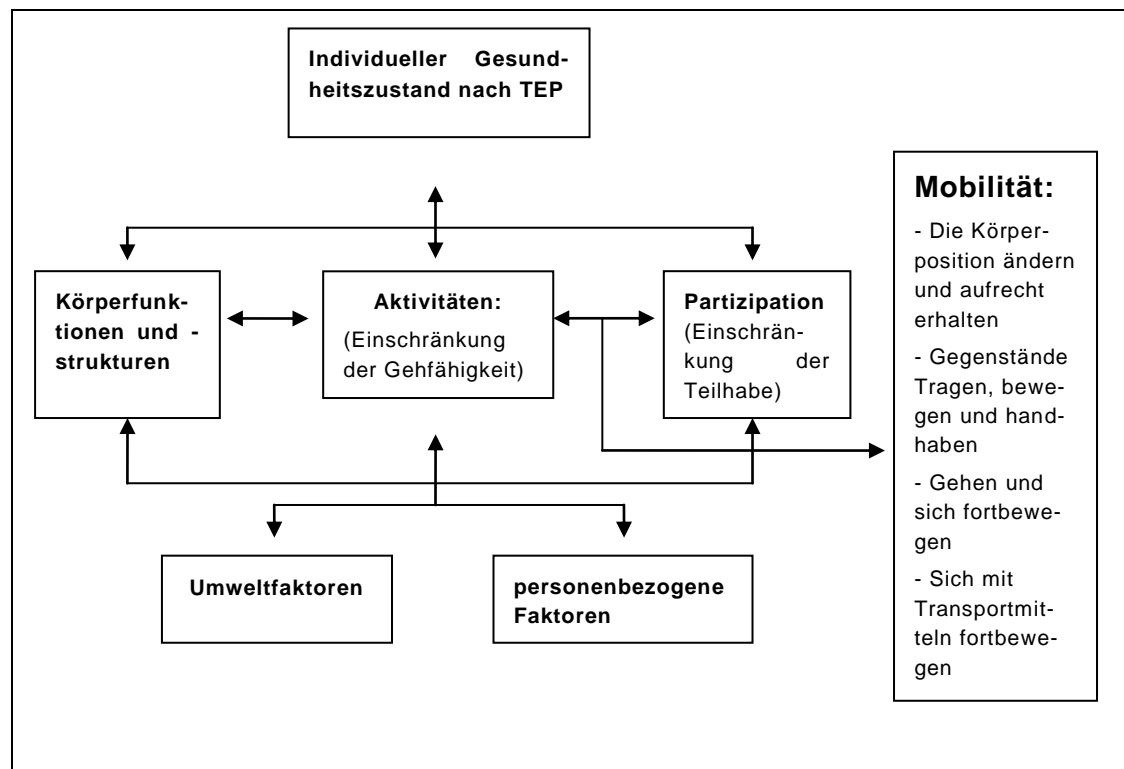


Abbildung 17: Wechselwirkungen zwischen den Komponenten der ICF und der Mobilität (mod. nach DIMDI, 2010, S. 21, 173 - 184).

Auf das ICF-Element der „Körperstrukturen“ (siehe Abb. 17) konzentriert man sich hauptsächlich während der AHB und deren vorangehenden Phasen. Im Anschluss an die AHB rückt nun die Reintegration in das berufliche und gesellschaftliche Leben, also die ICF-Komponenten „Aktivitäten“ und „Partizipation“, weiter in den Vordergrund (Fürst & Graf, 2004, S. 423, 424). Diese Herangehensweise der ICF findet sich auch in der deutschen Sozialgesetzgebung wieder (ebd.).

Laut Rupp und Wydra (2012) sowie Wydra (2011) liegt das Hauptaugenmerk der ICF auf den Komponenten Teilhabe und Aktivitäten. Die Ausprägung der Aktivitäten und der sozialen Teilhabe sind allerdings durch den individuellen Gesundheitszustand des Patienten sowie die „Qualität der Operation“ (Rupp & Wydra, 2012, S. 126) bedingt. Die rehabilitativen Fortschritte eines 40-

jährigen, ansonsten kerngesunden TEP-Patienten gestalten sich beispielsweise anders als bei einem 70-jährigen TEP-Patienten, der schon zwei Bypässe hat. Ein weiteres wichtiges Teilelement im Sinne der ICF ist der Präventionsaspekt der rehabilitativen Therapie (ebd.). Wie oben in Abbildung 17 dargestellt, ist die Mobilität ein weiteres Schwerpunktthema der ICF. Das Kapitel Mobilität der ICF beschäftigt sich mit den menschlichen Bewegungen, die durch „ändern und erhalten“ der „Körperposition“, „tragen, bewegen und handhaben“ von „Gegenständen“ sowie durch „gehen und sich [mit oder ohne Transportmittel] fortbewegen“ (DIMDI, 2010, S. 173 - 185) vollzogen.

Das heißt, im Gegensatz zur Frühmobilisation und -rehabilitation im Akutkrankenhaus, bei der man sich vorrangig an der ICF-Komponente „Körperfunktionen und -strukturen“ orientiert, lassen sich die Maßnahmen der weiterführenden Rehabilitation im Rahmen der Anschlussheilbehandlung auch den ICF-Komponenten „Partizipation“ und „Aktivitäten“ zuordnen. Denn hierbei konzentriert man sich in nun auch zusätzlich und verstärkt auf die Reintegration des Patienten in sein persönliches, berufliches und soziales Leben (Fürst und Graf, 2004, S. 420, 424). Im Bereich der Körperfunktionen und -strukturen befasst man sich während der AHB vor allem mit dem Erreichen der Vollbelastung der Prothese. Damit werden im Sinne der ICF alle drei Komponenten abgedeckt. Wie bereits in 2.1.3.3 erläutert, fällt die AHB in den Zeitraum von zwei bis fünf Wochen nach der Operation. In diesem Zeitraum wird der Patient von einem Reha-Team betreut, zu dem nicht nur physiologisch orientierte Fachärzte und Therapeuten gehören, sondern auch psychologische Fachkräfte (ebd.).

Auch seitens der Patienten wird neben einer gesteigerten Beweglichkeit des betroffenen Gelenks und Schmerzreduktion auf eine bestmögliche Wiederausübung der alltäglichen und sportlichen Aktivitäten vor der Erkrankung wertgelegt (Niederle & Knahr, 2007). Dies lässt sich auch mit der ICF vereinbaren, da die alltägliche und soziale Partizipation mittels sportlicher Aktivität eines der zentralen Anliegen der ICF darstellt (Anneken, 2007).

2.3.2.3 Zielstellung der bewegungs- und sporttherapeutischen Mobilisierung nach TEP

Während sich das vorangehende Kapitel mit der Zielsetzung der Rehabilitation von TEP-Patienten auf der Basis der ICF beschäftigt, konzentriert sich dieses Kapitel auf die entsprechenden sport- und bewegungstherapeutischen Maßnahmen zur Umsetzung dieser Rehabilitationsziele. Darunter fällt vor allem die Teilhabe am Leben durch die Wiedererlangung der Mobilität.

Da die Endoprothese gerade in der Anfangsphase nach der Operation und anschließenden AHB bei zu starker und abrupter Belastung Schaden nehmen kann, ist es wichtig, dass die Belastung auf dem operierten Bein regel- und gleichmäßig erfolgt. Dies kann auch sportliche Aktivitäten mit einbeziehen, sofern sie genannte Bewegungsabläufe beinhalten (Heisel & Jerosch, 2007).

In der nachfolgenden Tabelle (Tab. 10) werden die spezifischen empfohlenen Alltagsbelastungsmuster nach einer Knie- oder Hüft-TEP genauer erläutert:

Tabelle 10: Besonderheiten in der frühen Nachbehandlung nach Hüft- und Knie TEP (mod. nach Heisel, 2005, S. 155; Heisel, & Jerosch, 2007, S. 170).

	Alltagsbelastungsmuster	Zeitraum
Hüft-TEP	Liegen auf der nicht operierten Seite (mit einem Kissen zwischen den Beinen)	2. – 4. Woche
	Liegen auf der operierten Seite	5. – 6. Woche
	Übereinanderschlagen der Beine	ab 6. Woche
	Tiefes Bücken, Extrembewegungen (z.B. Kürzen der Zehennnägel)	ab 12. Woche
Knie-TEP	Trotz gehäuft vorliegendem Intraartikulärem Rest- bzw. Reizerguss: Zurückhaltung bzgl. Punktion des Kniegelenkes	–
	Keine provozierte mechanische Ablösung von Hautkrusten bzw. Trockenen Oberflächennekrosen (Infektionsgefahr, da oft schlechte Weichteildeckung)	–
	Postoperative Rückenlagerung (keine Knierolle)	etwa 2 Wochen
	Keine Widerstandsextension am langen Hebel (nur nach erfolgter Osteosynthese der Tuberositas tibiae)	für 6 – 8 Wochen
Hüft- und Knie TEP	Freies Gehen	8. – 12. Woche
	Autofahren	5. – 12. Woche
	Sexualität (abhängig von Mann/Frau und abhängig von der Körperstellung)	4. – 12. Woche

In Tabelle 11 hingegen werden die spezifischen Belastungsphasen nach einer Knie- oder Hüft-TEP dargestellt. Dabei wird aufgezeigt, zu welchem Zeitpunkt welche Belastungsintensität von völliger Entlastung bis hin zur Vollbelastung auf der frisch implantierten Prothese empfohlen wird.

Tabelle 11: Belastungsphasen in der frühen Nachbehandlung nach Hüft- und Knie TEP (mod. nach Heisel, 2005, S. 151, 153).

Erkrankung / Versorgung		Völlige Entlastung (nur Abrollen des betroffenen Beines)	Teilbelastung mit 20 kp an 2 Unterarmgehstützen	Weitgehende Vollbelastung an 2 Unterarmgehstützen	Vollbelastung an einer kontralateralen Gehstütze	Völlig unterstützungsfreies Gehen	
Hüft-TEP	Schenkelhalsprothese	ab 1. - 2. Tag	ab 2. Wo.	ab 5. - 6. Wo.	ab 8. - 10. Wo.	ab 10. - 12. Wo.	
	Zementierte Vollprothese	ab 1. - 2. Tag	ab 1. Wo.	ab 2. Wo.	ab 6. Wo.	ab 7. - 8. Wo.	
	hybridprothese	ab 1. - 2. Tag	ab 1. Wo.	ab 2. Wo.	ab 6. Wo.	ab 7. - 8. Wo.	
	Zementfreie Vollprothese	ab 1. - 2. Tag	ab 1. Wo.	ab 2. Wo.	ab 6. - 8. Wo.	ab 8. - 10. Wo.	
Knie-TEP	Mediale Schlittenprothese	ab 1. - 2. Tag	ab 1. Wo.	ab 2. Wo.	ab 6. Wo.	ab 6. Wo.	
	Achsfreier Oberflächenersatz	.zementfrei	ab 1. - 2. Tag	ab 1. Wo.	ab 2.- 4. Wo.	ab 6. Wo.	ab 8. Wo.
		.zementiert	ab 1. - 2. Tag	ab 1. Wo.	ab 2. Wo.	ab 4. - 6. Wo.	ab 6. - 8. Wo.
	Achsgeführte Alloplastik	ab 1. - 2. Tag	ab 1. Wo.	ab 2. Wo.	ab 4. - 6. Wo.	ab 6. - 8. Wo.	

Im Bereich der Teilbelastung steht man laut Jöllenbeck und Schönle (2005) noch immer vor dem Problem des Missverhältnisses zwischen vorgeschriebener und tatsächlicher Teilbelastung im Alltag. Zwar kann ein Patient beispielsweise mithilfe einer Waage ein leichtes Gefühl für die vorgegebene Belastung bekommen. Aber bei der alltäglichen Fortbewegung kann er nicht auf

das Kilogramm genau spüren, wie stark er das operierte Bein belastet. Diese Ungenauigkeit bereitet nicht nur dem Patienten sondern auch den Therapeuten Sorgen (ebd.).

Nach Erreichen der Vollbelastung stellt sich die Frage, inwiefern das Treiben von Sport die Haltbarkeit der Hüftprothese beeinflusst. Fachleute haben diesbezüglich unterschiedliche Ansichten (Schmitt-Sody et al., 2011). Insgesamt lässt sich jedoch feststellen, dass mäßige sportliche Aktivität einen positiven Effekt mit sich bringt.

Die einzelnen Phasen der expliziten sporttherapeutischen Ziele des individuellen Patienten werden mittels zwei bis drei sequenziellen Diagnosestufen festgelegt (Wydra, 2012, S. 184, 185). Die erste dieser Diagnosestufen stellt die ärztliche Diagnostik dar. Der Arzt untersucht hierbei hauptsächlich, ob der Patient gesundheitlich dazu in der Lage ist, sporttherapeutische Trainingsleistungen in Anspruch zu nehmen. Ist der Patient tatsächlich in der adäquaten gesundheitlichen Verfassung, am sporttherapeutischen Training teilzunehmen, wird in einer zweiten Stufe anhand einer sporttherapeutischen Basisdiagnostik ermittelt, ob der Patient funktionell in seiner körperlichen Belastbarkeit eingeschränkt ist (ebd.). Diese Anamnese wird von einem Sporttherapeuten durchgeführt. Sollten keine funktionellen Einschränkungen gefunden werden, so ist die sequenzielle Diagnostik damit abgeschlossen und der Patient kann eine allgemeine Sporttherapie in Anspruch nehmen (ebd.). Werden allerdings funktionelle Einschränkungen beim Patienten festgestellt, so wird der Patient speziellen motorischen Testverfahren wie Muskelfunktionstests, Isokinetik oder Fahrradergonomie unterzogen. Dies stellt die dritte und letzte Diagnostikstufe dar (ebd.). Das Stufenmodell hat sich auch schon in der Praxis in einer großen Reha-Einrichtung als geeignet erwiesen (Wydra, 2006).

Alle drei sequenziellen Diagnostikstufen werden in der folgenden Abbildung nochmals übersichtlich veranschaulicht:

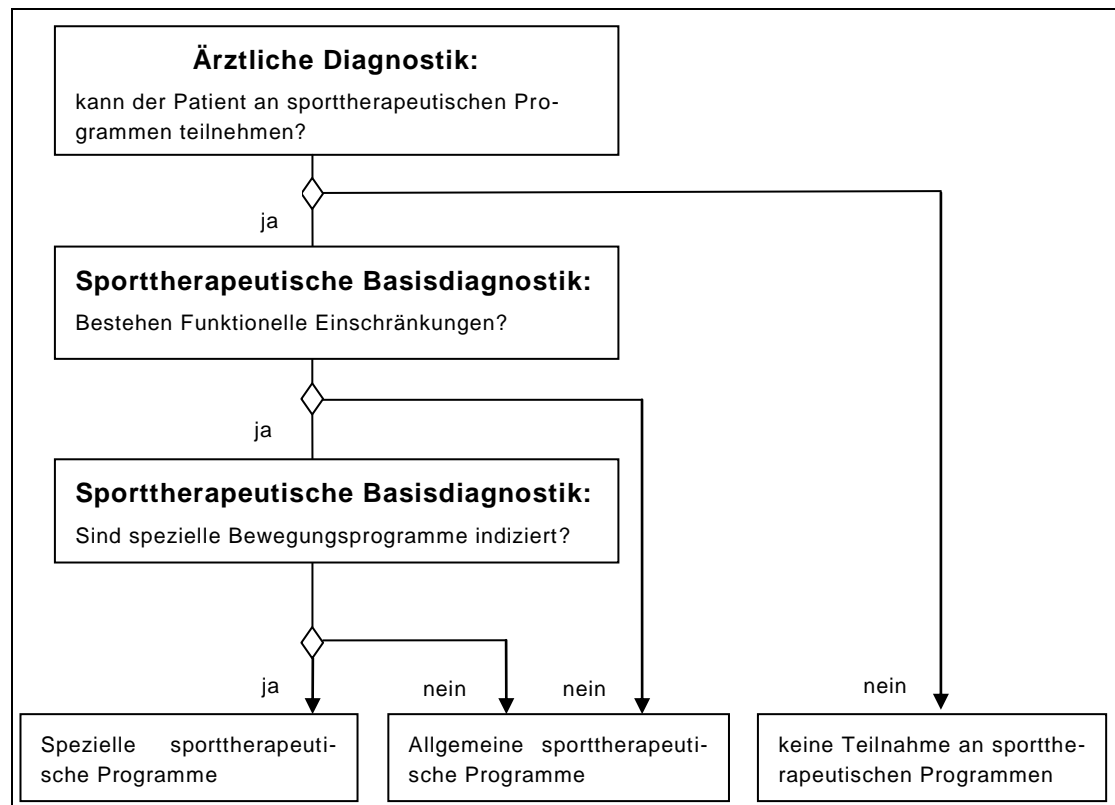


Abbildung 18: Interventionsbezogenes sequenzielles Diagnoseschema für den Bereich der Sporttherapie (mod. nach Wydra, 2012, S. 184).

Trotz dieser gut strukturierten Diagnostikverfahren gibt es Horstmann und Haupt (2005, S. 165) zufolge „noch keine einheitlichen Ergebnisse zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit“ von Hüft-TEP-Patienten. Es wird weiterhin nach verlässlichen und einfach zu ermittelnden Messgrößen gesucht.

Um die individuell ins Auge gefassten Ziele der Sporttherapie ICF-gerecht umsetzen zu können, erfolgt diese anhand unterschiedlicher Therapiemodule (Baldus & Schüle, 2012, S. 452):

- „Schadensspezifische Koordinationsschulungen
- Ausdauertraining (Aquajogging, Ergometertraining)
- Muskelaufbautraining
- Gangschulung
- Sportart- und Spieleignung
- Üben und Trainieren alltagsgerechter und berufsbezogener Bewegungen“ (ebd.)

Hüft- und Knie-TEP-Patienten müssen Heisel (2005, S.160) und Schmitt-Sody et al. (2011, S. 515) zufolge bei sportlichen Aktivitäten darauf achten, dass sie Sportarten mit „hohen kinetischen (dynamischen) Kraftspitzen“, auch High-Impact-Sportarten genannt, wie beispielsweise Kampfsport vermeiden. Generell wird für den postoperativen Zeitraum von sechs Monaten von jeglichen belastenden sportlichen Aktivitäten abgeraten (Heisel & Jerosch, 2007). Dagegen sind „sogenannte Low-Impact-Sportarten wie Schwimmen“ für Hüft- und Knie-TEP-Patienten unbedenklich (Niederle & Knahr, 2007, S. 5).

Für welche Sportarten sich der Patient genau entscheidet, sollte mit dem Arzt oder Therapeuten ausführlich besprochen werden. Dabei kommt es auch darauf an, ob sich der Patient schon vor der Operation regelmäßig sportlich betätigt hat und, ob er diese Sportarten auch entsprechend beherrscht hat (Niederle & Knahr, 2007; Schmitt-Sody et al., 2011; Wydra, 2012). Es wurde sogar festgestellt, dass präoperativ sportlich aktive Patienten auch nach Erhalt der TEP imstande waren, eine zuvor beherrschte Sportart wieder zu praktizieren (ebd.).

Aufgrund des vielfältigen Angebots an Sportarten kann Anneken (2007) zufolge jede an einer Behinderung leidende Person nach ihren persönlichen körperlichen Voraussetzungen eine Sportart treiben. Dadurch wird dem Patienten der Zugang zum Sport erleichtert, was gleichzeitig die soziale Teilhabe während und außerhalb des Sports erleichtert (Anneken, 2007, S. 230, 231). Denn durch den Sport können behinderte Menschen soziale Kompetenzen erwerben, die ihnen in anderen Lebensbereichen zugutekommen (Anneken, 2007). Darüber hinaus ist es Horstmann et al. (2001a) zufolge eines der funktionalen Kernanliegen der Sporttherapie, die alltägliche Teilhabe zu erleichtern und damit die Lebensqualität zu erhöhen.

Gerade bei älteren TEP-Patienten ist diese Wiedererlangung der alltäglichen Teilhabe äußerst wichtig, da im höheren Alter oftmals das Risiko eines sozialen Rückzugs besteht, vor allem in Verbindung mit körperlichen Einschränkungen. Die Freizeitgestaltung spielt unter diesem Aspekt eine besondere Rolle, denn eine rege Freizeitgestaltung fördert den sozialen Anschluss. Um alle Freizeit- und auch Alltagspläne verwirklichen zu können, ist nicht nur die körperliche Mobilität von Belang, sondern auch die Fähigkeit, öffentliche und nichtöffentliche Verkehrsmittel nutzen zu können (Engeln, 2003, S. 118, 125, 126; Hefter & Götz, 2013). In der Regel ist das Autofahren für TEP-Patienten laut Heisel und Jerosch (2007, S. 168, 169) erst möglich, wenn sie die letzte Belastungsphase erreicht haben, also die Vollbelastung ohne Gehstützen. Für das Fahren eines PKWs mit Schaltgetriebe müssen bei TEP-Patienten mindestens neun Wochen postoperativ vergangen sein. Der genaue Zeitpunkt für das Bedienen eines Automatikgetriebes richtet sich allerdings danach, ob das Hüft- oder Kniegelenk sowie, welche Seite operiert wurde (ebd.):

- Bei einer Hüft-TEP auf der linken Seite → ab der fünften Woche postoperativ
- Bei einer Hüft-TEP auf der rechten Seite → ab der siebten Woche postoperativ
- Bei einer Knie-TEP auf der linken Seite → ab der fünften Woche postoperativ
- Bei einer Knie-TEP auf der rechten Seite → ab der siebten Woche postoperativ

Insofern haben alle diese spezifischen sporttherapeutischen Reha-Maßnahmen gemäß der ICF die Wiedererlangung der sozialen und alltäglichen Teilhabe des TEP-Patienten anhand seiner physischen Mobilisierung zum Ziel. Die genaue Dosierung dieser Reha-Maßnahmen wird im folgenden Teilkapitel erläutert.

2.3.2.4 Die Dosierung der Bewegungs- und Sporttherapie nach TEP

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der adäquaten Dosierung der Bewegungs- und Sporttherapie nach TEP. Die richtige Dosierung bei therapeutischen Maßnahmen spielt eine wichtige Rolle, da eine falsche Dosierung zu negativen Veränderungen der Lebensqualität führen kann. Wie bereits in (Nellessen & Froböse, 2003) erwähnt, sollten bei derartigen Therapien nicht nur physische Aspekte der Patienten eine Rolle spielen, sondern es sollte auch auf die psychischen Aspekte eingegangen werden. Dieser Ansatz der Betrachtung von sowohl physischen als auch psychischen Aspekten der Patienten ist internationaler Standard und ist auch Bestandteil der ICF-Klassifikationen.

Hier interessiert man sich für eine spezielle therapeutische Therapie, nämlich für die Bewegungs- und Sporttherapie nach TEP. Allgemein spielt die Bewegungs- und Sporttherapie eine bedeutende Rolle in der Rehabilitation von Patienten, da dieser Therapie 60 % der therapeutischen Leistungen, welche in der medizinischen Rehabilitation durchgeführt werden, zugeordnet werden können (Hendrich, Zech, Schmitt & Pfeifer, 2013).

Worum geht es nun eigentlich bei einer solchen Bewegungstherapie? Das Hauptziel einer Bewegungstherapie ist es, die Leistungsfähigkeit der Patienten zu erhalten bzw. wiederherzustellen. Dies geschieht durch Bewegungen, welche im Idealfall den gesamten Körper beanspruchen sollten, um die physischen Fähigkeiten der Patienten zu verbessern, siehe dazu auch (DRV, 2009). Ein weiteres Ziel der Bewegungstherapie ist es, negative psychische Folgen einer Erkrankung zu minimieren und somit insbesondere mögliche Einschränkungen der Lebensqualität, welche sich aus der Erkrankung ergeben können, zu vermeiden bzw. zu vermindern (Kaiser, Lütke-Fremann & Schmitz, 1997).

Wie in Pfeifer, Sudeck, Brüggemann und Huber (2012, S. 43, 44) erwähnt, obliegt die Durchführung einer Bewegungstherapie meist den Sporttherapeuten und Physiotherapeuten oder zum Teil den Ergotherapeuten. Die Entscheidung, wer für einen bestimmten Patienten die Bewegungstherapie durchführt, hängt dabei von der jeweiligen Ausgangslage und den Zielen der entsprechenden Rehabilitationsmaßnahmen ab. Es ist wichtig, sich der Wirkung einer bestimmte Dosis an Bewegungstherapie auf die Leistungsfähigkeit der Patienten bewusst zu sein. Die Bedeutung derartiger Aspekte in der Rehabilitation von TEP-Patienten wurde in Hendrich, Zech und Pfeifer (2011) untersucht. Des Weiteren ist Wydra (2006) der Ansicht, dass noch mehr Verfahren in der Bewegungstherapie entwickelt werden sollen, um mit den heutigen Assessmentverfahren mithalten zu können.

Obwohl die Dosierung von Therapiemaßnahmen eine bedeutende Rolle spielt, wurden Dosierungs-Wirkungsaspekte bei der Rehabilitation von TEP-Patienten bisher in der Literatur kaum untersucht, siehe diesbezüglich auch Müller, Mittag, Gülich, Uhlmann und Jäckel (2009). Di Monaco, Vallero, Tappero und Cavana (2009) weisen darauf hin, dass bei der Durchführung derartiger Studien die potenziellen Variabilitätsquellen bei der Auswahl der Probanden berücksichtigt werden müssen. Brüggemann und Sewöster (2010) erläutern, dass weitere Studien ebenfalls notwendig sind, um die Qualität der Bewegungstherapie sowie die Auswahl geeigneter Methoden richtig beurteilen zu können.

Die Notwendigkeit von solchen wissenschaftlichen Studien, welche sich mit der Beziehung zwischen Dosierung und Wirkung von Bewegungstherapie beschäftigen, ergibt sich nicht nur aus medizinischen Gesichtspunkten, sondern auch aus ökonomischen Gründen, denen insbesondere im Angesicht von aktuellen Sparmaßnahmen im internationalen Gesundheitswesen eine bedeutende Rolle zukommt. Derartige Untersuchungen würden im Optimalfall einen wichtigen Beitrag zu einer effizienten und effektiven, möglichst individuell auf den jeweiligen Patienten abgestimmten, Bewegungstherapie liefern.

2.3.3 Kapitelzusammenfassung

Um die Rehabilitation bei TEP-Patienten zu beschreiben, muss erst einmal erklärt werden, was eine TEP ist und auf welchen anatomischen Grundlagen sie basiert.

Das Hüftgelenk ist regelmäßig starken Bewegungs- und Gewichtsbelastungen ausgesetzt, da es eine Verbindung zwischen Rumpf- und unteren Extremitäten darstellt. Es gehört zu den Kugelgelenken und kann Bewegungen in bis zu sechs Richtungen realisieren. Das Kniegelenk wird hingegen als Drehscharniergelenk bezeichnet, da es Dreh- und Beugebewegungen ausführen kann.

Auch das Kniegelenk ist starken alltäglichen Belastungen ausgesetzt (Menche & Engelhardt, 2007; Thews et al., 2007).

Aufgrund der starken Belastungen, die auf beide genannten Gelenke wirken, bilden sich im Laufe eines menschlichen Lebens Abnutzungserscheinungen. Zeigen diese Abnutzungen jedoch ein ungewöhnlich starkes Ausmaß und Schmerzsymptome auf, handelt es sich meist um eine arthrotische Knochenveränderung. Bei einer arthrotischen Veränderung des Hüftgelenks spricht man von einer Koxarthrose, bei einer Arthrose des Kniegelenks von einer Gonarthrose (Imhof, 2005).

Ist der entzündliche Verlauf der Kox- oder Gonarthrose zu weit fortgeschritten, besteht in den meisten Fällen nur noch die Möglichkeit eines Gelenkersatzes durch eine Totalendoprothese, um die Beweglichkeit und Schmerzfreiheit des Patienten wiederherzustellen. Hierzu stehen drei Implantationstechniken zur Auswahl: die zementierte, die zementfreie und die Hybridtechnik. Der Einsatz dieser Techniken wird anhand des Geschlechts, Alters und des Krankheitsverlaufs des jeweiligen Patienten entschieden (Zimmermann, 2008). Die Einpassung und Planung der einzusetzenden Prothesen wird heutzutage anhand von computertomographischen und Röntgenaufnahmen häufig EDV-gestützt durchgeführt. Häufig kommen die Materialien Poly-Carbonat-Urethan und Polyethylen zum Einsatz, weil sie langlebig und verträglich sind (Mai, 2011; Mittelmeier et al., 2011, S. 75 - 78).

Nach der Implantation einer solchen TEP empfiehlt es sich, vor der genauen Planung und Durchführung rehabilitativer Maßnahmen bei TEP-Patienten entsprechende Rehabilitationsziele festzulegen. Die Rehabilitationsziele für TEP-Patienten orientieren sich eng an den allgemeinen Zielen der Rehabilitationsbehandlung aus Kapitel 2.2, sind jedoch spezifisch auf Patienten mit einer Hüft- oder Knie-TEP abgestimmt und ausgerichtet. Dabei konzentriert man sich vor allem auf die Wiederherstellung der Beweglichkeit des Patienten und der Funktionsfähigkeit des Gelenks (Oehlert & Hassenpflug, 2004; Zimmermann, 2008). Das heißt, man interessiert sich auch explizit für die einzelnen Beweglichkeitsfortschritte des Gelenks und setzt für die Reha-Maßnahmen diesbezüglich auch explizite Ziele. Auch hier wird der jeweilige Patient mit seinen Vorstellungen und Ansichten in den Zielsetzungsprozess mit einbezogen (Heisel & Jerosch, 2007).

Betrachtet man die rehabilitative Zielsetzung für TEP-Patienten genauer in Verbindung mit den ICF-Komponenten Körperfunktionen, Aktivitäten und Teilhabe, so fällt auf, dass man sich in der Reha-Phase der AHB zwar auch um die Körperfunktionen anhand der Vorbereitung für die Vollbelastung kümmert, das Hauptaugenmerk aber auf der Aktivität und Teilhabe liegt. Die Mobilität ist auch in einem eigenen Kapitel in der ICF verankert und spielt somit für die

Rehabilitation gemäß ICF eine tragende Rolle. Gerade auch, da die ICF sich stärker auf die Komponenten Aktivität und Teilhabe konzentriert, als auf die Körperfunktionen. (Anneken, 2007; DIMDI, 2010; Fürst & Graf, 2004). Man verfolgt in der AHB die Wiedereingliederung des Patienten in sein alltägliches und soziales Leben, dabei ist Sport nicht ausgeschlossen. Bevor der Patient allerdings aus dem Akutkrankenhaus in die AHB überwiesen wird, muss er erst gewisse allgemeine Zielkriterien zur Rehabilitationsfähigkeit erfüllen, darunter gehört das selbstständige Essen und das selbstständige Fortbewegen auf der Station (ebd.).

In den Zielsetzungsprozess sollten auch die Belastungsempfehlungen nach einer TEP-Implantation mit einbezogen werden. So kann es beispielsweise bis zu 12 Wochen dauern, bis der TEP-Patient ohne Gehstütze frei gehen kann. In dieser Zeit gibt es auch empfohlene Alltagsbelastungsmuster (Heisel, 2005; Heisel & Jerosch, 2007, S. 169, 170). In der Regel können TEP-Patienten zur Verbesserung ihrer Mobilität neben bewegungstherapeutischen Maßnahmen ab sechs Monaten postoperativ auch sporttherapeutischen Maßnahmen in Anspruch nehmen. Vor Beginn dieser sporttherapeutischen Maßnahmen sollte mittels sequenzieller Diagnostik in drei Stufen die individuelle Zielsetzung und Maßnahmenauswahl für den Patienten bestimmt werden (Wydra, 2012, S. 184, 185). Bei der Auswahl der Sportarten ist es wichtig sich an gleichmäßigen ruhigen Bewegungsmustern zu orientieren, auch als Low-Impact-Sportarten bezeichnet. Denn abrupt stark belastende High-Impact-Sportarten können die TEP schädigen. Durch die beim Sport verbesserte Mobilität und den regen Kontakt mit Mitmenschen kann die alltägliche Teilhabe gefördert werden (Heisel, 2005; Schmitt-Sody et al., 2011). Aber auch die Mobilität im Verkehr ist ein wichtiger Punkt, gerade für ältere Menschen. Das Autofahren ist schon nach 5 bis 9 Wochen möglich, abhängig von der Getriebeart und des operierten Gelenks (Heisel und Jerosch, 2007, S. 168, 169).

Gerade nach einer TEP-Implantation ist es wichtig, entsprechend des jeweiligen Patienten die Sport- und Bewegungstherapie zu dosieren, damit sich der physische und auch der psychische Zustand des Patienten verbessern können. Die vorab festgelegten Reha-Ziele dienen hierbei als wichtiges Hilfsmittel. Die Dosierung der Therapiemaßnahmen ist heutzutage hauptsächlich dem Arzt oder Sport- und/oder Bewegungstherapeuten überlassen (Hendrich et al., 2013; Pfeifer et al., 2012, S. 43, 44).

In den nachfolgenden Kapiteln 3 - 5 wird anhand einer empirischen Untersuchung analysiert, inwiefern die Rehabilitationsziele für TEP-Patienten bei einer exemplarischen TEP-Patientengruppe im Rahmen ihrer Rehabilitation umgesetzt wurden.

2.4 Menschliche Mobilitätsfaktoren – Gleichgewicht und Gang

Für den Erhalt der Lebensqualität, der gesellschaftlichen Teilhabe und einer selbstbestimmten Lebensführung ist es von großer Bedeutung, dass eine Person in der Lage ist, ihre alltäglichen Aufgaben und Aktivitäten (ADL) zu erledigen (Pfeifer, Ruhleder, Brettmann und Banzer, 2001, S. 129, 130). Zu diesem Zweck müssen die Mobilität und das Sicherheitsempfinden dieser Person gewährleistet sein, deren Voraussetzung in der Hauptsache die intakte Gleichgewichts- und Gehfähigkeit ist (ebd.).

Die allgemeine Mobilität wird als „Potenzial der Beweglichkeit zur Erfüllung von Bedürfnissen“ (Hefter & Götz, 2013, S. 5, 7) gesehen. Gerade im Hinblick auf das Leben älterer Menschen lässt sich feststellen, dass die Mobilität eine Grundvoraussetzung für eine selbstbestimmte Lebensführung und soziale Integration darstellt (Hefter & Götz, 2013; Engeln, 2003). Im Umkehrschluss kann man annehmen, dass eine Einschränkung dieser Mobilität das Lebensgefühl und die Lebensqualität der Betroffenen in einem bestimmten Maß negativ beeinflusst.

Durch welche Merkmale sich die beiden Hauptvoraussetzungen der Mobilität, Gleichgewichts- und Gehfähigkeit, auszeichnen, wird in den folgenden beiden Teilkapiteln (Kapitel 2.4.1 & 2.4.2) genauer erörtert.

2.4.1 Das Gleichgewicht und koordinative Gleichgewichtsfähigkeit

Eine essenzielle Voraussetzung für die Gehfähigkeit und die komplette Motorik des Menschen ist die Gleichgewichtsfähigkeit, und damit vorrangig die motorische Gleichgewichtsfähigkeit. Um dieser komplexen Körperfunktion auf den Grund zu gehen, werden in diesem Kapitel zunächst die wichtigsten Begrifflichkeiten und Prinzipien des motorischen Gleichgewichts (Kapitel 2.4.1.1) erläutert. Anschließend befasst sich dieses Kapitel mit der Steuerung und Kontrolle der Abläufe im motorischen Gleichgewicht und damit auch mit dem Geflecht der koordinativen Fähigkeiten (Kapitel 2.4.1.2). Um noch detaillierter in die einzelnen körpereigenen Vorgänge der motorischen Gleichgewichtsfähigkeit vorzudringen, werden die einzelnen Sinnesapparate und Funktionen des sensomotorischen Systems (Kapitel 2.4.1.3 - 2.4.1.5) eingehend behandelt. Die Folgen, die Störungen in genanntem System haben können, werden nachfolgend im Themenbereich der pathologischen Gleichgewichtsveränderungen, also der Stürze (Kapitel 2.4.1.6) dargestellt. Damit diesen Stürzen vorgebeugt und allgemeinen Störungen der motorischen Gleichgewichtsfähigkeit entgegengewirkt werden kann, ist ein sensomotorisches Gleichgewichtstraining vonnöten. Wodurch sich ein solches Training auszeichnet, wird in Kapitel 2.4.1.7 erörtert.

2.4.1.1 Das motorische Gleichgewicht

Kunert (2009) zufolge entspricht dem Gleichgewicht eine Situation, in der Schwerpunkt des entsprechenden Körpers über seiner unterstützenden Basisfläche befindet. Dabei handelt es sich allerdings um eine anfängliche Definition des Gleichgewichts, die sich auf einen statischen Zustand konzentriert und nicht auf sportwissenschaftlich relevante dynamische Körperzustände, wie beispielsweise Rotation, übertragbar ist. Daher bedarf es weiterer, genauerer Definitionen. Es finden sich viele weitere Definitionen aus vielen unterschiedlichen Fachdomänen für den Begriff Gleichgewicht. Doch werden hier nicht alle einzeln genannt werden, denn speziell für den Bereich der Sport- und Trainingswissenschaften ist lediglich die Definition des motorischen Gleichgewichts von Belang.

Dieses motorische bzw. sensomotorische Gleichgewicht orientiert sich stark an der physikalischen Gleichgewichtsdefinition. Laut Olivier und Rockmann (2003, S. 118) ist ein „menschlicher Körper [...] dann im motorischen Gleichgewicht, wenn die Resultierende aller wirkenden Kräfte und die Summe aller Drehmomente bestimmte Werte nicht überschreiten. Diese Werte variieren in Abhängigkeit von der gestellten Aufgabe sowie individuellen und äußeren Voraussetzungen.“ Wird der menschliche Körper durch bestimmte Gegebenheiten wie beispielsweise durch einen Stoß aus eben diesem Gleichgewicht gebracht, so reagiert er durch haltungsspezifische Korrekturen, mittels auf einander abgestimmter Muskelgruppen. Diese Korrekturen zur Gleichgewichtswiederherstellung werden auch als posturale Synergien bezeichnet (Olivier & Rockmann, 2003, S. 119, 120).

Spricht man also von motorischem und sensomotorischem Gleichgewicht, lässt sich das Gleichgewicht aus einem komplett anderen Blickwinkel untersuchen, vor allem im Bereich der Sport und Therapiewissenschaften.

Fetz (1990, S. 22, 23) unterscheidet zwischen verschiedenen Komponenten des motorischen Gleichgewichts:

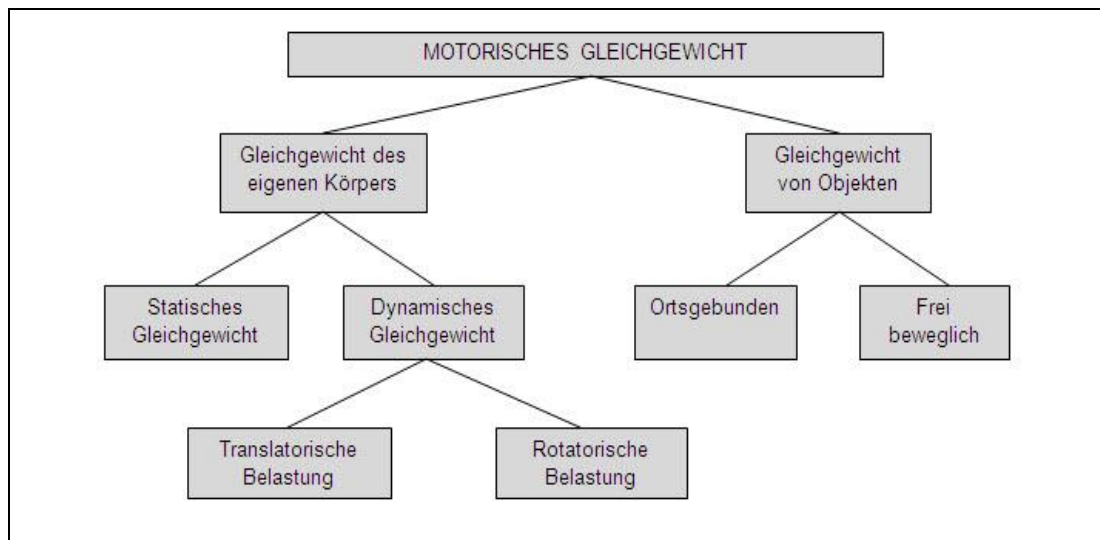


Abbildung 19: Schematische Gliederung des motorischen Gleichgewichts (mod. nach Fetz, 1990, S. 23).

Zum einen unterscheidet er zwischen dem Gleichgewicht von Objekten und dem Gleichgewicht des menschlichen Körpers. Im Bereich des körpereigenen Gleichgewichts spricht er von statischem und dynamischem Gleichgewicht. Hinsichtlich des menschlichen Körpers kann es kein statisches Gleichgewicht im physikalischen Sinn geben, da der menschliche Körper selbst im Ruhezustand feine organische Bewegungen aufweist, wie beispielsweise vereinzelte Muskelspannungen oder -zuckungen oder das Wandern von Körperflüssigkeiten. Aus diesem Grund spricht man bei motorischem Gleichgewicht eher von quasistatischen Zuständen des Körpers, wie z. B. der aufrechte Stand. Das dynamische Gleichgewicht bezieht sich hingegen auf Körperbewegungen wie die Translation oder Rotation (Fetz, 1990, S. 22, 23).

Um eine Definition nach korrektem wissenschaftlichen Standard bezüglich des motorischen Gleichgewichts vorzuweisen, wird ein Modell vorausgesetzt, das nachweisbar motorische Handlungen des menschlichen Körpers erklären kann. Ein solch dynamisches Phänomen, das das menschliche Gleichgewicht darstellt, bedarf eingehender körpereigener Koordination und Regulation (Böer, 2006). die folgenden Kapitel werden sich mit diesem komplexen Thema eingehend auseinandersetzen.

2.4.1.2 Koordinative Fähigkeiten

Nach Birkbauer (2006) befasst sich die Bewegungsforschung zu Steuerungs- und Kontrollmechanismen des motorischen Gleichgewichts hauptsächlich und eingehend mit Theorien hinsichtlich der Bewegungsorganisation und -koordination. In vielen ähnlichen Bewegungssituationen reagiert der mensch-

liche Körper oft auf die gleiche Weise. Das liegt darin begründet, dass es sich bei koordinativen Fähigkeiten um durch viele wiederholte Bewegungsprozesse erworbene und verfestigte Fertigkeiten handelt. Hirtz (2002, S. 41) spricht hier auch von „verfestigte[n] und generalisierte[n] Verlaufsqualitäten“. Viele sensomotorische Fähigkeiten werden im Laufe eines Menschenlebens Stück für Stück erworben. Eine davon ist die Koordinationsfähigkeit und stellt die „sensomotorische Organisation und Regulation von Bewegung“ (Bertram & Laube, 2008, S. 16).

Die Begriffe Gleichgewicht und Gleichgewichtsfähigkeit werden meist synonym gebraucht, jedoch werden diese Begriffe in der Wissenschaft unterschieden. Dem Gleichgewicht wird meist eine physikalische Bedeutung zugeordnet (Bräumler & Schneider, 1981; Kunert, 2009; Mathelitsch, 1994).

In Verbindung mit den Begriffen Gleichgewicht und Koordination finden sich viele unterschiedliche Begriffe in der Fachliteratur, die noch nicht eindeutig definiert und zugeordnet wurden – wie beispielsweise Sensomotorik oder Propriozeption. Aufgrund dessen lässt sich bei vielen Übungsleitern, Trainern etc. eine gewisse Verunsicherung verzeichnen, wenn es um den Gebrauch eben dieser beiden Begriffe geht (Kunert, 2009). Ein Beispiel für einen solchen Definitions- und Zuordnungsversuch stammt von Hirtz (2002). Ihm zufolge lassen sich die koordinativen Fähigkeiten grundsätzlich gesehen in die Klasse der dem Körper eigenen, motorischen Fähigkeiten einordnen, die ihrerseits gleichzeitig einen wichtigen Teil der körperlichen Leistungsfähigkeit ausmachen. Allerdings gelten für diese Leistungsfähigkeit auch weitere körperliche Voraussetzungen, wie z. B. der Körperbau, kognitive Fähigkeiten oder biologisches Lebensalter des entsprechenden Menschen.

Bertram und Laube (2008) unterscheiden zusätzlich zwischen sensomotorischen Fähigkeiten und sensomotorischen Fertigkeiten. Als Grundlage für jegliche sensomotorische Fähigkeit steht die genetische Veranlagung eines Menschen, da eine eben solche Fähigkeit ein reibungsloses Zusammenspiel verschiedener Organkomponenten wie beispielsweise Muskeln und Nerven voraussetzt. Dies lässt somit auch auf die kognitive Leistungsfähigkeit des Menschen schließen. Eine Weiterentwicklung dieser Fähigkeiten findet durch ihren kontinuierlichen Einsatz bzw. Gebrauch statt und ist ein essenzielles Fundament aller sensomotorischen Fertigkeiten. Im Gegensatz dazu werden sensomotorische Fertigkeiten im Laufe eines Menschenlebens durch häufige Wiederholung bestimmter Abläufe erworben. Es bedarf einer ständigen und regelmäßigen Anwendung dieser Fertigkeiten, um sie zu automatisieren und zu verbessern (ebd.).

Spricht man nun von koordinativen Fähigkeiten, so bezieht man sich auf eine Vielzahl komplexer Prozesse zur Bewegungsregulierung und -steuerung. Sie

stellen eine wichtige Voraussetzung für sportliche Leistungen dar und zählen zusammen mit den konditionellen Fähigkeiten, wie Kraft, Schnelligkeit oder Ausdauer, zu den bereits erwähnten motorischen Fähigkeiten. Koordiniert werden dabei die in das zentrale Nervensystem eingehenden Sinneswahrnehmungen und die jeweiligen motorischen Reaktionen darauf (Meinel & Schnabel, 1998; Roth & Roth, 2009). Diese Sinnesinformationen sind essenzieller Bestandteil der Bewegungssteuerung. Sie werden aerob in Nervenzellen gespeichert. Deshalb kann man auch hinsichtlich der koordinativen Fähigkeiten von „psychomotorischen Persönlichkeitseigenschaften“ sprechen (Bertram & Laube, 2008, S. 16).

Jedoch sind diese fließenden Prozesse der Sensomotorik sehr vielschichtig und bedürfen deshalb einer allgemeinen Konzeption, die bisher aber noch nicht ausgemacht werden konnte (Bertram & Laube, 2008).

Wie bereits weiter oben erwähnt, ist die Gleichgewichtsfähigkeit Teil der koordinativen Fähigkeiten, die versucht, das Gleichgewicht zu erhalten bzw. es wiederherzustellen (Meinel & Schnabel, 2007). Çetin (1991), Neumaier (2006) und Teipel (1995) sehen den Charakter dieser Fähigkeiten als relativ stabil und vielschichtig an.

2.4.1.3 Sensomotorisches System

2.4.1.3.1 Begriff und Prinzipien der Sensomotorik

Schon alleine der Begriff „Sensomotorik“ beinhaltet, dass es sich hier um eine Wechselbeziehung zwischen dem sensorischen System und dem motorischen System des menschlichen Körpers handelt (Fetz, 1990, S. 13). Da sich eine solche Wechselbeziehung bei jeglichen Bewegungsabläufen des menschlichen Körpers verzeichnen lässt, kann man festhalten, dass auch alle körperlichen Gleichgewichtsregulationen sensomotorischen Abläufen unterliegen (ebd.). Beide Systeme sind generell für das Realisieren einer Bewegung „untrennbar“ miteinander verbunden (Olivier & Rockmann, 2003, S. 112) „Sensomotorik bestimmt folglich das affektive, kognitive und motorische Handeln“ (Wilke & Froböse, 2003, S. 139).

Einzelnen betrachtet ergibt sich, dass die sensorischen Systeme des menschlichen Körpers dafür zuständig sind, Reizinformationen seitens körperinterner, körperexterner Vorgänge sowie sensorische Eindrücke aus der unmittelbaren Umwelt einer Person zu verarbeiten und sie an die entsprechend betroffenen Organe weiterzuleiten (Olivier & Rockmann, 2003). Im Vergleich dazu ist es Aufgabe des motorischen Systems, körperliche Bewegungsabläufe zu initiieren und anschließend deren Durchführung zu leiten und zu kontrollieren. Außerdem müssen die Resultate dieser Bewegungsabläufe ausgewertet und die

daraus gezogenen Regelungen für deren Umsetzung festgehalten werden (Olivier & Rockmann, 2003).

Unter motorischer Entwicklung versteht man heutzutage den Verlauf gewisser chronologischer Veränderungen in Bezug auf die Bewegungen und Motorik, vorzugsweise von Menschen (Willmczik & Singer, 2009, S.15, 21). Um diese Veränderungen zu beobachten und zu analysieren muss der Verlauf der einzelnen individuellen Lebensumstände durch ein Messverfahren anhand des Lebensalters standardisiert werden (ebd.).

Bertram und Laube zufolge (2008, S. 7) gleichen die einzelnen Abläufe innerhalb des sensomotorischen Systems einem Kreislauf – von der afferenten Verarbeitung externer Reize über das zentrale Nervensystem (ZNS) und der efferenten Befehlsweiterleitung hin zur entsprechenden Muskelreaktion, und wieder zurück zur afferenten Reizrezeption im Sinne einer Reafferenz . Folgende Elemente sind in diesem Kreislauf involviert:

- Sensoren (Rezeptoren)
- Afferente Bahnsysteme
- Spinale und supraspinale neuronale Netzwerke der Sensomotorik
- Efferente Bahnsysteme
- Muskeln
- Rezeptoren

Froböse und Wilke (2003, S. 139) sprechen hierbei eher von einem „Regelkreis“. Im folgenden Schaubild (Abb. 20) wird dieser veranschaulicht:

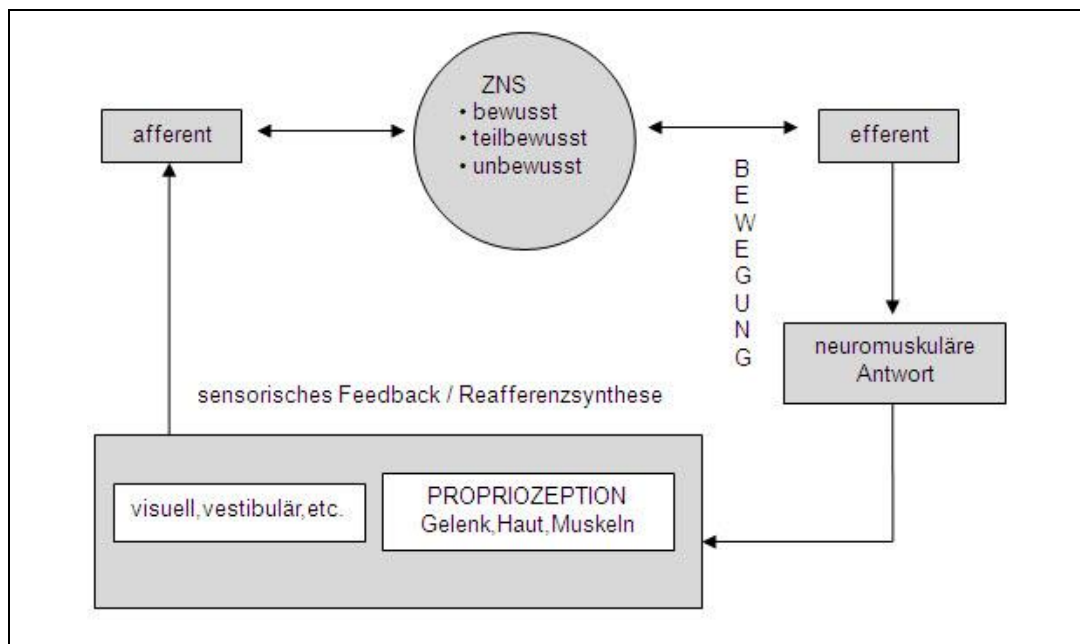


Abbildung 20: Sensomotorisches System mit Rückkopplungsmechanismus (mod. nach Biedert et al., 1998, zitiert nach Froböse et al., 2003, S. 140)

Verschiedene Rezeptorenarten sind in der Lage innere und äußere Reize wahrzunehmen, was auch als Perzeptionsphase zu verstehen ist. Über afferente Signalweiterleitung gelangen diese Reizinformationen zum zentralen Nervensystem, das auf verschiedenen Ebenen eine Auswertung der Informationen vornimmt (Wilke & Froböse, 2003). Über efferente Nervenbahnen wird die verarbeitete Information als Befehl wieder zur Peripherie, in diesem Fall zu den Muskeln zurückgeschickt, was anschließend eine Muskelreaktion nach sich zieht. Mittels einer „sonorischen Rückkopplung“, oder auch einer „Reafferenzsynthese“ (ebd., S. 139) erhält der Körper über die zu Beginn genannten Rezeptoren immer wieder eine Rückinformation über die von den Muskeln ausgeführte Bewegung. Somit hat der Körper ständig die Möglichkeit, seine Bewegungsabläufe zu korrigieren, womit der Kreis wieder von Neuem beginnt.

2.4.1.3.2 Physiologische Grundlagen: Analysatoren des Gleichgewichts

Um die Funktionalität des sensomotorischen Systems genauer verstehen zu können, ist es wichtig auf die Rezeptoren, auch Analysatoren genannt, einzugehen, die für die Gleichgewichtregulation und körperliche Bewegungsabläufe von großer Bedeutung sind. Sie sind Grundlage des (senso-)motorischen Gleichgewichts, da sie die afferenten Informationen zur Verarbeitung im ZNS bereitstellen. Laut Wilke und Froböse (2003) handelt es sich hierbei um das

optische Analysatoren (Sehen), das akustische (Hören), das taktile (Tasten), das vestibuläre (Gleichgewicht halten) und das kinästhetische System (eigene Bewegungen regulieren). Olivier und Rockmann (2003, S. 102) hingegen benennen neben dem visuellen (optischen), dem akustischen bzw. auditiven und dem vestibulären Analysator auch noch die „Nozizeption (gewebsschädigende oder bedrohende Reize verarbeiten)“ und „ein[en] Teil der Gruppe der somatosensorischen Systeme“. In den nachfolgenden Teilkapiteln wird auf einige dieser Analysatoren ausführlich eingegangen.

2.4.1.3.3 Visuelles Sinnessystem

Der visuelle Analysator ist ein essenzieller Bestandteil der Gleichgewichtsfähigkeit. Er dient dazu Distanzen abzuschätzen und die Umgebungssituation sowie Fremd- und Eigenbewegungen zu erfassen (Wilke & Froböse, 2003).

Im Zentrum des optischen Sinnessystems steht das Auge. „Das Auge ist ein kompliziert aufgebautes Sinnesorgan, das auf die Wahrnehmung von Lichtreizen spezialisiert ist. [...] Die Fähigkeit des Auges, sich an unterschiedliche Helligkeiten anzupassen, heißt Adaptation des Auges“ (Menche & Engelhardt, 2007, S. 159). Generell lässt sich feststellen, dass Objekte aus der Umwelt mittels des dioptrischen Apparats durch Brechung auf der Retina (Netzhaut) abgebildet werden (Thews et al., 2007).

Aus einer physikalischen Sicht betrachtet, kann man sagen, dass das „visuelle System [...] Licht, also elektromagnetische Schwingungen bestimmter Wellenlängen, in bioelektrische Signale“ umwandelt „und [...] sie in verschiedenen Instanzen des ZNS“ verarbeitet (Olivier & Rockmann, 2003, S. 103). Dieser Umwandlungsprozess findet in der Netzhaut statt und die bioelektrischen Reize werden über den Sehnerv zum ZNS transportiert (Eysel, 2006).

2.4.1.3.4 Vestibuläres Sinnessystem

Das Gleichgewichtssystem des menschlichen Körpers versetzt den Menschen in die Lage aufrecht zu gehen (Zenner, 2006).

Aus diesem Grund überwiegt im aufrechten Zustand des menschlichen Körpers vor allem das vestibuläre System, da es für den Erhalt des Gleichgewichts zuständig ist. Es dominiert insbesondere dann, wenn man sich auf unsicherem Boden befindet oder man eine instabile Körperhaltung einnimmt (Wilke & Froböse, 2003). Genauer gesagt werden schnellere Kopfbewegungen durch die vestibulären Analysatoren erfasst, zu „bioelektrischen“ Reizen verarbeitet und zum ZNS weitergeleitet werden, wo diese dann zusammen mit weiteren Reizen

aus dem optischen und propriozeptiven System entsprechend verwertet werden (Olivier & Rockmann, 2003, S. 108).

Neben der Regulierung des Gleichgewichts ist das vestibuläre System auch für die räumliche Orientierung verantwortlich (Birklbauer, 2006). Wie der akustische Sinnesapparat befindet sich auch der vestibuläre Sinnesapparat im Innenohr. Er ist für das Registrieren der Beschleunigung und Schwerkraft auf vertikaler und horizontaler Ebene zuständig sind (Menche & Engelhardt, 2007; Thews et al., 2007). Des Weiteren dient er zum Aufspüren von Drehbewegungen und deren Richtung (ebd.). Treten Störungen in diesem Gleichgewichtsorgan auf, erleidet die betroffene Person in der Mehrzahl der Fälle Schwindel (Zenner, 2006).

2.4.1.3.5 Kinästhetisches Sinnessystem

Zur Regulierung der menschlichen Motorik ist vor allen der kinästhetische Sinnesapparat von besonderer Bedeutung, der laut vieler Fachleute auch einen Hauptteil des Prinzips der Propriozeption, oder auch Tiefensensibilität, ausmacht und deshalb begrifflich anstelle der Kinästhesie verwendet wird. Dieser Sinnesapparat erfasst den Widerstand gegenüber den Muskelbewegungen, die Stellung der Extremitäten sowie die Durchführung aktiver und passiver Gelenkaktivitäten (Thews et al., 2007). Die entsprechenden Analysatoren befinden sich in den Muskeln (→ *Muskelspindeln*), Sehnen (→ *Golgi-Sensoren*) und Gelenken (→ *Ruffini- und Vater-Pacini-Lamellenkörperchen*) (Birklbauer, 2006; Handwerker, 2006b; Häfelinger & Schuba, 2009; Menche & Engelhardt, 2007).

Die **Muskelspindeln** befinden sich zentral im Inneren einer Muskelfaser und gleichen, wie der Name schon sagt, der Form einer Spindel. Erfährt der Muskel nun eine Dehnung, so wird dies unmittelbar registriert und mit aktueller Längenangabe des Muskels an das ZNS versendet (Birklbauer, 2006; Menche & Engelhardt, 2007).

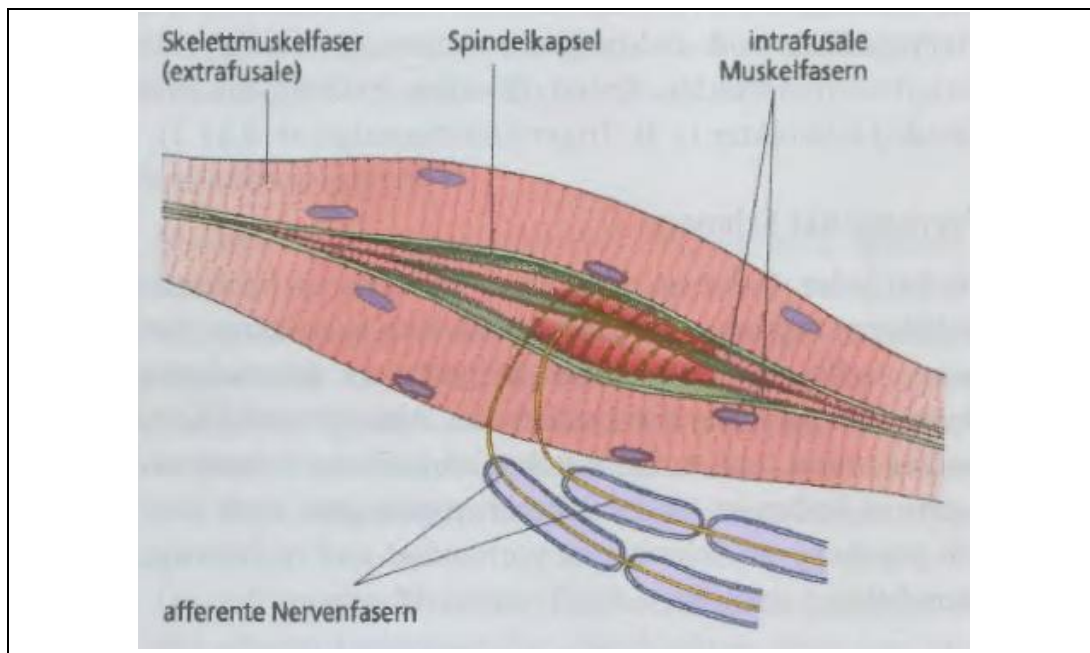


Abbildung 21: Aufbau einer Muskelspindel (Menche & Engelhardt, 2007, S. 162).

Damit sind die Muskelspindeln nicht nur mit Dehnungsrezeptoren gleichzusetzen, sondern auch mit Längenrezeptoren (Bruggencate & Dieringer, 2005; Lehmann-Horn, 2010).

Die ebenfalls spindelförmigen **Golgi-Sehnen-Apparate** lassen sich wiederum auf den Übergangsbereich zwischen Muskel und Sehnen lokalisieren und gelten ebenfalls als Dehnungsanalysatoren (Birkbauer, 2006). Sie unterstützen die Bewegungsabläufe innerhalb der Muskeln, indem sie das Maß der Anspannung einzelner Muskelfasern registrieren und bei zu starker Spannung ein Signal an das ZNS senden. Somit sind sie ein unumgänglicher Bestandteil zur Spannungsregulierung der Muskulatur (Menche & Engelhardt, 2007; Wick, 2004).

Die **Gelenkanalysatoren** wiederum finden sich generell an den Gelenkkapseln und in den das Gelenk angrenzenden Sehnen, also an den Positionen, an denen das Gelenk am stärksten verformt wird. Man unterscheidet zwischen zwei Sorten von Gelenkanalysatoren: zwischen den Ruffini-Körpern und den Vater-Pacini-Lamellenkörperchen. Die Ruffini-Rezeptorzellen sind dafür zuständig, die Geschwindigkeit und Stärke der Gelenkbewegung zu analysieren und zu registrieren. Sie passen sich relativ langsam an die Gelenkreize an. Im Gegensatz dazu reagieren die Vater-Pacini-Körperchen relativ schnell auf Verzögerungen und Beschleunigungen der Gelenkbewegungen und leiten diese Informationen sofort an das ZNS weiter (Birkbauer, 2006; Menche & Engelhardt, 2007). Damit bleibt das ZNS über sämtliche Gelenkpositionen und „mechani-

schen Verformungen“ (Menche & Engelhardt, 2007, S. 162) des Gelenks informiert.

2.4.1.4 Stütz- und Zielmotorik

Im Bereich des sensomotorischen Systems differenziert man zwischen Ziel- und Stützmotorik (Hanssen, 2006).

Betrachtet man das Prinzip der Motorik generell, so lässt sich feststellen, dass es sich aus zwei Komponenten zusammensetzt – der Bewegung und der Haltung. Da Bewegungen vor jeder Durchführung geplant sein müssen, spricht man bei dieser Komponente auch von Zielmotorik. Ohne eine entsprechende Körperhaltung, die fast immer eine körperliche Auseinandersetzung mit der Schwerkraft beinhaltet, käme jedoch trotz Zielmotorik keine Bewegung zustande. Man spricht hinsichtlich der Haltungskomponente deshalb auch von Halte- bzw. Stützmotorik (Thews et al., 2007). Das heißt, die Zielmotorik steuert die externen Bewegungen des menschlichen Körpers, während die Stützmotorik die Haltung und räumliche Position des Körpers regelt (Wilke & Froböse, 2003). „In der Regel wird nur die Zielmotorik bewusst, da hierbei Bewegungen geplant und aktiv durchgeführt werden. Die begleitende Haltemotorik erfolgt dagegen häufig unbewusst (automatisch)“ (Thews et al., 2007, S. 787). Die dafür zuständige Muskulatur wird durch Nervenbahnen mit Befehlen und Informationen versorgt, um die Bewegungsabläufe der Ziel- und Stützmotorik steuern zu können. Die dabei involvierten Neuronen formen in ihrer Gesamtheit das „somatomotorische System“ (Thews et al., 2007, S. 771).

Um die aufrechte Haltung Körpers zu erhalten, bedient sich die Stützmotorik vor allem der Rumpf- und Beinmuskulatur, indem sie deren Kontraktionsabläufe steuert (Olivier & Rockmann, 2003). Während sich die Zielmotorik sämtliche motorischen Teilapparate zu eigen macht, die der Regulierung geplanter Bewegungsabläufe dienen (Olivier & Rockmann, 2003). Ein wesentlicher Teil dieser ziel- und stützmotorischen Abläufe wird im Kleinhirn verwaltet. Einerseits erhält und verarbeitet es die Reize der Muskelspindeln der Haltungsmuskulatur, der Gleichgewichtsorgane und des visuellen Apparats, die für die Regulierung der Stützmotorik von essenzieller Bedeutung sind (Lang & Lang, 2007; Olivier & Rockmann, 2003). Andererseits stellt das Kleinhirn die für die Zielmotorik nötigen Programme zur Planung von Bewegungsabläufen zur Verfügung und hilft diese zu überwachen (ebd.). Des Weiteren modifizieren die „Befehle aus dem motorischen Kortex [...] die Aktivität der motorischen Hirnstammgebiete so, dass Zielmotorik und Stützmotorik aufeinander abgestimmt sind“ (Thews et al., 2007, S. 778).

Daher sind Stütz- und Zielmotorik von wesentlicher Bedeutung für die gesamte Gleichgewichtsregulierung.

2.4.1.5 Sensomotorische Integration auf verschiedenen Ebenen des ZNS

Das Nervensystem setzt sich aus allgemeinen und spezifischen Nervenapparaten zusammen, die miteinander interagieren. Die dadurch gewonnenen Befehlsstrukturen können im Anschluss über das Rückenmark direkt an die Skelettmuskulatur weitergegeben werden (Hollmann & Hettinger, 1976).

„Zu den spezifischen Systemen gehören. Die sensorischen Systeme mit der Aufgabe, die Umwelt und den eigenen Körper mittels entsprechender Sinnesorgane zu erfassen und diese Informationen zentralnervösen Zentren zuzuleiten. Das motorische System, das die Muskelaktivitäten für Bewegungen und Körperhaltung steuert“ (Thews et al., 2007, S. 677).

Handwerker (2006a) zufolge wird die Reizinformation in den spezifischen Systemen des ZNS in sich überkreuzenden Nervenbahnen transportiert. Die Neuronen dieser Nervenbahnen besitzen direkt hintereinander gegliederte Zellkörper, deren Ursprung in unterschiedlichen Kerngebieten liegt.

Wie bereits erwähnt, sind unterschiedliche Sinnesapparate für die motorische Bewegungsregulierung miteinander verbunden. Ein Beispiel dafür ist die oben genannte sensorische Reafferenz und Exafferenz (von außen kommende Sinnesindrücke), wodurch der Körper kontinuierliche Rückmeldung über seine Position im Raum und die körperinternen motorischen Abläufe erhält. Diese Rückmeldungsinformationen werden über spezifische afferente Nervenbahnen weitergeleitet (Illert & Kutzt-Buschbeck, 2006).

Laut Braitenberg und Schütz (2006) weisen Neurone des ZNS im Vergleich zu Neuronen des peripheren Nervensystems oft unterschiedliche Merkmale auf, da sie oft unterschiedlichen Anforderungen entsprechen müssen. Zum Komplex des ZNS gehören Gehirn und Rückenmark. Weineck (2010) geht dabei noch weiter und zählt hinsichtlich der ZNS-Komponenten alle Hirnteile, vom Großhirn bis hin zum Kleinhirn, einzeln auf und bezieht anschließend auch noch die Medulla oblongata und das Rückenmark mit ein. Alle anderen Elemente des menschlichen Nervensystems sind Teil des peripheren Nervensystems.

Um alle motorischen Prozesse realisieren zu können, bedienen sich die sensomotorischen Sinnesapparate unterschiedlicher Ebenen des ZNS – wie beispielsweise der Großhirnrinde, des Hirnstamms, des Kleinhirns, der Basalganglien oder des Rückenmarks. Diese Ebenen und deren sensomotorischer Nutzen sollen in den folgenden Abschnitten genauer erläutert werden.

Großhirnrinde: Im Großhirn sind 70% aller Hirnneuronen vereint, die nach ihren jeweiligen Funktionen in spezifischen Rindenarealen, auch Kortex genannt, gruppiert sind (Menche & Engelhardt, 2007, S. 135). „Motorische Rin-

denfelder steuern die Skelettmuskulatur. [...]In sensorischen Rindenfeldern werden die Sinneseindrücke verarbeitet“ (ebd.).

Die drei sekundären Rindenfelder sind für das Planen und in die Wege leiten von Bewegungsabläufen zuständig, während der primäre Kortex an der Umsetzung der Bewegungen beteiligt ist (Illert & Kutzt-Buschbeck, 2006) .

Hirnstamm: Das unterste Glied des Gehirns ist der Hirnstamm, der sich in drei unterschiedliche Bereiche aufteilt – das Mittelhirn (Mesencephalon), die Brücke (Pons) und das verlängerte Mark (Medulla oblongata). Der Hirnstamm ist hauptsächlich für die Koordination der Stütz- und Zielmotorik zuständig sowie auch für die Bewahrung der Gleichgewichtsfähigkeit, und das ohne Zuschaltung des Bewusstseins (Birbaumer & Schmidt, 2006). Neben diesen motorischen Funktionen sind im Hirnstamm noch weitere vegetative Koordinationsareale vertreten, wie beispielsweise die Atmungszentren, die Zentren zur Kreislaufregulation, das Husten- und Nieszentrum, die Zentren zur Regulierung von Schlucken Saugen und Erbrechen sowie die Zentren zur Koordination des Magen-Darm-Traktes (Thews et al., 2007).

Kleinhirn: In der hinteren Schädelgrube befindet sich das Kleinhirn, das aus drei Teilen besteht. In seiner Mitte befindet sich der Kleinhirnwurm (Vermis cerebelli), oftmals auch nur als Wurm bezeichnet, links und rechts davon die beiden Kleinhirnhemisphären (Menche & Engelhardt, 2007; Thews et al., 2007). „Unterschieden werden eine Rinden- und eine Markzone, in der die Kleinhirnerne lokalisiert sind“ (Thews et al., 2007, S. 689).

Klochgether, Bürk und Dichgans (1996) zufolge trägt das Kleinhirn einen großen Teil zur Bewegungsabwicklung bei, passend zur entsprechenden körperlichen Situation. Dies klappt jedoch nicht ohne das Einbeziehen visueller, vestibulärer und propriozeptiver Sinnesinformationen. Konkret bedeutet dies, dass dadurch die Grundspannung der Muskeln koordiniert, Bewegungen aufeinander abgestimmt, die Körperhaltung reguliert sowie das Gleichgewicht aufrechterhalten wird (Menche & Engelhardt, 2007). Dazu gehört ebenso die Beteiligung und die Koordinierung der Stütz- und Zielmotorik (Thews et al., 2007).

Basalganglien: Wie auch die Großhirnrinde stellen die Basalganglien eine der komplexesten Apparate im Gehirn da (Conrad, 1996). Es handelt sich hierbei um „tief (basal) gelegene Kerngebiete des Großhirns und Zwischenhirns“ (Menche & Engelhardt, 2007, S. 138).

Zusammen mit dem Kleinhirn spielen die Basalganglien eine entscheidende Rolle bei Planung und Kontrolle von Bewegungsabläufen (Olivier & Rockmann, 2003). Ihre Hauptaufgabe ist es, die Durchführung des Bewegungsplans in ein „zeitlich und räumlich organisiertes Impulsmuster“ einzupassen und gleichzeitig Bewegungsmerkmale wie Richtung, Kraftaufwand, Amplitude, Stellung und Geschwindigkeit zu koordinieren (Olivier & Rockmann, 2003, S. 122). Bader-Johansson zufolge (2000) die dazu nötigen Informationen wurden alle in der Großhirnrinde vorbereitet und bereitgestellt.

Rückenmark: Das Rückenmark spielt im ZNS eine bedeutende Rolle. So gliedern zum Beispiel Autoren wie Kahle und Frotscher (2009) das ZNS in zwei Hauptteile auf: Gehirn und Rückenmark.

Bei einem ausgewachsenen Menschen ist das Rückenmark mit einem fingerdicken Strang vergleichbar, der ca. 40-45 cm lang ist und ausschließlich aus Nervenbahnen (weiße Masse) und Neuronen (graue Masse) besteht. Er stellt gleichzeitig eine Verbindung zwischen dem Gehirn und den Spinalnerven dar (Menche & Engelhardt, 2007; Thews et al., 2007).

Illert und Kutzt-Buschbeck (2006) zufolge koordiniert das Rückenmark in Zusammenarbeit mit dem Hirnstamm die Bewegungen des Rumpfs, der Extremitäten und der Gesichtsmuskulatur. Die Koordination innerhalb dieser beiden Nervenapparate erfolgt nach ähnlichen Prinzipien.

Neben dem motorischen Zentrum befinden sich im Rückenmark noch weitere vegetative Nervenzentren, beispielsweise Zentren zur Darm- und Harnblasenentleerung oder der Pupillenerweiterung (Thews et al., 2007).

Rückblickend ist festzuhalten, dass sich innerhalb des ZNS eine Vielzahl an kleineren Nervensystemen befindet, von denen in der vorliegenden Übersicht einige genauer behandelt wurden. Dabei lässt sich erkennen, dass die Aufgabe des ZNS, und seiner hierarchisch geordneten Teilapparate, in der Verarbeitung vestibulärer, kinästhetischer, optischer und taktiler Nerveninformationen liegt.

2.4.1.6 Pathologische Veränderungen des Gleichgewichts - Stürze

Sämtliche oben beschriebenen Haltungs- und Gleichgewichtskontrollmechanismen werden laut Maki und McIlroy (1996) als posturale Reaktion bezeichnet. Andere Fachleute sprechen hierbei auch vom posturalen System. Treten Komplikationen innerhalb dieses Systems auf, kann es vermehrt zu Stürzen kommen.

Bei der Implantation einer TEP werden Muskelgewebe und zusätzlich sensomotorische Rezeptoren verletzt. Dies kann gerade zu Beginn der postope-

rativen Phase das Koordinationssystem der unteren Extremitäten beeinträchtigen, was ein erhöhtes Sturzrisiko mit sich bringt.

Als Folgen von Stürzen kann man in allen Altersgruppen zunächst zwischen leichteren und schwereren Sturzverletzungen unterscheiden. Allgemein bekannt ist, dass ältere Menschen im Alltag häufiger stürzen als junge Menschen. Darüber hinaus ist es oft auch so, dass mit zunehmendem Alter die Schwere des Verletzungsgrades ansteigt (Pierobon & Funk, 2007). Jedoch sollte man Stürze älter Menschen nicht immer gleich mit schweren Verletzungen assoziieren: ca. 10 % der Stürze von Menschen im Alter von mindestens 65 % Jahren verlangen ein ärztliches Eingreifen und nur 2,5 % ziehen einen ambulanten Krankenhausaufenthalt nach sich. Ein Großteil der anderen 90 % an Stürzen bleibt ohne gesundheitliche und andere Folgen (ebd.).

Möchte man die Häufigkeit von Stürzen vermeiden, ist es essenziell, zuvor die entsprechenden Sturzursachen und -risiken ausfindig zu machen und im Anschluss eventuelle Präventivpläne oder Strategien zu ermitteln (Myers, Young & Langlois, 1996).

Risikofaktoren für Stürze rühren meist von Einschränkungen der allgemeinen körperlichen Funktionsfähigkeit her, wie beispielsweise Beeinträchtigungen der Gehfähigkeit und der Mobilität, Schwierigkeiten oder Hilfsbedürftigkeit bei Aktivitäten des täglichen Lebens sowie die permanente Konfrontation mit eminenten Sturzrisiken, die von der Art und Häufigkeit der täglichen Aktivitäten abhängt. Störungen in der Gangart oder in der Gleichgewichtsfähigkeit sowie neuromuskuläre Beeinträchtigungen und Störungen im Bewegungsapparat unterliegen im Alter häufig den Veränderungen in der körperlichen Aktivität (ebd.).

Da sich eine Vielzahl an Sturzursachen und Risikofaktoren ausmachen lassen, ist ein Fortschritt in den Bereichen Prävention, Diagnose und Behandlung nicht gerade einfach zu bewerkstelligen (Schott & Kurz, 2008). In der folgenden Tabelle werden die häufigsten direkten Sturzursachen aufgeführt.

Tabelle 12: Direkte Sturzursachen (mod. nach Schott & Kurz, 2008, S. 48)

Direkte Sturzursachen
<ul style="list-style-type: none"> • Stolpern, Ausrutschen • Plötzlicher Bewusstseinsverlust (Synkope) • Kurze Störung der posturalen Kontrolle im Sinne einer plötzlichen Schwäche der unteren Extremitäten bei erhaltenem Bewusstsein • Posturale Hypotension • Schwindel

Nach einem Sturz kann sich bei älteren Menschen die Angst vor einem weiteren möglichen Sturz entwickeln, was in manchen Fällen sogar bis hin zu einer regelrechten Sturzphobie entarten kann. Um weitere Stürze zu vermeiden, ziehen sich diese Menschen immer weiter aus dem mobilen Leben zurück und versuchen ihre Bewegungen einzuschränken. Gerade bei älteren Menschen bildet sich die Muskulatur jedoch sehr schnell zurück, wenn sie nicht regelmäßig beansprucht wird. Dies führt wiederum zu einem stärkeren Sturz- und Verletzungsrisiko. Im Endeffekt geraten diese Menschen dann in einen „Teufelskreis“, der im ungünstigsten Fall zu komplettem Mobilitätsverlust, sogar bis hin zur Bettlägerigkeit, sozialer Isolation, gänzlicher Verlust der Eigenständigkeit sowie depressive Neigungen bis hin zum Verlust des Lebenswillens nach sich zieht (Pierobon & Funk, 2007, S. 9).

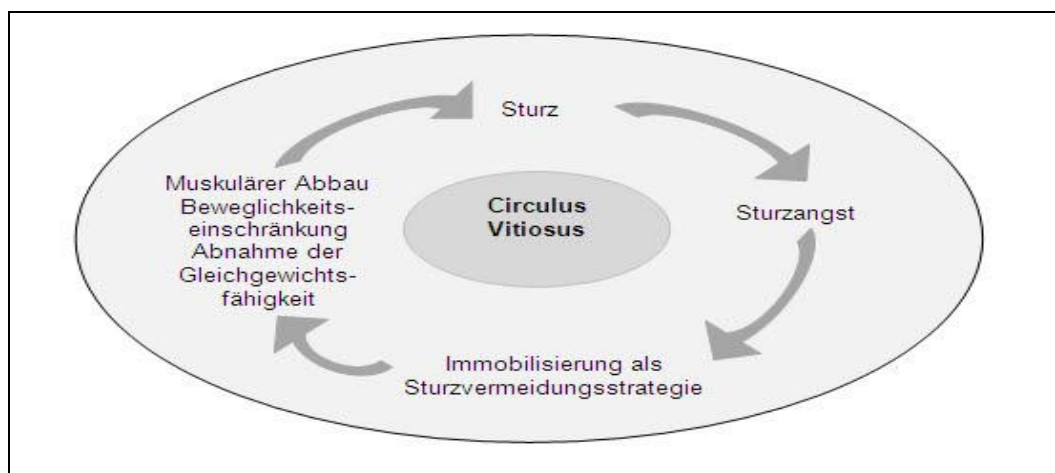


Abbildung 22: Teufelskreis der Sturzangst (Pierobon & Funk, 2007, S. 8).

Daher gilt es, den Betroffenen zu vermitteln, wie sie effektiv Stürze vermeiden können, ohne dabei in den oben beschriebenen Teufelskreis zu gera-

ten. Tinetti (2003, S. 42 - 47) hat sich mit dieser Fragestellung auseinandergesetzt:

„Each of the following conditions has been shown to increase the subsequent risk of falling in two or more observational studies: arthritis; depressive symptoms; orthostasis; impairment in cognition, vision, balance, gait, or muscle strength; and the use of four or more prescription medications” (Tinetti, 2003, S. 42).

Sie spricht sich dabei für eine multifaktorielle Herangehensweise aus, die individuell auf den Patienten abgestimmt ist. Mögliche, erfolgreiche Maßnahmen sind ihr zufolge eine Überprüfung und Neusortierung, wenn möglich auch Aussortierung, verschiedener Medikamente, gezieltes Gleichgewichts- und Gehtraining sowie ein dem Patienten entsprechendes Trainingsprogramm zum Muskelaufbau (Chang et al., 2004; Tinetti, 2003). Des Weiteren sind entsprechende unterstützende Veränderungen im alltäglichen Wohnraum von Hilfe, wie beispielsweise der Anbau eines zusätzlichen Treppengeländers oder die Verwendung von Anti-Rutschmatten in der Dusch- und Badewanne (ebd.).

Runge (2006) weist diesbezüglich auch auf das Zusatzrisiko der Osteoporose bei älteren Menschen hin. Brüche nahe der Hüfte, als häufige Folge von Stürzen (90 %), können sich bei Osteoporosepatienten deutlich komplizierter darstellen.

Gerade aus diesem Grund findet sich eine weitere Schutzmaßnahme, die zusätzliche Verabreichung von Vitamin D. Es hat nicht nur eine vorbeugende und lindernde Wirkung im Zusammenhang mit Osteoporose, sondern auch die Fähigkeit das Sturzrisiko bei älteren Menschen zu reduzieren (Cameron, 2010). Allerdings stärkt die Zugabe von Vitamin D keineswegs die Muskelkraft des Patienten, da es vorwiegend eine Verbesserung auf neuromuskulärer Ebene mit sich bringt und vor dem vermehrten Absterben von Nervenzellen bewahrt (Dhesi et al., 2004). Aufgrund dessen reicht eine Vitamin D-Supplementation alleine nicht aus, um die älteren Patienten bestmöglich vor Stürzen zu bewahren. Weitere multifaktorielle Schutzmaßnahmen wie beispielsweise ein therapeutisch gezielter Muskelaufbau sind vonnöten: „vitamin D supplementation, in fallers with vitamin D insufficiency, has a significant beneficial effect on functional performance, reaction time and balance, but not muscle strength” (ebd., S. 589).

2.4.1.7 Training koordinativer Fähigkeiten: sensomotorisches Gleichgewichtstraining

Wie im vorherigen Teilkapitel schon angedeutet, ist das Training koordinativer Fähigkeiten von großer Bedeutung für die Nachsorge von (älte-

ren) TEP-Patienten, da Komplikationen durch Stürze vermieden werden sollen. Das koordinative Training, oder auch Techniktraining genannt, stützt sich auf drei Hauptkomponenten: „das Neuerlernen, Vervollkommen und Stabilisieren konkreter Bewegungsfertigkeiten des Alltags“ (Bertram & Laube, 2008, S. 63). Darüber hinaus schließt das koordinative Training Elemente zur Verbesserung der reflexbedingten Stabilisierungsfähigkeit und Tiefensensibilität sowie sogar auch das Umsetzen komplexer Bewegungsabläufe (Häfelinger, & Schuba, 2009; Wydra, 1993).

Laut Bertram und Laube (2008) ist das Gleichgewichtstraining eine Hauptkomponente des koordinativen Trainings. Denn jeglicher Bewegungsablauf des menschlichen Körpers, jegliche Muskelaktivität geht immer mit Gleichgewichtsregulierungen einher. Ohne die Gleichgewichtsfähigkeit des Menschen wären weder stütz- noch zielmotorische Leistungen des Körpers umsetzbar (ebd.). Dementsprechend erweist es sich für TEP-Patienten mit Gleichgewichtsstörungen als äußerst problematisch den ADL-Maßnahmen vollständig oder in manchen Fällen sogar nur ausreichend zu folgen (ebd.). Aus all diesen Gründen ist das sensomotorische Training die Hauptkomponente eines Großteils der rehabilitativen Therapieprogramme (Wilke & Froböse, 2003).

Wydra (1993) sieht das Wiederholen und üben einzelner Bewegungsabläufe als Kernmethode des Gleichgewichtstrainings. Dabei sollen allerdings unterschiedliche Ausführungsvarianten der Bewegungsabläufe geübt werden.

Wilke und Froböse (2003, S. 139) legen den generellen Fokus des sensomotorischen Trainings fest als Bestandteil rehabilitativer Maßnahmen „die Verbesserung der Informationsaufnahme und -verarbeitung und deren Umsetzung in zielgerichtete Bewegungshandlungen“, sodass der Patient in der Lage ist, seine Bewegungsabläufe optimal durchzuführen. Des Weiteren wird darauf geachtet, dass der Patient von seiner Schonhaltung, die er während der Krankheitsphase angenommen hat, langsam wieder in seine gewohnte Haltung zurückzufinden kann (ebd.).

Durch die Fortschritte im Bereich der Nachweisbarkeit sensomotorischer Arbeit und Leistungsfähigkeit lassen sich auch entsprechende sensomotorische Trainingserfolge messen. Diese Messdaten zeigen auf, dass es sehr wohl möglich ist, ein großes Maß an Lebensqualität und Leistungsfähigkeit der Patienten wiederherzustellen.

Wie bereits in den Kapiteln 2.4.1.3 ausgeführt wurde, stützt sich das sensomotorische System auf neuronale und muskuläre Strukturen, um sämtliche Bewegungsabläufe des Körpers steuern zu können. Aus diesem Grund ist es essenziell, dass ein sensomotorischer, therapeutischer Trainingsplan drei Elemente der motorischen Regulierung unterstützt und zu verbessern versucht:

Spinale Reflexe, reibungslose Hirnstammaktivität sowie unbewusste und bewusste Bewegungsstrategien (Wilke & Froböse, 2003, S. 140).

2.4.2 Der menschliche Gang

Der zweite wichtige Mobilitätsfaktor, nach der Gleichgewichtsfähigkeit, ist die menschliche Gehfähigkeit. Historisch betrachtet stellt der menschliche Gang einen nie da gewesenen Durchbruch in der Evolutionsgeschichte der Primaten dar. Gerade dieser aufrechte Gang ist es, der uns von der Tierwelt unterscheidet (Hennerici & Bätzner, 2001). Die Gestalt des Gangbildes ist von Mensch zu Mensch verschieden, daher ist es fast unmöglich, ein einheitliches Gangbild für die Gesamtheit der Menschen festzusetzen. Diese Komplexität des menschlichen Gangbildes verlangt nach einer ebenso vielschichtigen sensomotorischen Therapie. Um diese jedoch festlegen zu können, muss eine ausgiebige Analyse des entsprechenden Patienten vorangehen.

Aufgrund dessen werden in diesem Kapitel zunächst der Aufbau des Gangzyklus sowie seine einzelnen Gangphasen (Kapitel 2.4.2.1) erläutert. Im Anschluss daran werden die Merkmale des pathologischen Gangbildes (Kapitel 2.4.2.2), einschließlich seiner pathophysischen Merkmale dargelegt. Der Einfluss von Hüft- und Kniegelenkerkrankungen auf das Gangbild sowie eine Darlegung einer entsprechenden klinischen Untersuchung wurden ebenfalls in die Erläuterung des pathologischen Gangbildes mit einbezogen.

2.4.2.1 Der Gangzyklus und Gangphasen

„Das Gehen zeichnet sich durch wiederholte rhythmische und alternierende Bewegungen von Extremitäten und Rumpf aus und resultiert normalerweise in einer nach vorne gerichteten Verlagerung des Schwerpunkts“ (Beckers & Deckers, 1997, S. 17). Das bedeutet, dass der menschliche Körper während einer vorwärts Gehbewegung immer einem bestimmten Bewegungsschema folgt. Zur selben Zeit konzentriert sich der Körper darauf standfest zu bleiben (Perry, Oster, Wiedenhöfer & Berweck, 2003). Zwischen dem zweimaligen Bodenkontakt desselben Fußes während einer menschlichen Gehbewegung liegt immer eine bestimmte Zeitspanne. Man spricht von dieser Zeitspanne auch als Gangzyklus (Götz-Neumann, 2006; Hennerici & Bätzner, 2001). Als Anfangspunkt des Gangzyklus wird das erste Auftreten des rechten Fußes auf den Boden und als Endpunkt das direkt nachfolgende Auftreten des rechten Fußes gewertet (ebd.).

Wie von Götz-Neumann (2006, S. 9) beschrieben wird zwischen Gangzyklus und Schrittlänge unterschieden. Wobei die Schrittlänge die Distanz zwischen den Kontaktstellen beider Füße darstellt. Zusätzlich wird die sogenannte Spur-

breite (step width) über die Entfernung der beiden Fersenzentren beschrieben. „Die Entfernung [beim Gehen] wird senkrecht zur Fortbewegungslinie gemessen und liegt normalerweise im Bereich von 5 - 13 cm“ (Götz-Neumann, 2006, S. 9). Die Schrittlänge dient ebenfalls als Indikator für das Ausmaß des Rehabilitationserfolgs, beispielsweise bei TEP-Patienten (Ludwig, 2012). Zum besseren Verständnis dieser Begriffe dient zur Veranschaulichung die nachfolgende Abbildung 23.

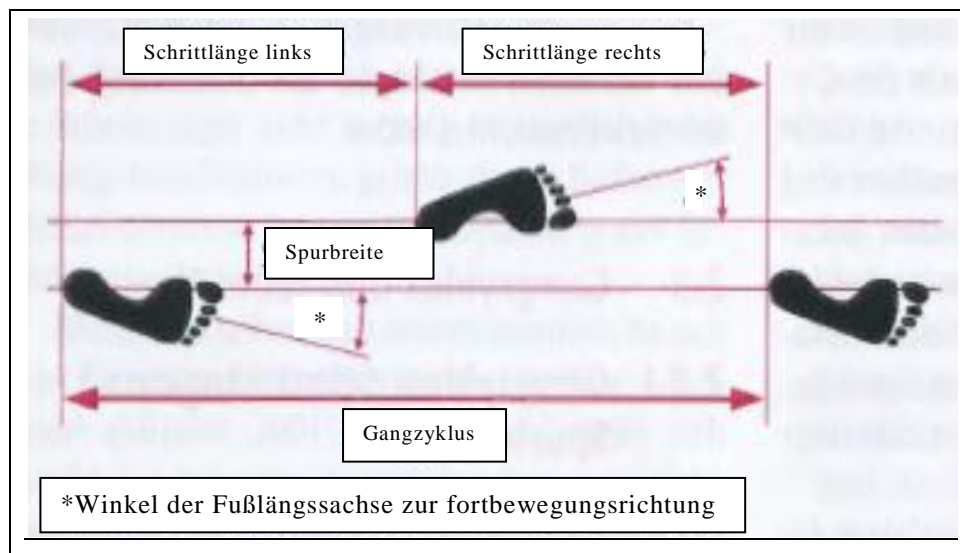


Abbildung 23: Gangzyklus, Schrittlänge und Spurbreite (Whittle 2001, zitiert nach Götz-Neumann, 2006, S. 10).

Nach Krämer (2003, S. 175) kann zwischen der Standbeinphase und der Spielbeinphase unterschieden werden.¹ Hierbei beginnt die Standbeinphase mit dem Fersenkontakt und hält an bis zur Lösung der Zehen vom Untergrund. Das Verhältnis der Standbeinphase zur Spielbeinphase beträgt beim normalen Gang 3 zu 2. Die gleichen Ergebnisse haben auch Beckers und Deckers (1997) und Murry, Drought & Kory (1964) erzielt.

Beckers und Deckers (1997, S. 18) definieren weiter, dass sich „während des Gehens immer abwechselnd ein Bein in der Standphase und das andere in der Schwungphase“ befinden. Weiter wird bei ihnen der Gangzyklus als die gesamte Aktivität zwischen Fersenkontakt (heel strike) und dem nachfolgenden Aufsetzen derselben Ferse definiert. Dadurch umfasst ein gesamter Gangzyklus jeweils eine Stand- und eine Schwungphase. Dies wird durch die folgende Abbildung (Abb. 26) verdeutlicht. Feiste (2003, S. 7) führt dies fort, in dem er

¹ Im Vergleich hierzu, werden dieselben Phasen von Götz-Neumann (2006, S. 9) und Perry (2003, S.1) als Standphase und Schwungphase bezeichnet.

das Gangbild definiert als die Kombination der einzelnen Gangzyklen, „die in ihrer Summe zum harmonischen und physiologischen Gang führen“.

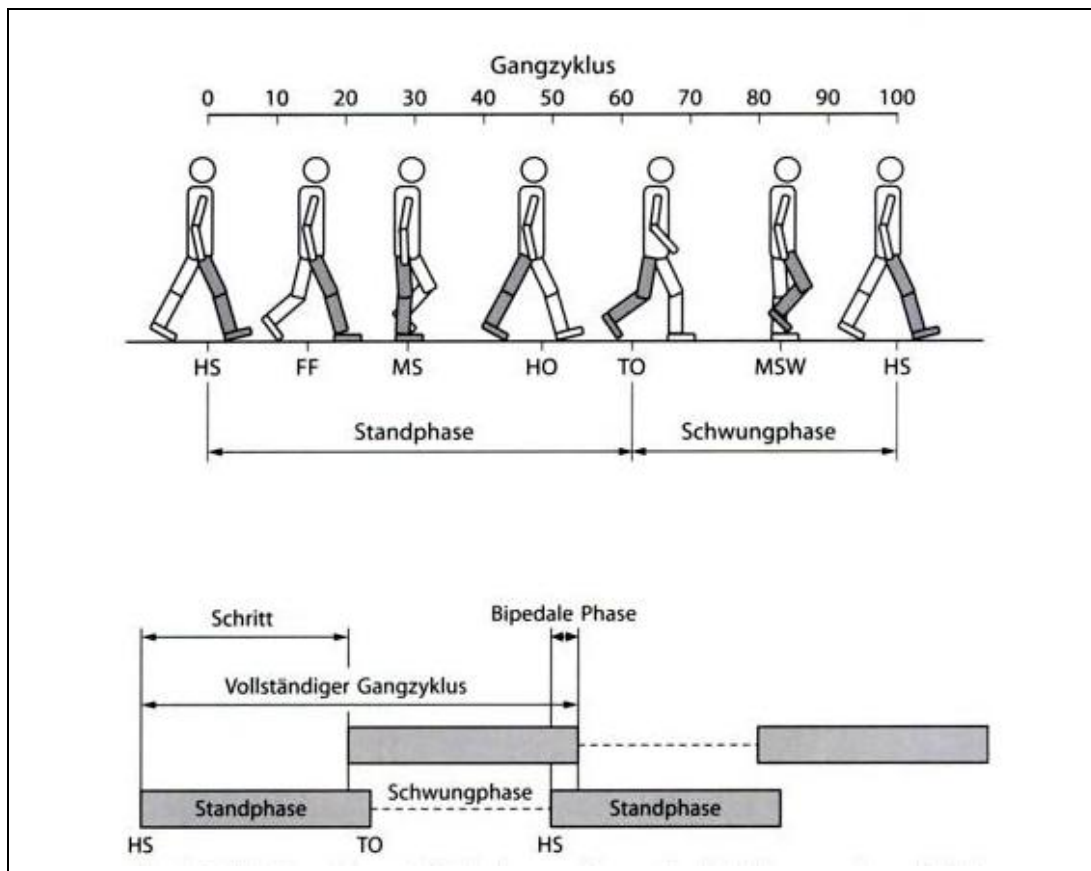


Abbildung 24: Gangzyklus und Gangphasen (Beckers & Deckers, 1997, S. 19).

Ein Gangzyklus beginnt mit dem Bodenkontakt des Referenzbeines, dem 0%-Punkt, wie von Götz-Naumann (2006) bezeichnet, und endet mit dem folgenden Bodenkontakt desselben Fußes. Der Moment kurz vor diesem Bodenkontakt wird entsprechend als 100%-Punkt bezeichnet.

Die einzelnen Phasen, in die der Gehvorgang unterteilt werden kann, werden je nach Autor oder Arbeitsgruppe meist nicht gleich bezeichnet (Ludwig, 2012). Ermel (2006), Götz-Naumann (2006) sowie Perry et al. (2003) unterteilt in fünf Stand- und drei Schwungphasen, um den Gang eines Menschen zu beurteilen.. Hierbei weist Perry et al. jeder dieser Phasen eine bestimmte funktionelle Aufgabe zu, wobei „bestimmte Bewegungen synergistisch ablaufen, um diese Aufgabe zu erfüllen“ (Perry et al., 2003, S. 4).

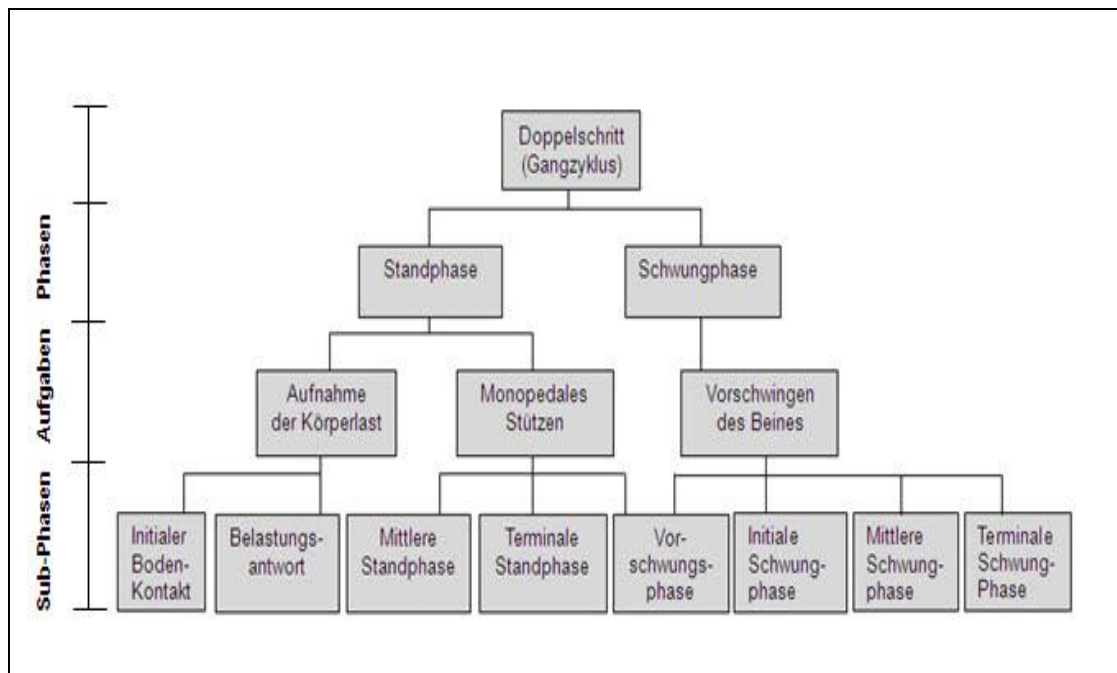


Abbildung 25: Gliederung des Gangzyklus (mod. nach Perry et al., 2003, S. 4).

Um nun den menschlichen Gangzyklus genauer analysieren zu können, halten sich die folgenden Punkte an das System und die Nomenklatur von Perry et al. (2003, S. 5 - 8) und Götz-Neumann (2003, S. 12 - 18).

- **Die initiale Bodenkontaktphase** (0 bis 2 % der Länge eines Gangzyklus) ist eine doppelt unterstützte Phase, das heißt, beide Füße sind auf dem Boden aufgesetzt. Der Moment, in dem der Fuß des Referenzbeins auf den Boden aufsetzt, gibt durch die Stellung der Gelenke Auskunft über die Belastungsmuster des Beines. In dieser Phase ist das obere Sprunggelenk dorsal extendiert, das Kniegelenk extendiert und die Hüfte flektiert. Das kontralaterale Bein ist am Ende der terminalen Standphase.
- **Die Belastungsantwort** (0 - 10 % der Länge eines Gangzyklus) dient sowohl der Stoßdämpfung, als auch „der Gewährleistung der Stabilität trotz Gewichtsübername“ auf das Bein. Zudem wird die Fortbewegung fortgesetzt. Um die Erschütterung der Gelenke zu verhindern, muss die Körpergewichtsverlagerung abgefedert werden. Dies geschieht über den rechten Fuß. Die Phase endet in dem Moment, in dem das kontralaterale Bein abgehoben wird. Hierdurch wird das ausgestreckte Bein mit dem gesamten Körpergewicht belastet.
- **Die mittlere Standphase** (10 - 30 % der Länge eines Gangzyklus) beginnt in dem Moment, in dem das kontralaterale Bein abgehoben wird. Die Phase dient der weiteren Fortbewegung über den lasttragenden Fuß hinweg und soll

zudem die Stabilität von Rumpf und Bein erhalten. Das Ende dieser Phase ist erreicht, wenn die Ferse des Referenzbeines angehoben wird, wodurch sich der Körperschwerpunkt senkrecht über dem Vorfuß befindet.

- **Die terminale Standphase** (30 - 50 % der Länge des Gangzyklus) beinhaltet die Vorwärtsbewegung über den lasttragenden Fuß hinweg. Hierbei gilt das Abheben der Ferse vom Boden als Beginn dieser Phase. Das Ende der Phase wird durch den initialen Kontakt des kontralateralen Fußes mit dem Boden beschrieben. Dadurch wird mit dieser Phase auch der Einbeinstand beendet.
- **Die Vor-Schwungphase** (50 - 60 % des Gangzyklus) beginnt mit dem Aufsetzen des kontralateralen Fußes auf den Boden, also einem initialen Kontakt, und endet mit dem Abheben der Zehen des Referenzfußes. Man spricht hier auch von der zweiten terminalen, von beiden Beinen gestützten Standphase.
- **Die Initiale Schwungphase** (60 - 73 % des Gangzyklus) beginnt mit dem Ablösen der Zehen des Referenzbeins vom Boden und kommt zu einem Ende, wenn sich die beiden Sprunggelenke des Referenz- und Standbeins in der sagittalen Ebene deutlich überkreuzen.
- **Die mittlere Schwungphase** (73 - 87 % des Gangzyklus) stellt sich in dem Moment ein, in dem sich die Tibiae beider Beine wiederum in der sagittalen Ebene kreuzen, und kommt zu einem Ende, wenn die Tibia des Referenzbeins in vertikaler Position zum Boden steht.
- **Die terminale Schwungphase** (87 - 100 % des Gangzyklus) zeichnet sich durch die anfangs vertikale Position der Tibia des Referenzbeins zum Boden aus, was seinerseits durch den anschließenden initialen Bodenkontakt des Referenzbeines zum Abschluss gebracht wird. Sie bereitet das Referenzbein für den anschließenden Stand vor.

2.4.2.2 Pathologisches Gangbild

Perry et al. (2003) zufolge findet sich eine Vielzahl an Gangbildveränderungen auf körperliche Beschwerden zurückzuführen, denen unterschiedliche pathologische Ursachen zugrunde liegen. Dabei kann einer gewissen Zahl an spezifischen Krankheiten, die zu den typischen Gangbildstörungen zugeordnet werden (Beckers & Deckers, 1997). Die ICF gibt in dieser Hinsicht an, dass von einer Gangstörung betroffene Patienten eine deutliche Restriktion in ihren täglichen Aktivitäten und in ihrer Teilhabe am Leben erfahren (Ermel, 2006). Laut Stolze, Vieregge und Deuschl (2006, S. 19) sind „Störungen des norma-

len Gangbildes [...] ein erster Schritt zu einem Verlust der Mobilität und damit der Unabhängigkeit eines Menschen“.

2.4.2.2.1 Pathophysiologische Aspekte der Gangstörungen

Eine Gangstörung besteht vor allem dann, wenn entweder eine verminderte Gehgeschwindigkeit ($< 1 \text{ m/s}$) oder ein abnormales Gangmuster zu verzeichnen ist (Becker, Lindemann, Scheible, 2000). Als Folge dieser Gangstörungen findet sich der Patient häufig mit einer nahezu vollständigen Beeinträchtigung seiner Mobilität konfrontiert, was ihn in gleichem Maße auch in seiner Autonomie einschränkt (Stolze, Vieregge & Deuschl, 2008). Der einschlägigste Risikofaktor für die Bildung einer Gangstörung ist das Alter (ebd.). Ab dem 65. Lebensjahr lässt sich eine Gehgeschwindigkeitsreduktion von 1 % jährlich verzeichnen (Stolze, Vieregge & Deuschl, 2006).

Hennerici und Bänzner (2001, S. 29) unterscheiden hierbei zwischen „einfachen Gangstörungen“, „einfach-fokalen Gangstörungen“ und „diffus-komplexen Gangstörungen“. Diese werden im Folgenden genauer erläutert: „Einfache Gangstörungen“ können vollständig durch die Leistungen des ZNS ausgeglichen werden, da es sich in ihrem Falle meist um Beschwerden des peripheren Nervensystems oder des Bewegungsapparates handelt. „Einfach-fokale Gangstörungen“ wiederum gehen aus den klassischen motorischen Erkrankungen hervor, wie beispielsweise der Paraplegie oder der zerebellären Ataxie. Die daraus hervorgehenden unterschiedlichen Störungen des Gangbildes sind jeweils oft typisch einer bestimmten Erkrankung zuzuordnen. Allerdings finden sich auch erkrankungsuntypische Gangstörungen in Patienten, deren Beschwerden nicht einfach diagnostiziert werden können. Man spricht in diesem Fall von „diffus-komplexen Gangstörungen“ (ebd.). Letzteren Gangstörungen liegen meist komplexe Krankheitssyndrome zugrunde.

Da die korrekte Zuordnung der zahlreich existierenden Gangstörungen sich als sehr schwierig erweisen kann, ist es wichtig, über ein fundiertes Wissen hinsichtlich der „anatomisch-funktionellen“ Regulierungsgrundlagen von Fortbewegung und Körpergleichgewicht zu verfügen, die in der folgenden Tabelle einzeln aufgeführt werden (Hennerici & Bänzner, 2001, S. 15).

Tabelle 13: Anatomisch-funktionell wichtige Strukturen zur Kontrolle von Körpergleichgewicht und Gang (mod. nach Hennerici & Bätzner, 2001, S. 15)

Anatomisch-funktionell wichtige Strukturen zur Kontrolle von Körpergleichgewicht und Gang
<ul style="list-style-type: none"> • Sensorische Systeme <ul style="list-style-type: none"> - Vestibuläre Sensorik - Propriozeptive Afferenzen - Visuelles System - Multisensorische Integration
<ul style="list-style-type: none"> • Wahrnehmungs- und Orientierungs- sowie Kontrollsysteme <ul style="list-style-type: none"> - Vestibuläre Integration - Sensomotorische Interaktion - Visuo-kortikale Verarbeitung - Zerebelläre Koordination
<ul style="list-style-type: none"> • Motorisches System <ul style="list-style-type: none"> - Regulation des motorischen Bewegungsentwurfs - Kontrolle der kortikospinalen Bahnen und des Bewegungsablaufs - Funktion des 2. Motoneurons und der neuromuskulären Synapse - Integrität des Skelett-Bindgewebs-Apparats
<ul style="list-style-type: none"> • Perzeption und Orientierung <ul style="list-style-type: none"> - Kognitive Hirnareale - Affektive Adaptationen und Kompensation

Werden nun die vom Patienten während der Anamnese angegebenen Daten mit denen der neurologischen Untersuchung kombiniert und verarbeitet, so ergibt sich ein Fragenkatalog, der zur Ermittlung der pathologischen Ursache für die Gleichgewichts- und Gangstörungen dient (Hennerici & Bätzner, 2001, S. 15).

Die häufigsten Folgen von Gangbildveränderung sind Schmerz, Muskelschwäche, Fehlbildungen und eine mangelnde motorische Koordinationsfähigkeit (Perry et al., 2003), die in der folgenden Tabelle noch weiter ausgeführt werden.

Tabelle 14: Pathologische Faktoren (eine Darstellung nach Perry et al., 2003, S. 102 - 107).

Pathologische Faktoren	
Verlust sensorischer Funktionen	Es handelt sich hierbei um Störungen der Propriozeption. Der Patient kann nicht mehr genau einschätzen, wann er das Körpergewicht auf sein Bein verlagern kann.
Muskelschwäche	Die Muskulatur des Patienten ist zu schwach, um die einzelnen Abläufe des Gehens zu gewährleisten. Das kann beispielsweise auf neurologische Schäden zurückzuführen sein.
Schmerz	Schmerzen im motorischen Apparat haben ihren Ursprung meist in einer überhöhten Gewebespannung, die meist nach einem Trauma oder im Falle einer Arthritis auftritt.
Störungen der motorischen Kontrolle (Spastizität)	Störungen der motorischen Kontrolle rühren von Verletzungen und Störungen innerhalb des ZNS her lassen den Gang spastisch erscheinen. Ursachen dafür wären ein Schlaganfall, eine Hirnverletzung, Multiple Sklerose, etc..

Um die Art und das Ausmaß der Gangstörungen zu ermitteln, die von verschiedenen pathologischen Prozessen herrühren, ist es wichtig, dass die normalen Gangeigenschaften zunächst analysiert und verstanden werden (Murray, 1967).

2.4.2.2.2 Hüft- und Kniegelenkerkrankungen als Ursache von Gangstörungen

Gangstörungen sind ein sehr häufig auftretendes Krankheitsbild, das viele unterschiedliche Ursachen haben kann (Müngersdorf & Reichmann, 1999). Zu diesen Ursachen gehören neurologische, orthopädische, internistische und interdisziplinäre Beschwerden (ebd.).

Mit steigendem Lebensalter treten auch orthopädische Erkrankungen als Ursache von Gangstörungen in den Vordergrund. Eine dieser orthopädischen Erkrankungen ist die Koxarthrose, und zwar vor allem die primären Koxarthrosen. Ihnen liegt, neben anderen altersbedingten Beschwerden, die Knorpelabnutzung oder auch die Osteoporose des Hüftgelenks zugrunde (Stolze, Vieregge & Deuschl, 2006). Da die Koxarthrose einen progressiv schmerzhaften Verlauf hat, stellt sich bei den Patienten oft eine Schonhaltung und damit auch eine Störung des allgemeinen Gangbildes ein.

Eine weitere dieser progressiv schmerzhaft verlaufenden, orthopädischen Alterserkrankungen ist die Gonarthrose. Wie auch die Koxarthrose geht die Gonarthrose auf altersbedingte Parameter wie die Osteoporose und die Knorpelabnutzung zurück. Allerdings spielen hier auch Vorerkrankungen wie vo-

rangehende Meniskusverletzungen oder Achselfehlstellungen eine entscheidende Rolle (Stolze, Vieregge & Deuschl, 2006).

Auch nach einer operativen Behandlung und dem Einsetzen einer Hüft- oder Knie-TEP ist nicht gewährleistet, dass der Patient sein ursprüngliches Gangbild wiedererlangen wird (Skinner; 1993). Bei der Gonarthrose zeigen sich die meisten Störungen nicht auf der frontalen, sondern auf der sagittalen Kniegelenkebene. Das heißt, unphysiologische Bewegungsabläufe werden mittels „übermäßiger oder unzureichender Flexion oder Extension“ umgesetzt (Perry et al., 2003, S. 130).

Im Folgenden werden die einige Ursachen nach Perry et al. (2003, S. 132 - 144) für abnorme Flexion und Extension aufgezählt.

Ursachen unzureichender Flexion und übermäßiger Extension des Kniegelenks:

- Schwäche des M. quadriceps fem.
- Schmerz
- Spastizität des M. quadriceps fem.
- Übermäßige Plantarflexion des oberen Sprunggelenks
- Schwäche der Hüftgelenksflexoren
- Extensionskontraktur des Kniegelenks

Ursachen übermäßiger Flexion und unzureichender Extension:

- Unangemessen Aktivität der ischiokruralen Muskeln
- Flexionskontraktur des Kniegelenks
- Schwäche des M. soleus
- Übermäßige Plantarflexion des oberen Sprunggelenks

Da das Hüftgelenk Bewegungen in drei unterschiedliche Ebenen realisieren kann und gleichzeitig das Bindeglied zwischen den Beinen und dem Rumpf ist, ist es auch relativ empfänglich für Funktionsstörungen (Perry et al., 2003). Diese Funktionsstörungen zeigen sich vor allem im Bereich des Beckens oder des Oberschenkels. Wie auch beim Kniegelenk resultieren Ganganomalien in der Sagittalebene in unzureichende oder übermäßige Flexion und unzureichende Extension (ebd.). Störungen in anderen Ebenen beinhalten eine übertriebene Abduktion und Adduktion sowie einer übermäßigen Innen- und Außenrotation (ebd.).

2.4.3 Kapitelzusammenfassung

Die Verbesserung der Mobilität von TEP-Patienten ist ein wichtiger Schritt, um ihnen zu einer Wiedereingliederung in das gesellschaftliche und alltägliche Leben zu verhelfen und somit das Grundziel einer jeden Rehabilitation zu erreichen. Vor allem für ältere Menschen, stellt die Mobilität eine Grundvoraussetzung für ein selbstbestimmtes Leben und soziale Teilhabe dar. Die beiden Hauptvoraussetzungen für eine intakte Mobilität sind eine intakte Geh- und Gleichgewichtsfähigkeit. Ist eine von beiden gestört, ist der Mensch auch in seiner Mobilität eingeschränkt. Dies gilt auch gerade für TEP-Patienten (Hefter & Götz, 2013, S. 5, 7; Pfeifer et al., 2001, S. 129, 130).

Wie bereits festgestellt, ist das menschliche Gleichgewicht ein komplexes System aus zahlreichen Komponenten. Dies beginnt schon mit dem Definitionsversuch. Denn das menschliche Gleichgewicht ist ein dynamischer Prozess, was somit das motorische Gleichgewicht in den Vordergrund rücken lässt. Jede Bewegung, und damit auch der aufrechte Gang, bedarf einer motorischen Gleichgewichtsregelung (Olivier & Rockmann, 2003, S. 119, 120).

Das sensomotorische System umfasst alle körpereigenen organischen Abläufe zur Durchführung von Bewegungen. Sie vollziehen sich allen innerhalb eines Kreislaufs, in dem durch die Sinnesrezeptoren Reizinformationen aufgenommen und an das ZNS afferent weitergeleitet werden. Dort werden sie verarbeitet und in Befehlsform efferent zu den Muskeln gesendet. Die ausgeführten Muskelreaktionen werden durch die Rezeptoren zur Überprüfung als Reafferenz wieder aufgenommen und anschließend im ZNS analysiert (Bertam & Laube, 2008; Froböse & Wilke, 2003). Die darin involvierten Sinnesapparate sind das visuelle System, das vestibuläre System und das kinästhetische System. Zwei wichtige sensomotorische Komponenten sind die Zielmotorik, die für die Planung von Bewegungsdurchführungen zuständig ist, und die Stützmotorik, die sich um die Regulierung der Haltung kümmert. Als große Planungs- und Schaltzentrale des sensomotorischen Systems fungiert das ZNS. Seine in die Motorik involvierten Hauptkomponenten sind: die Großhirnrinde, der Hirnstamm, das Kleinhirn, die Basalganglien und das Rückenmark (Froböse & Wilke, 2003; Menche & Engelhardt, 2007; Thews et al., 2007).

Störungen dieser sensomotorischen Systeme können Stürze nach sich ziehen. Gerade mit steigendem Lebensalter können sich derartige Störungen entwickeln und die daraus resultierenden Stürze schwerere Verletzungen hervorrufen. Deshalb erfahren viele ältere Menschen nach Sturzverletzungen eine gewisse Sturzangst. Oftmals mündet diese Sturzangst in einem Teufelskreis, in dem sich die Betroffenen immer mehr zurückziehen und damit ihre Sensomotorik weiter zurückbilden, was die allgemeine Sturzgefahr wiederum erhöht (Pierobon & Funk, 2007). Dem kann nur durch ein spezialisiertes

sensomotorisch-koordinatives Training entgegenwirken (Bertram & Laube, 2008).

Das menschliche Gleichgewicht ist, wie bereits erwähnt, eine Grundvoraussetzung für den menschlichen Gang. Dieser ist, wie bereits erörtert, ein sehr komplexes Phänomen, das sich von Mensch zu Mensch unterschiedlich gestaltet. Dennoch lassen sich bei genauer Betrachtung einige Grundmerkmale des menschlichen Gangbildes ausmachen. So wird die Zeitspanne zwischen dem Bodenkontakt eines Beines und dem zweiten Bodenkontakt desselben Beines während des Gehvorganges als Gangzyklus bezeichnet (Götz-Neumann, 2006; Hennerici & Bätzner, 2001). Innerhalb eines Gangzyklus unterscheidet man wiederum zwischen acht Gangphasen: initiale Bodenkontaktphase, Belastungsantwort, mittlere Standphase, terminale Standphase, Vorschwungphase, initiale Schwungphase, mittlere Schwungphase und terminale Schwungphase (Götz-Neumann, 2003; Perry et al., 2003).

Bestimmte pathologische Einflüsse können diese allgemeinen Gangmerkmale allerdings verändern. Davon betroffen sind vor allem das Gangmuster und die Gehgeschwindigkeit. Bei diesen pathologischen Gangstörungen unterscheidet man zwischen zwei Varianten: die einfach-fokalen, die meist für ein Krankheitsbild typische Gangbildveränderungen aufzeigen, und die diffus-komplexen Gangstörungen, deren innewohnendes Krankheitsbild nur schwer diagnostiziert werden kann (Hennerici & Bätzner, 2001). Der menschliche Körper versucht, diese Störungen des Gangbilds durch Haltungsänderungen zu korrigieren. Für den Patienten haben diese Gangstörungen auf lange Sicht Schmerzen, Fehlbildungen, Muskelschwäche und eine Einschränkung der Koordinationsfähigkeit zur Folge. Mit zunehmendem Alter der Menschen sind arthrotische Erkrankungen wie die Kox- und Gonarthrose eine häufige Ursache von Gangstörungen. Ihr fortschreitend schmerzhafter Verlauf lässt den Patienten eine Schonhaltung einnehmen, was somit auch sein Gangbild verändert (Perry et al., 2003). Selbst die Behandlung des Patienten mittels einer TEP-Operation kann das Wiederherstellen des ursprünglichen Gangbildes nicht garantieren. Um das genaue Ausmaß der Gangstörung zu erfassen, muss der Patient mittels einer Ganganalyse (siehe Kapitel 2.5.2) klinisch untersucht werden (ebd.).

2.5 Testverfahren zur Erfassung der Mobilität

Im Fokus dieses Kapitels steht die Ermittlung der oben beschriebenen Mobilitätsfaktoren von Probanden. Da die beiden wichtigsten Mobilitätsfaktoren eines Menschen die Gleichgewichts- und der Gehfähigkeit sind, konzentriert sich Kapitel 2.5.1 zunächst auf die Testverfahren zur Ermittlung der Gleich-

gewichtsfähigkeit. Dazu gehören der *GGT Reha*, die *Posturographie* und in weiterem Sinne der *Timed Up and Go* Test.

Des Weiteren beschäftigt sich dieses Kapitel mit einer Gegenüberstellung der objektiven und subjektiven Ganganalyse (Kapitel 2.5.2) sowie einer nachfolgenden Aufzählung und Erklärung der wichtigsten Ganganalysemethoden. Am Ende dieses Kapitels wird auf relevante Studien zum Thema Ganganalyse eingegangen und in Tabellenform dargestellt.

Die Perspektive des Probanden und sein persönliches Empfinden stellen ebenfalls wichtige Faktoren dar. Diese werden in Kapitel 2.5.3 über den *WOMAC-Fragebogen* zum Funktionszustand der Gelenke ermittelt und in Kapitel 2.5.4 der *SF-12-Fragebogen* zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität stellt zwar keinen direkten Parameter der Mobilität dar, doch das Wiedererlangen der Mobilität wirkt sich unmittelbar auf das persönliche Empfinden der Patienten zur Lebensqualität aus. Daher wurde dieser Fragebogen in dieses Kapitel integriert.

Die praktische Umsetzung dieser Messinstrumente findet sich in der Variablenstichprobe (Kapitel 3.3.2 und 3.4.2) dieser Untersuchung.

2.5.1 Messinstrumente zur Erfassung der Gleichgewichtsfähigkeit:

2.5.1.1 GGT Reha

Ein besonders wichtiger Test zur Ermittlung der dynamischen und statischen Gleichgewichtsfähigkeit ist der *GGT Reha*. Er geht aus dem vor zwanzig Jahren entwickelten GGT nach Bös, Wydra und Karisch (1992) sowie Wydra (1993) hervor, dessen Übungen mittlerweile nicht mehr alle durchführbar sind. Dadurch hatte der GGT als sportmotorischer Test an Aussagekraft verloren und bedurfte einer Überarbeitung. 2011 wurde dann der *GGT Reha* als evaluiertes Testverfahren vorgestellt (Theisen & Wydra, 2011). Es dient zum Ermessen der Gleichgewichtsfähigkeit der Probanden und kommt vor allem für die Nutzung im sporttherapeutischen Bereich infrage, da er zum Ermitteln der Wirksamkeit sporttherapeutischer Leistungen am Patienten genutzt werden kann. Aus diesem Grund ist von essenzieller Bedeutung für den sporttherapeutischen Fachbereich. Bei der wissenschaftlichen Untersuchung zur Objektivität und Reliabilität des *GGT Reha*, wurden jeweils hervorragende Koeffizienten ermittelt, woraus sich schließen lässt, dass das Testverfahren sowohl für individuelle als auch Gruppenanalysen geeignet ist (Theisen, 2009, S. 108 - 112).

Das sportmotorische Testverfahren *GGT Reha* ermöglicht die Erfassung des statischen und dynamischen Gleichgewichts der Probanden. Es umfasst drei große Testblöcke und alles in allem 18 Testaufgaben.

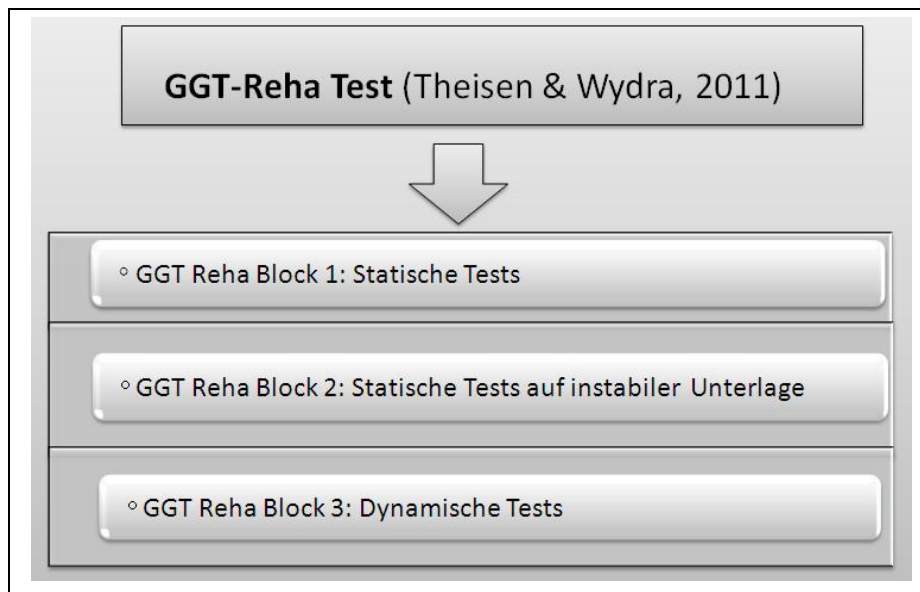


Abbildung 26: Aufgaben (drei Blöcke) des GGT Reha Tests.

Der erste dieser drei Blöcke überprüft das statische Gleichgewicht des Probanden, während der zweite Block die genauen Messdaten des statischen Gleichgewichts ermittelt, dies erfolgt jedoch unter erschwerten Bedingungen. Der dritte Block hingegen konzentriert sich ausschließlich auf die Messung des dynamischen Gleichgewichts.

2.5.1.2 Timed Up and Go -Test

Das Testverfahren des *Timed Up and Go Tests (TUG)* ist nicht nur ein Gleichgewichtstest an sich, sondern auch ein Messinstrument für die funktionale Mobilität der Patienten insgesamt. In der Datenbank für rehabilitative Assessmentverfahren rehabmeasures.org (Rehabilitation Institute of Chicago, 2010) wird der *TUG* als Messverfahren für Gleichgewicht, funktionale Mobilität und Gang beschrieben. Auch laut Oesch (2011, S. 249) ist der *TUG* ein Messverfahren für die funktionale Mobilität, die als „Gleichgewichts- und Gehmanöver, welche im Alltagsleben gebraucht werden“ (Mathias 1986, zitiert nach Oesch, 2011, S.249) definiert. In beiden Definitionen wird das Gleichgewicht Messparameter genannt. Deshalb wurde dieses Verfahren in die Messinstrumente für das Gleichgewicht eingeordnet.

Es handelt sich hierbei um ein Untersuchungsverfahren, das zur Ermittlung des Sturzrisikos der Patienten in alltäglichen Bewegungssituationen dient (Bös, 2001). Dies erweist sich gerade bei älteren Patienten als wichtig. Zunächst müssen dafür jedoch die Variablen des Körpergleichgewichts und der Beweglichkeit erfasst werden. Deshalb wird während des Tests die schnellste (Geh-) Zeit in Sekunden (s) und die maximale Gehgeschwindigkeit in Meter pro Se-

kunde (m/s) auf einer festgelegten und gleichbleibenden Strecke untersucht (Bös, Hänsel & Schott 2004). Der genaue Testverlauf vollzieht sich folgendermaßen: Die Patienten werden angewiesen, nach einem Signal von einem Stuhl aufzustehen, eine kurze festgelegte Distanz laufen, sich umdrehen, zurückzugehen und sich wieder hinzusetzen. Voraussetzung dieses Tests ist es, dass die Patienten die gestellte Aufgabe so schnell wie möglich zu bewältigen haben. Heutzutage beträgt die festgelegte Strecke meist drei Meter, wobei Hilfsmittel, wie z. B. Gehhilfen verwendet werden dürfen.

Dieser Test macht sich die „Überprüfung der Körpergleichgewichtsfunktion von älteren Menschen und Person mit eingeschränkter Gleichgewichtsfähigkeit“ (Bös, 2001, S. 280) zum Ziel. Dadurch soll das Sturzverhalten dieser Probanden vorausgesagt werden können (ebd.).

Der *TUG*-Test wurde 1986 von Mathias, Nayak und Isaacs erarbeitet. Sie wollten ein stationäres Testverfahren zur Analyse der Gleichgewichtsfähigkeit bei älteren Patienten entwickeln. Auch bei TEP-Patienten erweist sich dieser Test als hilfreich.

2.5.1.3 Posturographie

Der menschliche Körper ist konstant damit beschäftigt, seine Haltung zu korrigieren, sobald sich der Körperschwerpunkt verlagert (Ludwig & Fuhr, 2006). Diese Korrekturmaßnahmen lassen sich auf einer Messplattform deutlich als Schwankungen wahrnehmen (ebd.). Die *Posturographie* untersucht diese Körperschwankungen eines Menschen, während er ruhig steht oder sich auf einer Standfläche bewegt (Stoll, Most & Tegenthoff, 2004; Bös, 2001). Diese Messungen ermöglichen es unter Betrachtung weiterer Parameter das Gleichgewichtsverhalten des Probanden zu beurteilen (ebd.). Im Allgemeinen differenziert man zwischen statischer und dynamischer *Posturographie* (Stoll et al., 2004).

Bei der statischen *Posturographie* werden anhand einer elektronischen Plattform, die Schwankungen des Körperschwerpunktes, auch Druckmittelpunkt genannt (= center of pressure, COP), ermittelt. Unter der Plattform befinden sich vier Kraftmesstreifen, die eben für die Ermittlung des Körperschwerpunktes zuständig sind (ebd.). Im Falle der dynamischen *Posturographie* kommt eine bewegliche elektronische Plattform zum Einsatz (ebd.). Sie lässt sich translatorisch oder am Sprunggelenk orientiert in mehrere Richtungen kippen und misst anhand ihrer vier Messstreifen, inwiefern sich der Körperschwerpunkt bei Veränderungen der Körperhaltung verlagert. Man unterscheidet außerdem zwischen langsamer (Kippbewegung von $1^\circ/s$) und schneller (Kippbewegung von $5^\circ/150\text{ ms}$) dynamischer *Posturographie* (ebd.)

Neben dem COP wird von der Messplatte auch die „Lage des Körperschwerpunktes in der Horizontalebene“ (Bös, 2001, S. 287) untersucht, auch Zentrum der Masse (center of gravity, COG) genannt. „Bei den meisten der genannten Systeme werden die Bewegungen des COG oder des COP über die zurückgelegte Wegstrecke oder die überstrichene Fläche quantifiziert. In den meisten Untersuchungen werden folgende Parameter berechnet“ (ebd.).

Tabelle 15: Wichtige Untersuchungsparameter für die COG- und COP-Quantifizierungen (mod. nach , Bös, 2001, S. 287).

Untersuchungsparameter der COG- und COP- Quantifizierung
<ul style="list-style-type: none"> • Länge des gesamten Schwankungsweges nach anterior-posterior und medio-lateral (cm oder mm) • Länge des gesamten Schwankungsweges nach anterior-posterior und medio-lateral pro Zeiteinheit (mm/s oder cm/s), Schwankungsgeschwindigkeit • Maximale Amplitude (Länge) des Schwankungsweges nach anterior-posterior und medio-lateral (cm oder mm) • Mittlere Amplitude (Länge) des Schwankungsweges nach anterior-posterior und medio-lateral (cm oder mm) • Schwankungsfläche (cm)

Bös (2001) zufolge hat dieses Testverfahren das Registrieren der Körperschwankungen eines Menschen zum Ziel, der unterschiedlichen Bedingungen des aufrechten Stands ausgesetzt ist. Dabei sollen die Gleichgewichtstörungen bei Probanden der älteren Generation und Probanden, die an einer orthopädischen Erkrankung leiden, quantifizieren.

Außerdem findet die *Posturographie* ihre Anwendung hauptsächlich in der Bewertung von Therapiemaßnahmen, die bei älteren Menschen oder von Gleichgewichtstörungen betroffenen Patienten dazu beitragen sollen, die Gleichgewichtsfähigkeit zu verbessern (Bös, 2001). Bei diesen Therapiemaßnahmen handelt es sich meist um bewegungstherapeutische Trainingsmaßnahmen, die der Verbesserung der Haltungskontrolle bei Patienten mit Beinverletzungen dienen (ebd.).

Evaluierung der Posturographie

Die Körpergröße eines Probanden kann, Weber, Holzmann und Vieregge (2000) zufolge, ein einflussreicher Parameter für posturographische Ergebnisse sein.

Um dies auszugleichen, nimmt man eine Normierung der Testergebnisse hinsichtlich der entsprechenden Körpergröße vor .

Die Auswertung posturographischer Ergebnisse kann mittels unterschiedlicher Analysemethoden erfolgen (Baloh et al, 1998a; Stoll et al., 2004, S. 93). Welche Methoden zum Einsatz kommen, hängt von der jeweils gegebenen technischen Ausrüstung ab. Zur Auswahl stehen sie „Frequenzanalyse“, die „Flächenbestimmung“ und das „Richtungshistogramm mit Aufzeichnungen von anterioren/posterioren und lateralen Schwankungen“ (Stoll et al., 2004, S. 93).

Baloh et al. (1998b) und Faraldo-Garcia et al. (2011) zufolge verweisen ältere Probanden generell gesehen schlechtere posturographische Ergebnisse als junge Probanden, vor allem bei den dynamischen Schwanktests. Dies kann beispielsweise auf die Verschlechterung der Sehfähigkeit und des vestibulären Systems im Alter zurückgeführt werden. Das Geschlecht der Probanden, hingegen, hat keine Auswirkungen auf die Testergebnisse (ebd.).

Ein menschlicher Körper ist bei ruhigem Stand nie ganz frei von Bewegung. Somit weisen minimale Ausschläge im posturographischen Ergebnisdiagramm zum COP auf eine ideale Stehfähigkeit des Probanden hin (Stoll et al., 2004).

Andere Studien von Horak et al. (2005) und Prätorius et al. (2003) widersprechen dieser Annahme. Denn bei ihren posturographischen Untersuchungen von Parkinson-Patienten wiesen die Patienten kleinere Schwankungen auf als gesunde Probanden.

2.5.2 Methoden der Gangbildanalyse

Doch nicht nur die Gleichgewichts- und Koordnationsfähigkeit sind ermittelbar. Auch die Gehfähigkeit und das entsprechende Gangbild eines Menschen kann untersucht werden.

Im Laufe der Jahre haben sich zwei unterschiedliche Methoden zur Ganganalyse herausgebildet, nämlich die **instrumentierte (objektive) und beobachtende (subjektive) Ganganalyse** (Beckers & Deckers, 1997). Während sich die objektive Untersuchungsmethode auf die objektive Evaluierung von technischen, mithilfe spezifischer Apparaturen gewonnenen Messergebnissen konzentriert, basiert die subjektive Untersuchungsmethode größtenteils auf der optischen Gangbildanalyse durch den Therapeuten bzw. den Untersuchenden (ebd.).

Verfahren der Ganganalyse:

Wie bereits festgestellt, ist der menschliche Gang eine vielschichtige Aktivität, deren Zyklen in unterschiedliche Phasen gegliedert werden können. Um dieses komplexe Phänomen zu analysieren, finden sich zahlreiche biomechanische Untersuchungsmethoden, zu denen beispielsweise der Zeit-Weg-Parameter, die

Videoanalyse oder die Laufbandanalyse gehören (Ludwig, 2012; Nicolakis & Kopf, 2005; Vogt & Banzer, 2005).

Mithilfe dieser Verfahren lässt sich jedoch nicht nur allgemeine Gangbildparameter, wie Spurbreite und Schrittlänge erfassen, sondern auch Parameter wie die Knieflexion oder -extension sowie die maximale Schrittgeschwindigkeit (siehe Kapitel 3.3.2.4).

2.5.2.1 Klinische Untersuchung des Gangs

Patienten, die von einer Gangstörung betroffen sind, erfahren meist eine starke Minderung der Lebensqualität, da sie stark in ihrer Mobilität eingeschränkt und somit auch in ihrer Freiheit beschnitten sind (Müngersdorf & Reichmann, 1999). Möchte man nun feststellen, inwieweit die Mobilität des Patienten eingeschränkt oder noch intakt ist, müssen folgende Punkte in einer klinischen Untersuchung des menschlichen Gangs überprüft werden (Hennerici & Bätzner, 2001, S. 13, 14):

- „die Fähigkeit, von einem Stuhl aufzustehen (Aufrichten)
- die Fähigkeit, ohne Unterstützung zu stehen (Standkontrolle)
- die Fähigkeit, einen Stoß aufzufangen
- die Fähigkeit, den Gang zu initiieren
- die Fähigkeit zu gehen, d. h. die Lokomotion aufrechtzuerhalten.
- die Fähigkeit, Wendebewegungen durchzuführen
- die Fähigkeit, eine gerade Linie im Seiltänzerengang zu gehen“ (ebd.)

Betrachtet man die Ergebnisse von Ganganalysen allgemein, stellt man fest, dass bestimmten Erkrankungen, wie zum Beispiel im Fall einer Ataxie, ein typisches Gangbild zugeordnet werden kann (Beckers & Deckers, 1997).

Müngersdorf und Reichmann (1999, S. 85 - 86) zufolge liefert die klinische Untersuchung des Gehens weitere Einblicke in die integrativen Körperstrukturen (frontaler Kortex, Hirnstamm, etc.), die das Gehen möglich machen, und steht deshalb auch oft am Anfang einer neurologischen Untersuchung. Des Weiteren lässt sich von erfahrenem Personal auch feststellen, mit welchen Erkrankungen die jeweilige Gehstörung in Verbindung steht – sei es eine Muskelschwäche oder eine Nervenläsion (ebd.). Um diese Parameter genau bestimmen zu können, ist es wichtig, eine ausführliche und gezielte Anamnese mit dem Patienten durchzuführen (ebd.). Dabei müssen folgende Punkte mit dem Patienten besprochen werden (Müngersdorf & Reichmann, 1999, S. 86):

- Leidet der Patient an neurologischen, kardiovaskulären oder muskuloskelettalen Symptomen?
- Welche Medikamente nimmt der Patient wann ein?

- Wie häufig stürzt der Patient?
- In welcher häuslichen Umgebung lebt der Patient?

2.5.2.2 Objektive Ganganalyse

Wie oben schon erwähnt, stützt sich die objektive Ganganalyse auf technische Messapparaturen zur Gewinnung objektiver Messdaten, um unterschiedliche Variablen und Einheitsgrößen festzulegen (Beckers & Deckers, 1997). Man spricht deshalb auch von instrumenteller Ganganalyse. Allerdings macht die objektive Ganganalyse nur einen kleinen Teil aller durchgeführten Ganganalysen aus, da sich ihre Umsetzung nicht nur in finanziellem Sinne als recht aufwendig erweist (ebd.).

In klinischen Bereich nimmt die instrumentelle Ganganalyse immer mehr an Bedeutung zu, vor allem zur Erweiterung der „standardisierten diagnostischen Verfahren“ (Klöpfer-Krämer & Augat, 2012, S. 3), da sie eine Auswertung „objektive[r] und quantifizierbare[r] Messdaten“ ermöglicht (ebd., S. 3).

Nüesch, Huber, Romkes, Göpfert und Camathias (2010) sprechen sich für eine stärkere Etablierung der instrumentierten Ganganalyse im klinischen Bereich aus, da sie ein umfangreiches, objektives Nachvollziehen und Dokumentieren der pathologischen und gesunden Gang- und Bewegungsmuster erlaubt. Zu diesen objektiven Messdaten gehört beispielsweise nicht nur die Schrittlänge, die Gehgeschwindigkeit, die Gelenkwinkelstellung, die Schrittfrequenz, sondern auch der Energieverbrauch, die Muskeldynamik sowie die einzelnen Kräfte, die auf die Gelenke wirken (Döderlein & Wolf, 2004, S. 1106). Aufgrund dieser Vielzahl an möglichen Messparametern verbessert die instrumentierte Ganganalyse, neben der Diagnosegenauigkeit, auch die Revision der Behandlungsergebnisse (ebd.).

Doch ist diese Analyseverfahren auch mit einem entsprechenden technischen Aufwand verbunden, der sich auch als sehr teuer erweist. Denn für die Durchführung einer umfassenden objektiven Ganganalyse bedarf es entsprechender „Hardware (Kameras, Computer, [...] usw.), Software (Auswerteprogramm, [...]) und Personal (mindestens eine Person zur Ausrüstung/Aufnahme und ein Techniker/Ingenieur; [...])“ (ebd., S. 1106).

Die dafür zum Einsatz kommenden Messapparaturen operieren hauptsächlich auf der Grundlage von kinetischer, kinematischer und elektromyographischer (EMG) Technologie (Glück, 2012).

Diese drei Technologiebereiche werden nach Anschauungen von Hennerici und Bänzner (2001, S. 9 - 11), Perry et al. (2003, S. 225, 240) sowie Vogt und Banzer (2005, S. 108) einzeln erläutert:

- **Kinematik:** Die kinematischen Messsysteme befassen sich mit den Komponenten des temporären Verlaufs und des Ausmaßes der Gelenkbewegungen, wie beispielsweise dem Gelenkwinkel und dessen Winkelgeschwindigkeiten. In der folgenden Abbildung (Abb. 27) werden die einzeln gemessenen Hüft-, Knie-, und Fußgelenkwinkel aus sagittaler Ebene dargestellt – in-zwischen der vier Körperbereiche (Rumpf, Oberschenkel, Unterschenkel, Fuß).

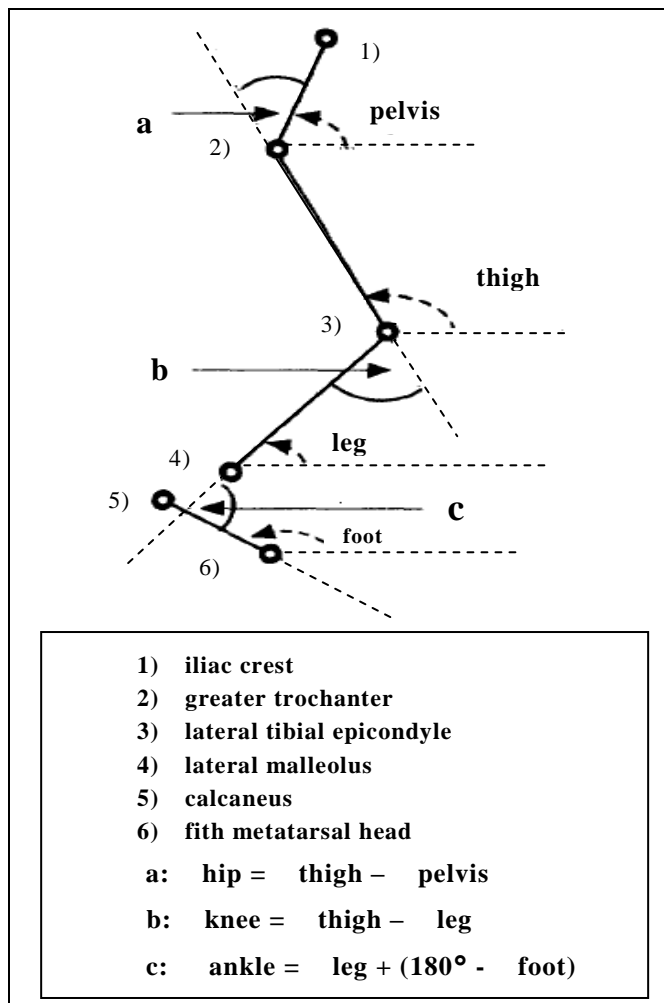


Abbildung 27: Definition der Gelenkwinkel der untere Extremitäten (mod. nach Kim & Kim, 2001, S. 815).

- **Kinetik:** Die kinetischen Analyseapparate messen die einzelnen Kräfte, die auf den Körper einwirken und, welchen Effekt sie auf dessen Systeme haben. Dabei werden beispielsweise Muskelmomente und Boden-Reaktionskräfte analysiert.
- **Dynamische Elektromyographie:** Die EMG untersucht die muskulären Aktivitätspotenziale und deren zeitlichen Verlauf. Dabei wird ein elektrischer

Impuls in den Muskel geleitet und dessen Ausbreitung im Muskelgewebe aufgezeichnet.

Für das Ermitteln der Effektivität des menschlichen Gangs ist Perry et al. (2003, S. 276) zufolge ebenfalls eine Energieverbrauchsmessung vonnöten. Sie gestattet es, Schlüsse auf die allgemeine Gehfähigkeit des Patienten zu ziehen.

Die zahlreichen unterschiedlichen instrumentellen Analysemethoden der klinischen Untersuchung werden in der folgenden Tabelle (Tab. 16) nach Beckers und Deckers (1997, S. 52 - 62) rekapituliert:

Tabelle 16: Objektive Untersuchungsmethoden (eine Darstellung nach Beckers & Deckers, 1997, S. 52 - 62).

Objektive Untersuchungsmethoden	
Registrieren und Messen von Bewegungen	Für die Messung der einzelnen Bewegungsabläufe während des Gehens wird meist von einer Videokamera Gebrauch gemacht. Durch verschiedene Hilfstechniken wie Markierungen auf der Haut des Patienten oder der Einsatz eines Winkelmessers, können die Bewegungen in allen drei Ebenen, das heißt frontal, sagittal und transversal, untersucht werden.
Messen der Muskelaktivität während des Gehens (Elektromyographie)	Durch gezielte Stimulation der Nerven eines in die Bewegung involvierten Muskels anhand von Elektroden, lässt sich die entsprechende Muskelaktivität des Patienten während des Gehens auf dem Computer aufzeichnen und analysieren. Damit ist die EMG ein wichtiger Bestandteil der objektiven Ganganalyse.
Muskelaktivitäten während des Gangzyklus	Anhand der durch die EMG gewonnenen Daten lässt sich nun ermitteln, welcher Muskel genau welche Aktivität innerhalb der einzelnen Gangphasen übernimmt. Dies gibt Aufschluss über die Interaktion der Muskulatur während eines Gangzyklus.
Druckmessungen und Gangparameter	Für die Messung der Druckbelastung und der Kräfte, die auf die Füße in der Standphase wirken, werden dem Patienten Drucksensoren an seinen Fußsohlen angebracht. Man kann ihn alternativ auch über eine Druckmessplatte gehen lassen. Die dadurch erhaltenen Daten werden von einem Computerprogramm verarbeitet und graphisch dargestellt, was z. B. Aufschluss über die Belastungszonen des Fußes gibt.
Energieverbrauch während des Gehens	Das Ermitteln der verbrauchten Stoffwechselenergie beim Gehen ist nur durch indirekte Messverfahren zu verwirklichen, wie beispielsweise die Messung der Sauerstoffaufnahme und des Kohlendioxidausstoßes des Patienten während des Gehens. Man spricht hier auch von Spirometrie. Der letztendlich ermittelte Energieverbrauch wird in Kilogramm pro Meter angegeben.

Die objektive Ganganalyse dient in vielen Bereichen der Orthopädie als Beurteilungsinstanz, vor allem im prothetischen Bereich (Tober & Tscheuschner, 2005).

2.5.2.3 Subjektive Ganganalyse

Im Gegensatz zur objektiven bzw. instrumentellen Untersuchungsmethode orientiert sich die subjektive Ganganalyse nicht an technischen Parametern, sondern an der subjektiven, erfahrungsbasierten Einschätzung des Analysten bzw. Therapeuten. Die einzelnen Analysesysteme gehen aus jahrelangen Praxiserfahrungen hervor (Beckers & Deckers, 1997).

Die subjektive Untersuchungsmethode macht laut Perry et al. (2003) einen Großteil der Ganganalyse insgesamt aus. Sie wird meist auf visuellem Wege vollzogen, das heißt durch die Beobachtung der Bewegungsabläufe des Patienten. In dieser Hinsicht sind die Erfahrung, Ausbildung und der Kenntnisstand des Untersuchenden von großer Bedeutung (Gassner, Einsiedel, Linke, Görlich & Mayer, 2007; Krebs, Edelstein & Fishman, 1985). Dadurch werden die Untersuchungsergebnisse allerdings abhängig von der Auffassungsgabe des Untersuchenden und das schmälert, Beckers und Deckers (1997) und Gassner et al. (2007) zufolge, ihre Zuverlässigkeit und ihren wissenschaftlichen Wert. Vogt und Banzer (2005) zufolge werden aus diesem Grund unterstützend Videoaufnahmen der Analysesitzungen hinzugezogen. Ferner folgt jegliche subjektive Ganganalyse einem festgelegten Muster, das aus drei Teiletappen besteht: „Strukturierung der Information, Beobachtung nach einem streng festgelegten Schema (Datenerhebung) und Schema für die Interpretation der Daten“ (Perry et al., 2003, S. 225). Die einfachste Variante der subjektiven Ganganalyse ist das allgemeine Screening nach augenfälligen Ganganomalien, das nur bei einer Durchführung nach dem oben genannten Schema zu angemessenen Ergebnissen führen kann (ebd.).

In der Regel nimmt die subjektive Analysemethode das normale bzw. gesunde Gangbild als Referenzmodell zu dem zu ermittelnden, pathologischen Gangbild des Patienten (Beckers & Deckers, 1997, S. 62 - 67). Diese generalisierten Vorgehensweisen sind von großer Bedeutung für die Zuverlässigkeit und Zielorientiertheit der subjektiven Ganganalyse, die verlangt wird aufgrund der besonderen Relevanz dieser Untersuchungsmethode im Praxisalltag. Neben der Analyse des dynamischen Gangverhaltens des Patienten, in der man hauptsächlich auf die frontale, sagittale und transversale Ebene achtet, darf jedoch nicht die Analyse der Statik des Patienten, das heißt seines ruhigen Stands, außer Acht gelassen werden. Hierbei wird der kraniale, kaudale, dorsale, ventrale und laterale Bereich untersucht (ebd.).

Obwohl die subjektive Ganganalyse, wie bereits erörtert, eine sehr häufig eingesetzte Untersuchungsmethode ist, müssen die Ergebnisse laut Altschuck (2010, S. 153) aufgrund ihrer Subjektivität kritisch betrachtet und ausgelegt werden. Daran ändert auch ihre Orientierung an festgelegten Schemata und Ganganalyse-Skalen nichts (ebd.).

„In Verbindung mit objektiven wie subjektiven Angaben anderer Disziplinen liefern Ganganalysen Entscheidungshilfen für Beginn, Fortsetzung, Änderung oder Beendigung präventiver oder rehabilitativer Maßnahmen“ (Vogt & Banzer, 2005, S, 109). Gleichzeitig unterstützt dies den Fortschritt in anderen orthopädischen Teilbereichen (ebd.)

2.5.2.4 Zeit-Weg-Parameter

Die Ermittlung der Weg-Zeit-Parameter gehört nach Nicolakis und Kopf (2005) sowie Vogt und Banzer (2005) zu den Basismethoden der Ganganalyse. Die dabei untersuchten Varianten sind die Schrittlänge (Abstand vom initialen Bodenkontakt eines Beins zum initialen Bodenkontakt des anderen Beins), die Kadenz (die Summe der Schritte innerhalb einer bestimmten gemessenen Zeit), die Gehgeschwindigkeit (der zurückgelegte Weg im Verhältnis zur gemessenen Zeit) und die gemessene Zyklusdauer. Für die einfachste Methode, diese Parameter zu erfassen, werden lediglich eine festgelegte Strecke, Puder für die Fußsohlen und eine Stoppuhr benötigt. Technischer orientierte Methoden involvieren oft auch Videoaufnahmen und elektronische Bodenkontaktgeber.

Die hierbei ermittelten Parameter ermöglichen es, rein visuell gewonnene, subjektive Analyseergebnisse zuverlässig gegenzuprüfen und allgemeine Gangmerkmale des Patienten zu dokumentieren (Vogt & Banzer, 2005). Allerdings gibt diese Untersuchungsmethode lediglich Aufschluss über die pathologischen Gangmerkmale des Patienten. Die Ursache der Gangstörung kann damit nicht ermittelt werden (Nicolakis & Kopf, 2005).

2.5.2.5 Videoanalyse

Die Videoanalyse gehört Brunner (2006) zufolge zu den eher unkomplizierten aber sehr effektiven Ganganalyseverfahren. Denn sie gestattet es, die Patientenaufnahmen in zahlreichen Einzelbildern oder in Zeitlupe zu begutachten und somit die einzelnen Gelenkwinkel und Stellungen genau zu analysieren. Im Übrigen dient sie zur visuellen Schulung der Therapeuten und Untersuchenden. Damit dieses Verfahren jedoch aussagekräftig bleibt, sollten die Aufnahmen standardisiert immer die frontale, dorsale und seitliche Perspektive filmen (ebd.). Außerdem ist es nach Ludwig (2012) von essenzieller Bedeutung, dass die Kamera immer gerade und waagrecht auf den Patienten gerichtet wird. Das Anbringen von Kalibriertafeln, auf denen Winkel- und Längenmarkierungen verzeichnet sind, sowie das farbliche Markieren der Gelenkpunkte auf der Haut des Patienten vereinfacht zudem die spätere Auswertung auf dem Bildschirm erheblich. Allerdings ist letztere Methode oft um einige Millimeter ungenau, da sich die Haut während der Bewegungen leicht verschiebt (ebd.).

Die heutige Computersoftware zur Auswertung der Aufnahmen erlaubt des Weiteren das Filmen mit mehreren Kameras und eine parallele Gegenüberstellung aller Aufnahmeperspektiven auf dem Bildschirm sowie das beliebige Springen zwischen den einzelnen Standbildern (Ludwig, 2012). Diese Technik sollte jedoch ausschließlich zum Zweck der objektiven Analyseoptimierung verwendet werden. Das Bereitstellen eines Monitors speziell zur Einsicht für den Patienten vereinfacht die Erklärung der Analyseergebnisse und Therapieempfehlungen erheblich (ebd.).

Alles in allem lässt sich feststellen, dass die Videoanalyse die subjektive, visuelle Ganganalyse erheblich verbessert, andererseits jedoch keine genauen Informationen über die auf die Bewegung einwirkenden Kräfte liefern kann (Brunner, 2006; Nicolakis & Kopf, 2005). Weitere Vor- und Nachteile der Videoanalyse werden in der folgenden Darstellung aufgezählt:

Tabelle 17: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der Videoanalyse (Darstellung nach Nicolakis & Kopf, 2005, S. 81 - 82, 86).

Vorteile der Videoanalyse	Nachteile der Videoanalyse
<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholfunktion: Die Gehbewegung kann wiederholt begutachtet werden, ohne dabei den Erschöpfungsfaktor des Patienten einkalkulieren zu müssen. • Zeitlupe: Durch die Betrachtung in Zeitlupe und Standbildern, können mehrere Gelenke in einer konkreten Gangphase analysiert werden. • Simultane Betrachtung mehrerer Gelenke: Unterschiedliche Kameraperspektiven derselben Bewegung können gleichzeitig auf dem Bildschirm aufgerufen werden und somit in der frontalen und sagittalen Ebene simultan ausgewertet werden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sichere Aussagekraft nur in der Sagittalebene: Es erweist sich als schwer, sich in mehreren Ebenen simultan ereignende Bewegungsabläufe zu erkennen, wie beispielsweise das Auswärtsdrehen des Fußes während der Schwungphase in Kombination mit einer Dorsalflexion des Sprunggelenks • Ungenauigkeit bei der Bestimmung von Gelenkwinkeln: Zwar lassen sich die Gelenkwinkel auf dem Bildschirm ausmessen, sind aber nicht genau genug, um als weiterverwendbare objektive Daten zu gelten. Denn eine zweidimensionale Messung eines dreidimensionalen Vorgangs kann nicht fehlerfrei umgesetzt werden. • Untersucherabhängig • Gelenks-Drehmomente und -leistungen nicht beurteilbar

Die Videoanalyse erleichtert die Gangbildanalyse zwar erheblich, doch ist sie laut Nicolakis und Kopf (2005) in objektiver Hinsicht nicht zuverlässig genug.

2.5.2.6 Laufbandanalyse

Die Laufbandanalyse steht in direkter Verbindung zur Videoanalyse, da bei der Laufbandanalyse die Gehbewegungen des Patienten per Videokamera aufgenommen und anschließend analysiert werden.

Die Auswertung der erfassten Aufnahmen werden wie bei der Videoanalyse, über eine Software ausgewertet und auf zeitlich-räumliche Parameter untersucht (Schwed, Kersten, Scholl & Hass, 2009). Während dieses Vorgangs wird auch die Häufigkeit der Stütz- und Standphasen bestimmt. Seuser (2009) zufolge ist die Laufbandanalyse besonders für die Untersuchung der Kniegelenkfunktionen sehr hilfreich.

Allgemein muss jedoch beachtet werden, dass sich das Gehen auf dem Laufband vom natürlichen, freien Gehen in einigen Merkmalen unterscheidet. Auf die Unterschiede dieser beiden Gangsituationen wurde auch schon mittels wissenschaftlicher Untersuchungen eingegangen. Dabei ließ sich Ludwig (2012, S. 106 - 108) zufolge feststellen, dass die Schrittlänge auf dem Laufband kürzer, die Kadenz um 7 % höher und die Dauer der Stützphase um 5 % geringer ist als beim natürlichen Gang. Für die bestmögliche Natürlichkeit und somit auch der Genauigkeit der Gangprobe des Patienten gilt: je länger und breiter die Laufbandfläche ist, desto einfacher ist es für den Patienten. Allerdings belastet dies wiederum das Untersuchungsbudget (ebd.).

Speziell für ältere Menschen kann das Laufband eine besondere Herausforderung darstellen, da sich bei manchen Patienten dieser Gruppe Schwierigkeiten mit der Höhe des Laufbandes einstellen, beispielsweise beim Aufsteigen (Ludwig, 2012). Aber auch eine gewisse Sturzangst und damit auch eine Unsicherheit kann die entsprechende Erhöhung der Laufbandfläche zum Boden hervorrufen. Dies kann wiederum die Analyseergebnisse negativ beeinflussen (ebd.).

2.5.3 WOMAC-Arthroseindex (Western Ontario und Mcmaster Universities)

Der *WOMAC-Arthroseindex* wurde 1988 von Bellamy, Buchanan, Goldsmith, Campbell und Stitt entwickelt (Bellamy et al., 1988). Das Ziel dieses Index ist es, den Funktionsstand des Gelenks möglichst effektiv behandeln zu können. Zu diesem Zweck misst der WOMAC-Index die Schmerzen von Knie bzw. Hüft-Patienten nach einer OP oder Behandlungsmaßnahme und vergleicht diese mit gesunden Probanden. Mit Hilfe dieses Index wird quantitativ erfasst, inwieweit die Schmerzen von Knie- bzw. Hüftpatienten zu Einschränkungen im Alltag führen. Dazu werden die Schmerzempfindlichkeit und Steifigkeit sowie Schwierigkeiten bei normaler körperlicher Tätigkeit gemessen. Der Vergleich mit gesunden Probanden liefert dann eine Aussage über den Behandlungser-

folg der Patienten. Dieser Test, welcher ursprünglich in englischer Sprache verfasst wurde, ist international anerkannt und ist mittlerweile in verschiedenen Sprachen verfügbar. Die deutsche Version dieses Indexes wurde 1996 von Stucki et al. erarbeitet (Stucki, Meier, Stucki, Michel, Tyndall, Dick & Theiler, 1996). Der *WOMAC-Arthrosexindex* besteht 3 Teilen, welche in der deutschen Version wie folgt zusammengesetzt sind (ebd., S. 41 - 43):

- Teil A: „Schmerzfragen“. Dieser Teil besteht aus fünf Fragen.
- Teil B: „Steifigkeit“. In diesem Teil gibt es zwei Fragen.
- Teil C: „Körperliche Aktivität“. Dies ist der umfassendste Teil und besteht aus 17 Fragen.

Insgesamt besteht der Fragebogen also aus 24 Fragen. Es gibt drei verschiedene Arten von Antwortoptionen im Rahmen des *WOMAC-Arthrosexindex*, diese sind (Oesch et al., 2011, S. 357):

- „Visual Analogue“ (WOMAC VA 3-series),
- „Likert“ (WOMAC LK3-SERIES)
- „Numerical Rating“ (WOMAC NRS-SERIES).

In jedem dieser Fälle geben die Patienten auf der entsprechenden Skala an, wie stark ihre Schmerzen, Steifigkeit und Schwierigkeiten bei körperlichen Aktivitäten sind, wobei das Spektrum jeweils von „nicht vorhanden“ bis „extrem“ reicht. Die Reliabilitäten für den *WOMAC-Arthrosexindex* wurden anhand von Cronbachs Alpha bestimmt. Die Reliabilitätswerte für die Unterskalen Schmerz und Steifigkeit betragen jeweils 0.80, für die Unterskala Aktivität 0.96. Damit liegen die Reliabilitätswerte im sehr guten Bereich und zeigen, dass die Unterskalen intern konsistent sind (Oesch et al., 2011; Stucki et al., 1996; Stucki et al., 1998).

In Bellamy et al. (1998) wurde gezeigt, dass die oben genannten Unterskalen des *WOMAC-Arthrosexindex* statistisch signifikant im Zusammenhang stehen. Für diese Untersuchung wurde Pearsons Korrelationskoeffizient verwendet (Bellamy, Buchanan, Goldsmith, Campbell & Stitt, 1988).

In Stucki et al. (1996, S. 46) wurde durch eine Untersuchung nachgewiesen, dass die Skalen des *WOMAC-Arthrosexindex* mit der Gelenkbeweglichkeit assoziieren. Insbesondere ist die Korrelation zwischen der Skala „Körperliche Aktivität“ und radiologisch festgestellten Arthrose besonders stark ausgeprägt. Um Beeinträchtigungen körperlicher Tätigkeiten, welche aus einer Hüftarthrose resultieren, bewerten zu können, untersuchten Ornetti et al die Validität der numerischen Rangskala. Insbesondere zeigten die Autoren, dass die numerische Rangskala des *WOMAC* gute psychometrische Eigenschaften besitzt (Ornetti, Maillerfert, Laroche, Morisset, Dougados & Gossec, 2010).

In den 25 Jahren, welche seit Einführung des *WOMAC* vergangen sind, hat sich gezeigt, dass dieser Fragebogen ein wirksames Hilfsmittel ist, um den Therapieeffekt bei Patienten mit Knie- und Hüftgelenksarthrose auf verlässli-

che Art und Weise messen und quantifizieren zu können. International ist der *WOMAC-Arthroseindex* eines der am häufigsten angewandten Hilfsmittel um derartige quantifizierbare Untersuchungen durchzuführen.

2.5.4 Die gesundheitsbezogene Lebensqualität (SF-12)

Der *SF-12* dient zum Messen von gesundheitsbezogener Lebensqualität von Patienten. Dieses Testverfahren erfasst zwar nicht direkt die Mobilität der Patienten, steht aber indirekt mit der Mobilität in Verbindung und stellt in diesem Sinne ein hilfreiches Verfahren für die ab Kapitel 3 vorgestellte Untersuchung dar. Denn die Verbesserung der Mobilität von TEP-Patienten reiht sich wie bereits erwähnt in die ICF-basierten Reha-Ziele ein bildet damit eine unmittelbare Brücke zur alltäglichen und sozialen Teilhabe, was wiederum die Lebensqualität der Patienten steigert. Somit ist für die Erfassung des Reha-Erfolges der in dieser Arbeit vorgestellten Untersuchung von Interesse die subjektive Einschätzung der Patienten bezüglich ihrer Lebensqualität zu ermitteln.

Im Gegensatz zum *WOMAC* ist der *SF-12* ein krankheitsübergreifendes Messinstrument. Der *SF-12* ist eine ab 1994 entwickelte Kurzversion des älteren SF-36, wobei 12 Unterpunkte des SF-36 aufgrund der Erkenntnisse, welche man aus den Anwendungen des SF-36 erhalten hat, für den *SF-12* ausgewählt wurden (Bullinger & Kirchberger, 1998; Ware, Kosinski & Keller, 1996). Das zugrunde liegende Ziel bei der Entwicklung des *SF-12* war es, die beiden Summenskalen des SF-36 auf einen deutlich kürzeren Fragebogen als den SF-36 zu reduzieren, wobei die Leistung des *SF-12* nicht deutlich unter der des SF-36 liegen sollte. Dieses Ziel der Reduzierung des Fragebogens ohne schwerwiegenden Verlust an Informationen wurde erreicht (Oesch et al., 2011). Allerdings ist nicht klar, ob man noch weitere Reduzierungen vornehmen könnte, wenn man einen gravierenden Leistungsverlust vermeiden will (Bullinger & Kirchberger, 1998).

Der *SF-12* ist unterteilt in zwei Komponenten, wobei die eine Komponente die körperliche Summenskala [engl.: „Physical Component Scale“ (PCS)] und die andere Komponente die psychische Summenskala [engl.: „Mental Component Scale“ (MCS)] beschreibt (Oesch et al., 2011, S. 389). In den USA beträgt der durchschnittliche Wert für jede der beiden Komponenten je 50 Punkte (ebd., S. 390). Die darunter liegenden Werte können wie folgt interpretiert werden:

- 40 - 49 Punkte: milde Einschränkung,
- 30 - 39 Punkte: moderate Einschränkung,
- < 30 Punkte: massive Einschränkung.

Um eine Anwendung des *SF-12* sowie des *WOMAC* anzugeben, wird auf Gonzalez Sáenz de Tejada, Escobar, Herrera, García, Aizpuru & Sarasqueta (2010) verwiesen. Die Autoren haben dort diese Fragebögen benutzt, um nachzuweisen, dass die von den Patienten gehegten großen Erwartungen an eine Hüft-TEP auch ihre Einschätzung der durchschnittlichen Lebensqualität nach der Implantation positiv beeinflusst. Die Cronbachs Alpha Werte liegen bei beiden uns bekannten Untersuchungen jeweils über 0,7, was auf gute interne Konsistenzen hindeutet (King Jr, Horowitz, Kassam, Yonas & Roberts, 2005; Luo, George, Kakouras, Edwards, Pietrobon, Richardson & Hey, 2003).

Abschließend soll noch kurz die Korrelation zwischen den Werten im *SF-12* und *SF-36* erläutert werden. Laut Singh, Gnanalingham, Casey und Crockard (2006) weisen sowohl die körperlichen als auch die psychischen Komponenten eine gute lineare Korrelation ($r=0.86 - 0.93$) zwischen dem *SF-12* und dem *SF-36* auf. Dies gilt im präoperativen wie auch im postoperativen Fall. Abschließend lässt sich sagen, dass der *SF-12* ein zuverlässiges und moderat valides Hilfsmittel ist, welches bei verschiedenen Krankheiten zum Einsatz kommen kann und welches dem *SF-36* leistungsmäßig nicht signifikant unterlegen, aber dennoch deutlich kompakter ist.

2.5.5 Kapitelzusammenfassung

Da es wenige Messverfahren gibt, mit denen man die Mobilität allgemein messen kann, bedient man sich der Erfassung der einzelnen Mobilitätsfaktoren, um so auf die Mobilität des Probanden schließen zu können.

Die Messverfahren zur Erfassung der Gleichgewichts- und Koordinationsfähigkeit umfassen den *GGT Reha*, den *TUG-Test* und die *Posturographie*. Der *GGT Reha* stellt ein sportmotorisches Analyseverfahren dar, das aus mehreren Einzeltestverfahren besteht. Es konzentriert sich auf das statische und dynamische Gleichgewicht (Theisen & Wydra, 2011). Der *TUG-Test* wiederum untersucht das Sturzrisiko der Patienten und ihre Gleichgewichtsfähigkeit bei alltäglichen Bewegungen, wie das Aufstehen eines Stuhls oder das Gehen einer festgelegten Strecke. Dabei wird auch ihre maximale Gehgeschwindigkeit ermittelt (Bös, Hänsel & Schott 2004). Die *Posturographie* hingegen versucht, die Gleichgewichtsfähigkeit der Probanden anhand der Ausgleichschwankungen des Körpers auf einer Messplattform zu ermitteln. Man unterscheidet hierbei auch zwischen statischer (mit einer unbeweglichen Messplattform) und dynamischer *Posturographie* (mit einer in verschiedene Winkel neigbaren Messplattform) (Stoll et al., 2004).

Für das Ermitteln der Gehfähigkeit der Probanden bedient man sich der Ganganalyse. Eine solche Ganganalyse lässt sich in ein objektiv-instrumentelles und subjektiv-visuelles Verfahren aufteilen (Beckers & Deckers, 1997). Die

objektiv-instrumentelle Ganganalyse stützt sich auf die Gewinnung objektiver Messdaten durch technische Apparate, die meist auf kinematischen, kinetischen und elektromyographischen Technologien beruhen. Dadurch ermöglicht sie eine objektive Beurteilung und Analyse gesunder und pathologischer Gangmuster. Dies erfordert jedoch geschultes Personal sowie entsprechende Hard- und Software, was sich oft eine finanzielle Herausforderung für das Untersuchungsbudget herausstellt (ebd.). Aus diesem Grund macht die objektiv-instrumentelle Ganganalyse nur einen kleinen Teil aller Ganganalysen aus. Die subjektiv-visuelle Ganganalyse hingegen stützt sich auf visuelle Einschätzung des Untersuchenden anhand seiner jahrelangen Praxiserfahrung, wobei er das allgemeine, gesunde Gangbild als Referenzinstanz ansieht. Dies stellt somit eine eher günstige Variante der Ganganalyse dar. Der Schwachpunkt dieser Analysemethode kann dabei jedoch in der situationsabhängigen Auffassungsgabe des Untersuchenden liegen (ebd.). In der alltäglichen klinischen Berufspraxis werden beide Analysevarianten oft miteinander kombiniert und in einzelnen Verfahren umgesetzt (Vogt & Banzer, 2005). Zu diesen Verfahren gehört der Zeit-Weg-Parameter, bei dem die Kadenz, die Schrittlänge, die Gehgeschwindigkeit und die Zyklusdauer gemessen werden, die Videoanalyse, bei der das Gangbild des Patienten aufgenommen wird und per Software in Einzelbildern analysiert werden kann, und die Laufbandanalyse, bei der der Bodendruck sowie die einzelnen Gehbewegungen mittels Videoaufnahmen analysiert werden können (ebd.).

Ein zuverlässiger, international genutzter Fragebogen ist der *WOMAC-Arthrosexindex*. Er konzentriert sich auf die Steifigkeit, das Schmerzempfinden und die Schwierigkeiten beim Ausführen normaler körperlicher Aktivität. Des Weiteren werden die von den Patienten gemachten Angaben mit denen gesunder Personen verglichen. Anhand dieser drei Komponenten lässt sich für die Untersuchenden und Therapeuten ein Überblick über den Funktionsstand des Hüft- oder Kniegelenks des jeweiligen Patienten verschaffen. Die Zuverlässigkeit der Auswertungsergebnisse zeigt sich vor allem bei der Komponente der körperlichen Aktivität, wenn man sie mit den Werten der radiologischen Untersuchungen vergleicht (Stucki et al., 1996).

Wie bereits festgestellt, ist der *SF-12*-Fragebogen ebenfalls ein zuverlässiges Messinstrument, um die subjektive, gesundheitsbezogene Lebensqualität des Patienten zu erfassen. Auch wenn er eine Kurzfassung des SF-36 ist, so verzeichnet sich nur ein geringfügiger Informationsverlust, was der von Sing et al.(2006) ermittelte, recht hohe, lineare Korrelationswert verdeutlicht. Er setzt sich aus zwei Komponenten, der körperlichen (PCS) und der psychischen Summenskala (MCS) zusammen. Das Bewertungssystem beträgt fünfzig Punkte pro Komponente. Je kleiner die Punkteanzahl, desto stärker die Einschränkung des Patienten.

Diese Fragebögen kamen auch in der nachfolgend dargestellten Studie (Kapitel 3 - 5) zum Einsatz und erwiesen sich ebenfalls als zuverlässiges Hilfsmittel.

2.6 Stand der Forschung hinsichtlich der Mobilitätsfaktoren in der Rehabilitation nach TEP

Das Verbessern der Mobilität von TEP-Patienten ist ein wichtiger Schritt zum Erreichen der drei ICF-basierten Pfeiler der Reha-Zielsetzung: Körperfunktionen, Aktivität und Teilhabe. Die beiden wichtigsten Mobilitätsfaktoren, die in Kapitel 2.4 vorgestellt wurden, sind die Gleichgewichts- und Gehfähigkeit. Aufgrund dessen wurde zu diesen beiden Mobilitätsfaktoren via PUBMED, Google Scholar und der Datenbank der Saarländischen Universitäts- und Landesbibliothek (SULB) eine Vielzahl relevanter Studien mit TEP-Patienten ausgewählt, die den aktuellen Forschungsstand im Hinblick auf die in dieser Arbeit vorgestellten Untersuchung verdeutlichen sollen. Dabei wurde darauf geachtet, dass die ausgewählten Studien zeitnah zur AHB durchgeführt, in internationalen Studien als „rehabilitation“ bezeichnet wurden und die Nachsorge von TEP-Patienten Untersuchungsgegenstand war. Sie reihen sich dadurch mit ihren Konzepten, Fragestellungen und Methoden in die Thematik dieser Arbeit ein.

2.6.1 Untersuchungen zum Gleichgewicht und zur Mobilität bei Knie- und Hüft-TEP

Kox- und Gonarthrosepatienten sind täglich mit Problemfaktoren wie Schmerzen und der Einschränkung ihrer Bewegungsfreiheit konfrontiert. Auch die Gleichgewichtsfähigkeit leidet bei den Betroffenen augenscheinlich. Eine Hüft- oder Knie-TEP soll hierbei so gut wie möglich Abhilfe verschaffen. Inwiefern die Gleichgewichtsfähigkeit der Patienten durch eine TEP-Implantation positiv beeinflusst werden kann, wurde in den folgenden ausgewählten Studien untersucht.

Hinsichtlich des Themenbereichs Gleichgewicht und Mobilität bei TEP-Patienten wurde in den letzten Jahrzehnten eine Vielzahl an Studien durchgeführt. Deshalb wurden an die Suchbegriffe (vgl. Tabelle 18) angelehnte Studien aus nationaler und internationaler Literatur ausgewählt, um einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand zum genannten Themenbereich zu geben.

Zusätzlich dazu wurden in Google Scholar auch Studien unter den Stichwörtern „AHB“, „TEP“, „Therapie“, „Mobilität“ und „Gleichgewicht“ gesucht und vereinzelt für dieses Kapitel verwendet.

Die Plattform Pubmed diente als internationale Datenbank. Man konzentrierte sich vor allem auf Studien, die die Elemente TEP, Rehabilitation, Gleichgewicht und Mobilität beinhalten. Da die Basis der vorliegenden Arbeit die „Balance“ und „Mobility“ während einer „total arthroplasty rehabilitation“ bei Hüft- und Kniepatienten darstellt, dienten die Wörter „total hip arthroplasty rehabilitation balance“, „total knee arthroplasty rehabilitation balance“, „total hip arthroplasty rehabilitation mobility“ sowie „total knee arthroplasty rehabilitation mobility“ als Suchbegriffe. Hinsichtlich des Themenbereichs Gleichgewicht und Mobilität bei TEP-Patienten wurde in den letzten Jahrzehnten eine Vielzahl an Studien durchgeführt. Als zusätzliche Filter wurden nur Studien der letzten 20 Jahre sowie Veröffentlichungen, die ausschließlich an Menschen durchgeführt wurden, integriert, da der aktuelle Forschungsstand reflektiert werden soll.

Tabelle 18: Trefferanzahl in PubMed für die jeweiligen Suchbegriffe in den letzten 20 Jahren (Stand 07.05.2014).

Datenbank	Suchbegriffe	Trefferzahl
PubMed	total hip arthroplasty rehabilitation balance	36
	total knee arthroplasty rehabilitation balance	44
	total hip arthroplasty rehabilitation mobility	112
	total knee arthroplasty rehabilitation mobility	110

Um Studien auszuwählen, die in Verbindung zu dieser Arbeit stehen, kamen nur Studien in die nähere Betrachtung, die in der Methodik ähnliche Tests zur Beurteilung des Gleichgewichts und der Mobilität verwendeten und von der Fragestellung und Thematik einen ähnlichen Schwerpunkt aufwiesen.

Die entsprechende Trefferanzahl der jeweiligen Begriffskombinationen wird in Tabelle 18 genauer dargestellt.

Die Auswahl der Studien im Zusammenhang mit dem allgemeinen Forschungsstand wird mittels einer systematischen Literaturanalyse verdeutlicht.

Im Folgenden werden die 20 Studien zur Untersuchung der Gleichgewicht und Mobilität bei Knie- und Hüft- Patienten erläutert.

Bascuas et al. (2013) gingen davon aus, dass Arthrose im Knie die Balance beeinflusst. Arthrose verschlimmert die Schmerzwahrnehmung und steigert das Sturzrisiko. Ziel dieser Studie war es, die Änderungen in der Balance von Patienten ein Jahr nach der TEP-Operation und die Beziehung zu klinischen Variablen zu untersuchen. Dafür verwendeten sie den Posturographie-Test „Modi-

fied Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (mCTSIB) test” und den “sit-to-stand test”. Es zeigte sich, dass die Balance sich ein Jahr nach der OP verbesserte. Signifikante Veränderungen wurden zwischen offenen und geschlossenen Augen beim mCTSIB gefunden. Eine leichte Korrelation fand man zwischen Alter und den Veränderungen bei der Posturographie.

Im Bereich der rehabilitativen, therapeutischen Versorgung von Hüft-TEP-Patienten haben sich Hüftsportgruppen bewährt. Böer et al. (2007a) haben sich dafür interessiert, wie effektiv sich eine zusätzliche Therapie mit Kraftsport- und Theraband-Training auf die Gleichgewichts- bzw. Koordinationsfähigkeit der Patienten auswirken kann. Drei Gruppen von Hüft-TEP-Probanden (21 Probanden für normalen Hüftsport, 21 für Hüftsport & TheraBand, 18 für Hüftsport & Krafttraining) wurden vor und nach der zwölfwöchigen Testphase auf Koordination, Kraft und Schmerzempfinden untersucht. Die Ergebnisse wurden mit einer 15-köpfigen Vergleichsgruppe (Hüft-TEP-Patienten ohne Hüftsportgruppe) verglichen. Im Bereich der Koordination konnte vor allem bei der Theraband-Probandengruppe eine deutliche Verbesserung festgestellt werden.

Für Hüft-TEP-Patienten wurde in Tübingen ein 1995 noch neuartiges, wöchentliches Hüftsportkonzept entwickelt. Um die Langzeiteffektivität dieser jeweils sechsmonatigen Kurse zu analysieren, wurden von Böer et al. (2007b) in einem Zeitraum von 5.5 Jahren 337 Probanden, die mindestens drei dieser Hüftsportkurse nacheinander absolviert hatten, vor und nach jedem Kurs auf Koordination und Kraft untersucht. Es konnte eine augenscheinliche Verbesserung in der Koordinationsfähigkeit nach dem Absolvieren der ersten beiden Kurse festgestellt werden. Während der nachfolgenden Kurse stagnieren die Fortschritte allerdings. Das erreichte Niveau wird durch sie dennoch weiterhin stabilisiert.

Welche möglichen Verbesserungen der Gleichgewichts- und Koordinationsfähigkeit durch ein zwölfwöchiges Hüfttraining für Hüft-TEP- und Koxarthrosepatienten erzielt werden können, wurde von Boeer et al. (2010) vor und nach der Trainingsphase untersucht. Dafür wurden 35 Patienten in eine Probanden- und eine Kontrollgruppe aufgeteilt. Die Probandengruppe erhielt einmal pro Woche Hüfttraining. Sie zeigte nach der Trainingsphase im Vergleich zur Kontrollgruppe eine deutliche Steigerung in ihrem Koordinations- und Gleichgewichtsvermögen.

Für Cowie und Kollegen (2013) war es wichtig zu testen, wann der berufliche Einstieg und die Wiederaufnahme von sportlichen Aktivitäten nach einer TEP-Operation möglich ist. Die Befunde zeigten, dass die meisten Patienten nach einer Hüft-TEP innerhalb vier bis sechs Wochen wieder in ihren Beruf einsteigen und sportlichen Aktivitäten nachgehen können.

Eine Sturzprävention ist vor allem bei älteren TEP-Patienten wichtig. Erler et al. (2008) haben sich damit auseinandergesetzt, wie es um die Gleichgewichtsfähigkeit von Knie-TEP-Patienten vor und nach der AHB bestellt ist und, ob ein spezielles Gleichgewichtstraining notwendig ist. Aus diesem Grund wurden 30 Knie-TEP-Patienten direkt vor Antritt und am Ende der AHB auf ihre Gleichgewichtsfähigkeit untersucht und mit einer 44-köpfigen, gesunden Kontrollgruppe verglichen. Es ließ sich eine deutliche Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit der Patienten nach der AHB verzeichnen, die jedoch nicht das Niveau der gesunden Vergleichsgruppe erreichte. Aufgrund dessen wurde angeregt, den Patienten ein spezielles Übungsprogramm zum Gleichgewichtstraining für den Alltag nach der AHB zu vermitteln.

Fukui et al. (2012) untersuchten die Prädiktoren des funktionellen Outcomes und der Veränderung in den Basisaktivitäten bei älteren Erwachsenen vor und nach einer Hüftfraktur. Die Mobilität verbesserte sich bei etwa der Hälfte der Patienten innerhalb sechs Monaten nach der OP bis hin zum Niveau vor der Hüftfraktur. Dieses Verhältnis blieb auch die nächsten sechs Monate relativ konstant. Hinsichtlich der Ausprägung der ADL zeigten sich sechs Monate nach der Operation nur minimale Veränderungen.

George et al. (2008) versuchten die Effekte nach einer Hüft-TEP auf drei Niveaus der körperlichen Aktivität an einer repräsentativen Stichprobe älterer Menschen zu untersuchen. Die Patienten stammten aus einer Stichprobe des Gesundheitsdienstes. Als Messinstrument dienten die "Nagi Items" (stooping, walking and lifting) und „instrumental activities of daily living". Es zeigte sich eine Verbesserung bei zwei von drei Niveaus der körperlichen Funktionalität bei TEP-Patienten.

Ziel der Studie von Gstoettner et al. (2011) war es zu evaluieren, ob ein präoperativen propriozeptives Training die postoperative Balance und Funktion in den täglichen Aktivitäten von Knie-TEP-Patienten beeinflusst. Die Ergebnisse machten deutlich, dass solch ein Training die Balance beim Stehen verbessert.

Die das Kniegelenk umgebende Muskulatur wird bei Gonarthrosepatienten oft stark in Mitleidenschaft gezogen, vor allem die Muskelkraft und die Koordination betreffend. Hanssen et al. (2006) haben sich damit beschäftigt, inwieweit sich dieser Zustand nach einer Knie-TEP-Implantation verändert. Aufgrund dessen wurden 25 Knie-TEP-Patienten präoperativ und vier Monate nach der Implantation auf ihre koordinativen Fähigkeiten untersucht. Gleichzeitig wurden zu Vergleichszwecken die Werte einer 15-köpfigen Kontrollgruppe gemessen und mit denen der Patientengruppe verglichen. Es zeigten sich vier Monate postoperativ immense Verbesserungen der Koordinationsfähigkeit hinsichtlich des operierten aber auch des unoperierten Beines. Dennoch bleiben Defizite zur Kontrollgruppe bestehen.

Diese Studie von Iyengar et al. (2007) evaluierte eine Rehabilitation nach Knie-TEP-oder Hüft-TEP-Operation, die zuhause durchgeführt wurde und analysiert deren Effizienz. Es zeigte sich, dass eine gezielte frühe Rehabilitation die Länge des Krankenhausaufenthalts verkürzt ohne dabei die Komplikationsrate der Patienten zu erhöhen und es konnte signifikant Geld eingespart werden.

Liao und Kollegen (2013) evaluierten die Effektivität eines zusätzlichen Balancetrainings für die Mobilität bei Knie-TEP-Patienten. Laut ihrer Studie hat ein solches Training signifikant positive Effekte auf die Mobilität.

Koxarthrosepatienten erleben durch ihre oft geneigte Schonhaltung Einschränkungen in ihrer Koordination und ihrem Gleichgewicht. Eine Hüft-TEP-Implantation soll, neben der Wiederherstellung der Hüftfunktion, auch diese Schonhaltung und somit auch die Gleichgewichtseinschränkungen reduzieren. Um herauszufinden, inwieweit Letzteres erreicht wird, haben Lugade et al. (2008) 20 Hüft-TEP-Patienten präoperativ sowie sechs und 16 Wochen postoperativ mittels einer 3D-Ganganalyse auf ihr Gleichgewicht untersucht. Die daraus gewonnenen Ergebnisse wurden mit denen einer zehnköpfigen gesunden Kontrollgruppe verglichen. Trotz deutlicher Fortschritte im Bereich des Gangbildes, der Schonhaltung und der Gleichgewichtskoordination, konnten die Werte der Kontrollgruppe selbst 16 Wochen nach der Implantation nicht erreicht werden.

Doch nicht nur während des Gehens, sondern auch beim Übergang von der sitzenden in die Standposition können Gleichgewichtsprobleme bei Koxarthrosepatienten auftreten. Majewski et al. (2005) haben untersucht, inwiefern sich dies nach einer Hüft-TEP-Implantation verbessern kann. Zu diesem Zweck wurden 25 Hüft-TEP-Patienten präoperativ sowie vier und zwölf Monate nach der TEP-Operation bezüglich ihrer Gleichgewichtsfähigkeit während des Gehens und des Aufstehens aus einer sitzenden Position untersucht. Aus Kontrollgründen wurden die Ergebnisse mit den Werten von 50 gesunden Vergleichsprobanden abgeglichen. Zwölf Monate postoperativ näherten sich die Gleichgewichtsanalysenwerte der Patientengruppe denen der Vergleichsgruppe an. Dennoch konnten im Bereich der Aufstehgeschwindigkeit der Patienten Defizite festgestellt werden.

Während der Rehabilitation von Hüft- und Knie-TEP-Patienten ist die Verbesserung der Koordinationsfähigkeit von großer Bedeutung, weil sie die Wiederherstellung anderer Faktoren wie Beweglichkeit und Schnelligkeit begünstigt. Müller et al. (2003) haben untersucht, in welchem Ausmaß ein sechswöchiges Koordinationstrainingsprogramm die Koordinationsfähigkeit von TEP-Patienten verbessern kann. Aus diesem Grund wurden mehrere Patientengruppen, bestehend aus vier bis sieben TEP-Patienten zweimal wö-

chentlich während sechs Wochen einem umfassenden Trainingsprogramm unterzogen. Sie wurden vor und direkt am Ende der Trainingsperiode sowie sechs Wochen danach auf ihre Koordinationsfähigkeit untersucht. Es zeigte sich, dass die Koordinationsfähigkeit der Patienten langsam gesteigert werden konnte.

Oehlert und Hassenpflug (2004) interessierten sich dafür, ob sich der Rehabilitationserfolg bei TEP-Patienten bezüglich der Koordinationsfähigkeit messen lässt. Dazu nahmen 75 TEP-Patienten nach der AHB an einem sechswöchigen Trainingsprogramm teil. Drei bis sechs Monate postoperativ wurden sie speziell auf ihre Koordinationsfähigkeit untersucht und mit einer ebenso großen, gesunden Kontrollgruppe verglichen. Es ließ sich feststellen, dass ein systematisches Training die Koordinationsfähigkeit der TEP-Patienten signifikant steigert, dennoch aber nicht auf das Niveau der Kontrollgruppe bringen kann.

Piva et al. (2010) betrachteten Patienten mit Knie-TEP, die eine beeinträchtigte Balance und Bewegungskontrolle aufwiesen. Bis jetzt haben Übungen diese Beeinträchtigungen noch nicht gezielt beheben können. Eine funktionelle Trainingsgruppe bekam ein Programm, welches aus Aufwärmen, Kraftübungen, funktionell orientierten Übungen, Ausdauerübungen und Abwärmen bestand. Eine andere Trainingsgruppe bekam das gleiche Training und führte zusätzliche Balanceübungen durch. Bei beiden Gruppen verbesserte sich die Funktionalität in den unteren Extremitäten, jedoch scheint das Ausmaß für die Trainingsgruppen mit den zusätzlichen Balanceübungen bei der Ganggeschwindigkeit, beim Einbeinstand und bei der Steifigkeit größer zu sein. Jedoch müsste man das in einer weiteren Studie mit kontrollierten Durchgängen noch näher beleuchten.

Rasch et al. (2010) stellten sich die Frage, ob Patienten mit Hüft-Arthrose eine muskuläre Schwäche, eine beeinflusste Balance und ein schlechtes Gangbild aufweisen. Die Autoren gehen davon aus, dass in den unteren Extremitäten eine immerwährende muskuläre Schwäche vorherrscht und auch die Balance zwei Jahre nach einer TEP-Operation immer noch beeinträchtigt ist. Die Ergebnisse machen jedoch deutlich, dass sich die Balance zwei Jahre nach der OP sowohl sagittal als auch lateral deutlich verbessert hat. Auch die Daten zur Muskelstärke zeigten eine langsame, jedoch vollständige Erholung der Knie umgebenden Muskulatur. Kraftdefizite in der Hüftgelenk umgehenden Muskulatur bleiben erhalten. Somit sollten vor allem diese Muskeln stärker trainiert werden.

Rossi et al. (2006) stellten fest, dass es eine Beziehung zwischen der Mobilität und der wahrgenommenen Funktion nach einer Knie-TEP gibt. Als Mobilitätstests wurden der TUG und zur Erfassung der wahrgenommenen Funktion der WOMAC eingesetzt. Der Zusammenhang zwischen Mobilität (TUG) und

WOMAC betrug $r = .63$. Die Patienten zeigten längere Gehzeiten beim TUG und hatten größere Schwierigkeiten bei fordernden Aufgaben.

Ziel der Untersuchung von Schwartz et al. (2012) war es, das Ausmaß der Korrelation zwischen einer verbesserten Balance bezogen auf die Schmerzerleichtung und den Erfolg der Knie-TEP-Operation zu bestimmen. Hierzu wurden die Patienten sowohl präoperativ als auch 12 Monate nach der OP mithilfe von Tests zur Erfassung der statischen und dynamischen Balance untersucht. Es zeigten sich signifikante Verbesserungen der dynamischen Balance 12 Monate nach der Operation. Zudem korrelierte eine bessere Balance mit einer verbesserter Mobilität, funktioneller Balance und gesteigerte Gesundheit bezogen auf die Lebensqualität. Darüberhinaus scheint die Balance nicht nur die Schmerzlinderung, sondern auch den Erfolg einer Knie-TEP zu beeinflussen. Daraus folgt, dass den Balancefähigkeiten während der postoperativen Rehabilitation mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

In der folgenden Tabelle (Tab. 19) werden hierzu die genannten Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit zusammengefasst. Hierbei werden die Verbindungen zu dieser Untersuchung hervorgehoben.

Tabelle 19: Untersuchungen zum Gleichgewicht und zur Mobilität bei Knie- und Hüft-TEP-Patienten.

Autor(en), Erscheinungsjahr	Stichprobe	Messzeitpunkt/ Methodik	Ergebnisse
Bascuas et al. (2013)	44 Knie-TEP-Patienten (71.4 J.)	<ul style="list-style-type: none"> - präoperativ und 12 Mo. post-OP - Computerbasierter Posturographie Test; „Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (mCTSIB) test“ und „sit-to-stand test“ 	<ul style="list-style-type: none"> - ein Jahr nach der OP Verbesserungen im Balance-Test - signifikante Unterschiede im mCTSIB Test zwischen prä OP und post OP
Böer et al. (2007a)	75 Hüft-TEP-Patienten: Hüftsporttrainingsgruppe (21 Patienten), Hüftsport + Krafttrainingsgruppe (21 Patienten), Hüftsport + TheraBand-Training (18 Patienten) und 15 Patienten als Kontrollgruppe (Hüftpatienten ohne Training)	<ul style="list-style-type: none"> - Prä- und Post-Test (Trainingsintervention von 12 Wo.) - Sternschritt-Koordinationstest 	<ul style="list-style-type: none"> - sig. Verbesserung im Koordinationstest Sternschritt in allen Gruppen (größte Veränderung in (Hüftsport und TheraBand-Gruppe)
Böer et al. (2007b)	337 Hüft-TEP-Patienten (63 J.): 205 Patienten mit Hüftsport für 1 Jahr, 59 Patienten mit Hüftsport für 1.5 bis 2 Jahre, 44 Patienten mit Hüftsport für 2.5 bis 3.5 Jahre, 29 Patienten mit Hüftsport für 4 bis 5.5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> - Prä- und Post-Test (Trainingsintervention von 6 Mo.) - Sternschritt-Koordinationstest 	<ul style="list-style-type: none"> - sig. Verbesserung der Ergebnisse der Koordinationstests im Verlauf des ersten Kursjahres - Keine weitere Verbesserung im Langzeitverlauf zu beobachten (Hinweis auf Stabilisierung des Niveaus nach 2 Kursen)
Boeer et al. (2010)	35 Hüft-TEP oder Arthrosepatienten: 14 Patienten als Trainingsgruppe (57 J.) und 21 Patienten als Kontrollgruppe (59 J.)	<ul style="list-style-type: none"> - Prä- und Post-Test (Trainingsintervention von 12 Wo.) - „Center of Pressure“ (COP) beim Einbeinstand auf „Posturomed-Plattform“ 	<ul style="list-style-type: none"> - sig. Unterschiede der Gleichgewichtsfähigkeit bei allen Teilnehmern der Hüftsportgruppe
Cowie et al. (2013)	239 Hüftpatienten (55.2 J.): Hüft-TEP oder Hüft-Resurfacing	<ul style="list-style-type: none"> - präoperativ und post-OP - Ausmaß der Teilnahme an körperlichen Aktivitäten wie Sport vor und nach der OP - Zeit nach der OP bis zum beruflichen Wiedereinstieg 	<ul style="list-style-type: none"> - 239 Patienten, davon arbeiteten 170 wieder zum Zeitpunkt der Follow-up Messung - Durchschnittliche Dauer bis zum beruflichen Wiedereinstieg: 13.9 Wochen -78 % hatten zu diesem Zeitpunkt keinerlei körperliche Einschränkungen, 18.6 % sogar in schwere handwerkliche Berufe - durchschnittlicher Zeitraum bis zur Wiederaufnahme sportlicher Aktivität: 18.8 Wochen

Erler et al. (2008)	30 Knie-TEP-Patienten (68.0 J.) und 44 Personen als Referenzgruppe (68.7 J.)	<ul style="list-style-type: none"> - Prä- (16.8 ± 4.2 Tage postoperativ) und Post-Test (31.3 ± 4.4 Tage postoperativ) zur AHB - Gleichgewichtsfähigkeitstest 	<ul style="list-style-type: none"> - sig. Steigerung des statischen und dynamischen Gleichgewichts bei den Knie-TEP-Patienten während der AHB (weiterhin Defizite zur Referenzgruppe)
Fukui et al. (2012)	650 Hüft-Patienten (82.5 J.)	<ul style="list-style-type: none"> - 6 Mo. und 12 Mo. post-OP - Wiederherstellung der Gehfähigkeit und der Unabhängigkeit bei den „activities of daily living (ADL)“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Gehfähigkeit („ambulatory ability“) verbesserte sich innerhalb 6 Mo. bei der Hälfte der Patienten bis zum Niveau vor der Fraktur. Das Niveau blieb konstant - Bestimmung des Ausmaßes der ADL 6 Monate nach der OP. Nur minimale Veränderungen in den folgenden 6 Mo.
George et al. (2008)	131 Hüft-TEP-Patienten und 257 Personen als Referenzgruppe	<ul style="list-style-type: none"> - Patienten stammen aus einer Stichprobe des Gesundheitsdienstes - Interview zwischen 1992 und 2003 - Kriterien: „Nagi Items“ (stooping, walking and lifting), „instrumental activities of daily living“, und „activities of daily living“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung in zwei von drei Niveaus der körperlichen Funktionalität bei TEP-Patienten - Keine Verbesserung bei der Referenzgruppe, da kein Treatment
Gstoettner et al. (2011)	38 Hüft-TEP-Patienten: 18 Patienten als Trainingsgruppe und 20 Patienten als Kontrollgruppe	<ul style="list-style-type: none"> - 6 Wo. prä- und post OP - Trainingsgruppe zusätzlich 1 Tag vor OP - Balance test: „Biodex Stability System“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Haltusstabilität 6 Wo. nach der OP sig. besser in der Trainingsgruppe - Training verbesserte die Balance beim Stehen
Hanssen et al. (2006)	25 Knie-TEP-Patienten (69.1 J.) und 15 Kniearthrosepatienten als Kontrollgruppe (64.6 J.)	<ul style="list-style-type: none"> - präoperativ und 4 Mo. post-OP - statische und dynamische Gleichgewichtsfähigkeit: Kraftmessplatte, Posturomed, Sternschritttest 	<ul style="list-style-type: none"> - sig. Verbesserungen aller untersuchten Teilbereiche (weiterhin Defizite zur Referenzgruppe)
Iyengar et al. (2007)	220 Hüft-TEP-Patienten (72.1 J.) und 174 Knie-TEP-Patienten (73.7 J.)	<ul style="list-style-type: none"> - Kriterien: „Length of inpatient stay“ (LOSH), Dauer der Maßnahme, Tage Bettlägrigkeit, Kosten, Komplikationen und Wiederaufnahmeraten 	<ul style="list-style-type: none"> -gezielte frühe Rehabilitation reduzierte den Krankenhausaufenthalt ohne die Komplikationsrate zu erhöhen - Kein Unterschied zwischen den Patientengruppen bezüglich des Einflusses von Alter, Wohnstatus, Mobilität auf die Länge des Krankenhausaufenthalts oder der Rehabilitationsmaßnahme - Knie- TEP-Patienten brauchten mehr Betreuung als Hüft-TEP-Patienten

Liao et al. (2013)	113 Knie-TEP-Patienten: 58 Knie TEP Patienten (72.9 J.) und 55 Patienten als Kontrollgruppe (71.4 J.)	- Prä- und Post-Training (Beginn 2 Mo. nach OP) - 58 Knie TEP Patienten: Trainingsintervention von 8 Wo. und zusätzliche Balanceübungen - 55 in der Kontrollgruppe: Trainingsintervention von 8 Wo. - „timed sit-to-stand test“, „timed up-and-down stair test“, „timed 10-m walk“ und TUG	- Nach 8 Wochen mit zusätzlichem Balancetraining sig. Veränderungen im „10-m walk“ und TUG
Lugade et al. (2008)	20 Hüft-TEP-Patienten (57.0 J.) und 10 Personen als Referenzgruppe (59.9 J.)	- präoperativ, 6 Wo. und 4 Mo. post OP - „Center of Mass“ (CoM) und „Center of Pressure“ (CoP) - 3D-Ganganalyse	- sig. Verbesserung des dynamischen Gleichgewichts (4 Mo. post OP weiterhin Defizite zur Referenzgruppe)
Majewski et al. (2005)	25 Hüft-TEP-Patienten (67,0 J.) und 50 Personen als Referenzgruppe	- präoperativ, 4 Mo. und 12 Mo. post OP - Balance Test: „Get-up-and-go“, „Barriers task“, „Stairs task“ und „standing task“	- sig. Verbesserung der meisten „gait“ und „sit-to-stand“ Aufgaben nach 4 Mo. - Annäherung der Werte an die Referenzgruppe nach 12 Mo.
Müller et al. (2003)	- Knie- und Hüft-TEP-Patienten (45 – 79 J.): Gruppen à 4-7 Patienten - Keine Angaben zu Referenzgruppe und Gesamtprobandenzahl	- direkt vor, direkt nach und 6 Wo. nach Ende des Teilnahmedauertraums (Trainingsintervention von 6 Wo.: Beginn 3 Mo. nach TEP) - „Der Kieler Endoprothesen-Koordinationstest „(KEK), Gleichgewichtstest (GGT), Das Biodex Stability System und der Dortmunder modifizierte Romberg-Test	- stetige Koordinationsverbesserung durch langsame Steigerung der Trainingselemente - Koordinationstraining fordert eine geringere Belastung der Patienten als Krafttraining. Daher die kraftsparende Optimierung des Aktivitätsgrades.
Oehlert & Hassenpflug (2004)	75 (22 Knie- und 53 Hüft)TEP-Patienten (45 - 75 J.) und 75 Personen als Referenzgruppe	- 3 und 6 Mo. post OP - motorische Tests: Biodex Stability System, Dortmunder modifizierter Romberg-Test für Senioren und Gleichgewichtstest (GGT)	- Sig. Unterschiede in der Koordinationsleistung zwischen den TEP-Patienten und der Referenzgruppe (3-6 Mo. post OP)
Piva et al. (2010)	43 Knie-TEP-Patienten (68 J.): 22 Patienten als funktionelle Trainingsgruppe (FT) und 21 Patienten als funktionelle Trainingsgruppe mit zusätzlichen Balanceübungen (FT + B)	- Trainingsintervention von 12 Wo.: 12 Sitzungen, gefolgt von einem 4 monatigen Übungsprogramm zuhause. - FT Programm bestand aus Aufwärmen, Kraftübungen, funktionell orientierten Übungen, Ausdauerübungen und Abwärmen - FT + B Programm bestand aus den gleichen Komponenten plus Agility und Atemübungen	- Beide Gruppen zeigten klinisch relevante Verbesserungen im funktionellen Status der unteren Extremitäten - Das Ausmaß der Verbesserung war für Ganggeschwindigkeit, Einbeinstand und Steifigkeit bei der FT+ B Gruppe größer
Rasch et al. (2010)	22 Hüft-TEP-Patienten (67 J.)	- präoperativ, 6 Mo. und 24 Mo. post OP - „Assessment of postural stability“ mit Kraftmessplatte	- Verbesserung nach 24 Mo. in der Balance beim Zweibeinstand, sowohl sagittal als auch lateral

Rossi et al. (2006)	11 Knie-TEP-Patienten (70.7 J.) und 11 Personen als gematchte Referenzgruppe (69.6 J.)	- 17 Mo. post OP - Mobilitätstest: TUG - WOMAC	- Zusammenhang zwischen Mobilität (TUG) und WOMAC: $r = .63$ - langsamere Bearbeitung des TUG und Schwierigkeiten bei herausfordernden Aufgaben bei TEP-Patienten
Schwartz et al., (2012)	62 Hüft-TEP-Patienten (73 J.)	- präoperativ und 12 Mo. post-OP - statische und dynamische Erfassung der Balance: "Balance Master measurements", "Modified clinical Test for Sensory Interaction on Balance" (mCTSIB), "Limits of stability (LOS) test", "Four square step test" (FSST) und "Time up an go test" (TUG)	-sig. Verbesserung der dynamischen Balance 12 Mo. Post OP - bessere Balance korreliert mit verbesserter Mobilität, funktioneller Balance und gesteigerte Gesundheit in Beziehung mit der Lebensqualität

Schlussfolgernd lässt sich festhalten, dass es wenig Studien bezüglich der Untersuchung des Gleichgewichts und der Mobilität nach einer TEP Anschlussheilbehandlung oder während weiteren Rehamaßnahmen gibt. Die Vielfalt der angewendeten Methoden in den aufgeführten Studien, die oftmals geringe Anzahl an Versuchspersonen sowie die unterschiedlichen Messzeitpunkte, behindern eine Vergleichbarkeit.

Anhand der Studien ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Nach einer sich an die Operation anschließenden Trainingsintervention haben sich bei den Patienten signifikante Verbesserungen hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit ergeben.
- Die Gleichgewichtsfähigkeit der Versuchspersonen erreichte in den Studien von Erler et al. (2008), George et al. (2008), Lugade et al. (2008) und Oehlert und Hassenpflug (2004) jedoch nicht das Niveau der gesunden Vergleichsgruppe oder der Kontrollgruppe. So können weiterhin Defizite erkannt werden.

2.6.2 Untersuchungen zur Ganganalyse bei Knie- und Hüft-TEP

Das Einsetzen einer Hüft- oder Knie-TEP erfolgt mit der Absicht, die Schmerzen des Patienten zu lindern und ihm zu seiner ursprünglichen Bewegungsfreiheit so gut es geht, zu verhelfen. Dazu gehört auch, ihn im Laufe seiner Rehabilitation wieder an sein ursprüngliches Gangbild heranzuführen. Inwiefern dies gelungen ist, lässt sich anhand einer Ganganalyse ermitteln.

Im folgenden Abschnitt wird der bisherige Forschungsstand zur Ganganalyse bei Knie- und Hüft TEP Patienten dargestellt. Die entsprechenden Untersuchungen wurden zu bestimmten Zeitpunkten vor und nach der TEP-Implantation durchgeführt.

Die Auswahlkriterien waren die gleichen wie in Kapitel 2.6.1. Zusätzlich wurde in den in Kapitel 2.6.1 vorgestellten Datenbanken zu den Themenbereichen Rehabilitation, Mobilität, Ganganalyse, Kinematik und Kinetik bei TEP-Patienten recherchiert. Die verwendeten Suchbegriffe sind in Tabelle 20 dargestellt. Es wurden die gleichen Filter wie in Kapitel 2.6.1 verwendet.

Auch in Google Scholar wurden Studien unter den Stichwörtern „AHB“, „TEP“, „Ganganalyse“, „Kinematik“ und „Kinetik“ gesucht. Die Studien, die einen Bezug zur Untersuchungsthematik dieser Arbeit aufweisen, wurden in die Analyse integriert. Es wurden die Studien in die Auswertung eingeschlossen, die den größten Bezug zu dieser Arbeit aufweisen.

Tabelle 20: Trefferanzahl in PubMed für die jeweiligen Suchbegriffe in den letzten 20 Jahren (Stand 07.05.2014).

Datenbank	Suchbegriffe	Trefferzahl
PubMed	total hip arthroplasty rehabilitation gait analysis	53
	total knee arthroplasty rehabilitation gait analysis	60
	total hip arthroplasty kinematics kinetics	32
	total knee arthroplasty kinematics kinetics	50

Mit der vorliegenden Arbeit konnten nur solche Studien in Verbindung gebracht werden, die bezüglich Thematik und Fragestellung gleiche Schwerpunkte aufwiesen und die in ihrer methodischen Herangehensweise ähnliche Tests zur Beurteilung der Ganganalyse verwendeten.

Tabelle xx liefert eine Übersicht über die jeweiligen Begriffskombinationen und den entsprechenden Trefferzahlen. Verdeutlicht wird dies anhand einer systematischen Literaturanalyse.

Aus der in Tabelle 20 dargestellten Trefferanzahl wurden die im Folgenden erläuterten 20 Studien zur Untersuchung der Ganganalyse bei Knie- und Hüft-Patienten integriert.

Aminian et al. (1999) konzentrierten sich auf die Funktionalität einer damals neuen Ganganalysemethode. Dabei untersuchten sie auch präoperativ sowie drei, sechs und neun Monate postoperativ das Gangverhalten von Hüft-TEP-Probanden und konnten somit die Validität ihrer Methode nachweisen.

Beaulieu et al. (2010) interessierten sich für die Biomechanik der unteren Extremitäten nach einer Hüft-TEP. Aus der Hüftendoprothetik ist bekannt, dass ein erfolgreicher chirurgischer Eingriff die Schmerzen in der Hüfte lindern und die gesundheitsbezogene Lebensqualität verbessern kann, jedoch weisen

TEP-Patienten immer noch Defizite im Vergleich zur allgemeinen Bevölkerung auf. Weitere Untersuchungen sind nötig, um die Gründe dafür zu finden wie man bessere Operationstechniken entwickeln und Rehabilitationsprogramme verbessern kann.

Berth et al. (2002) haben sich für ihre Untersuchung auf Fälle von Varusgonarthrose konzentriert. Um herauszufinden, inwieweit eine Knie-TEP-Implantation das Gangbild der Patienten normalisieren kann, wurden 50 Patienten präoperativ und 33 Monate postoperativ untersucht. Die gewonnenen Daten wurden mit denen einer gesunden Referenzgruppe verglichen. Nach Auswertung ihrer Untersuchungsergebnisse kamen sie zu dem Schluss, dass sich das Gangbild der Patienten zwar nach der Knie-TEP verbessert, jedoch selbst nach 33 Monaten nicht dem gesunden Gangbild der Referenzgruppe entspricht.

Die Ganganomalie und die Schonhaltung eines Koxarthrosepatienten können eine abnorme, seitliche Thoraxneigung beim Gehen mit sich bringen. Brettmann et al. (2006) haben die Auswirkungen einer unilateralen Hüft-TEP-Implantation auf diese Thoraxneigung analysiert. Dafür wurde eine Gruppe von 12 männlichen Patienten mit unilateraler Hüft-TEP anhand einer Ganganalyse mit Fokus auf Becken- und Thoraxbewegungen untersucht. Alle Patienten befanden sich in einer dreiwöchigen Rehabilitation. Während der Untersuchung ließ sich bei der Mehrzahl der Patienten eine Verbesserung der Thoraxseitneigung feststellen. Daraus wurde geschlossen, dass die Implantation einer Hüft-TEP auch zur Thoraxwiederaufrichtung beiträgt.

Eine Untersuchung zur Verbesserung des Kniebewegungsumfanges von Gonarthrosepatienten nach der Hüft-TEP-Implantation wurde von Feiste (2003) vorgenommen. Dafür wurden 35 Knie-TEP-Patienten 11.5 Monate postoperativ einer Ganganalyse unterzogen. Die Patientengruppe wies jedoch keine signifikante Veränderung der Kniegelenkbeweglichkeit auf. Im Gegensatz dazu interessierte sich Föll (2004) für die generelle rehabilitative Gangentwicklung bei Hüft-TEP-Patienten, die zuvor an Dysplasiekoxarthrose erkrankt waren. Die 22 Probanden wurden am Ende der AHB und sechs bis zwölf Monate postoperativ untersucht. Innerhalb des untersuchten Jahres konnten augenscheinliche Ergebnisse bei der Gehgeschwindigkeit und den Winkelverhältnissen festgestellt werden.

Hesse et al. (2003) sind wiederum auf Art der Rehabilitationsleistungen und ihre Auswirkungen auf das rehabilitative Gangverhalten eingegangen. Dabei wurden 80 Hüft-TEP-Patienten vor und nach dem 10-tägigen Trainingsbeginn sowie drei und zwölf Monate später untersucht. Es ließ sich feststellen, dass die neue Trainingsmaßnahme zu besseren gangspezifischen Ergebnissen führte.

Welche Wirkung das regelmäßige Training in einer Hüftsportgruppe nach der AHB auf das Gangbild von Hüft-TEP-Patienten, ihre Kraft und ihre Lebensqualität haben kann, wurde von Horstmann et al. (2001b, S. 162) untersucht. Hierbei wurde eine 20-köpfige Hüftsporttrainingsgruppe, deren Mitglieder einmal wöchentlich über sechs Monate am Training teilgenommen haben, mit einer 19-köpfigen Hüftpatienten-Kontrollgruppe, die nicht am Hüftsport teilnahm, und einer 24-köpfigen gesunden Referenzgruppe, verglichen. Die Ergebnisse der Ganganalyse ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen Trainings- und Kontrollgruppe.

Jöllenbeck et al. (2009) konzentrierten sich speziell auf die Entwicklung des Gangbildes von Hüft-TEP-Patienten während der dreiwöchigen stationären Reha-Maßnahme. In dieser Hinsicht wurden zwölf Patienten am 3., 10. und 17. Tag des stationären Aufenthalts untersucht und ihre Werte mit denen einer Referenzgruppe von acht gesunden Personen verglichen. Gegen Ende der Reha-Behandlung hatte sich das Gangverhalten der Patienten signifikant verbessert. Allerdings waren die Patientenwerte immer noch weit von denen der Referenzgruppe entfernt. Es bedurfte definitiv eines weiteren Therapieaufwandes.

Die eventuell unterschiedlichen Auswirkungen auf den Reha-Verlauf bei einer minimalinvasiven und einer konventionellen Hüft-TEP-Implantationsmethode wurden von Leuchte et al. (2007) betrachtet. Die Untersuchungen fanden einen Tag vor der Hüft-TEP-Implantation sowie acht, 14 und 28 Wochen postoperativ statt. Sie stellten Vorteile der minimalinvasiven Gruppe im Bereich der Symmetrie fest. Wie auch bei Sander et al. (2011) wiesen beide Gruppen noch Defizite im Vergleich zur gesunden Referenzgruppe auf. Auch hier werden weitere rehabilitative Maßnahmen empfohlen.

Martínez-Ramírez et al. (2013) fokussierten sich auf präoperative Gehfähigkeitsmessungen der unteren Extremitäten während des Gehens bei TEP-Patienten. Dabei kamen Schuhe mit integriertem magnetischen Messsystem zum Einsatz, die als Messinstrument dienten. Dadurch werden zusätzliche Informationen zur Bestimmung der Asymmetrie zwischen den unteren Extremitäten und dem individuellen Gangmuster geliefert. Diese Informationen sind ein Mehrwert gegenüber der Tempomessung und den Messungen durch die üblichen Fragebögen.

Matsumoto et al. (2012) interessierten sich in einer prospektiven Untersuchung dafür, ob es bei Knie-TEP Patienten eine Beziehung zwischen der physischen Funktion und Stürzen gibt. Zudem stellten sie sich die Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von Stürzen und ihren Risikofaktoren gibt. Knie-TEP-Patienten mit eingeschränkter Knieflexion und Plantarflexion des Sprunggelenks sollen notwendigerweise durch Bewegungs-

therapie und Patientenschulung betreut werden, um weitere Stürze zu verhindern.

McClelland et al. (2009) gehen davon aus, dass einige Befunde nur durch die Variabilität in der wiederholten Performanz der Patienten zustande kommen. Hierfür wurden Knie-TEP-Patienten während des Gehens und bei weiteren Aktivitäten des täglichen Lebens untersucht, wobei die dreidimensionale Bewegungsanalyse genutzt wurde. Obwohl die Patienten diese Aktivitäten mit einer bestimmten Konsistenz ausgeführt hatten, gab es auch eine Variabilität in ihrer Durchführung. Diese Variabilität fällt vor allem bei kleinen Gruppen ins Gewicht und sollte bei der Interpretation von Ergebnissen berücksichtigt werden.

Ziel der Pilotstudie von Mikkelsen et al. (2012) war es, die Machbarkeit eines früh indizierten, intensiven Trainings für Zuhause zu untersuchen, auch als Basis für weitere Untersuchungen bezüglich Übungen und Ergebnisse von Messungen. Es wurde deutlich, dass die Mehrheit der TEP-Hüft-Patienten die Übungen vertragen, dabei sehr zufrieden sind und keine zusätzlichen Schmerzen haben.

Für die Entwicklung des Haltungs- und Gangverhaltens sowie der Sexualfunktion bei Hüft-TEP-Patienten interessierten sich Nallegowda et al. (2003). Die Untersuchung wurde an 30 Hüft-TEP-Patienten sowie einer 30-köpfigen Referenzgruppe etwa neun Monate nach der Implantation durchgeführt. Die Patienten zeigten keine ausschlaggebende Veränderung im Bereich der Propriozeption, dafür aber Einschränkungen bei Gewichtsverlagerungen, Gangänderungen sowie in der Stabilität und der Sexualfunktion. Daher wurden weitere therapeutische Leistungen empfohlen, vor allem im Bereich der Haltung und der Sexualfunktion.

Ziel der Studie von Nankaku et al. (2012) war es, Faktoren zu identifizieren, die mit der Gehfähigkeit in der frühen postoperativen Phase nach einer Hüft-TEP zusammenhängen. Die Ergebnisse zeigten, dass vor allem die Kontrolle der vertikalen Bewegung des „centre of mass“ während des Gehens wichtig ist, um die Gehfähigkeit in der frühen postoperativen Phase zu verbessern.

Parent und Moffet (2003) beschäftigten sich mit der Identifizierung von präoperativen Prädiktoren der Bewegungsfähigkeit zwei Monate nach der Knie-TEP-Implantation. Dabei kategorisierten sie die Variablen Alter, Geschlecht, Knieschmerz, Kniebeugefähigkeit und Fragebögen (z. B. WOMAC, SF-36). Es zeigte sich, dass eine Kombination von zwei bis drei Variablen aus unterschiedlichen Kategorien die Gehfähigkeit zwei Monate nach der OP mit guter Genauigkeit vorhersagen.

Pietschmann und Jöllenbeck (2012) interessierten sich dafür, inwieweit ein visuelles Feedback die rehabilitativen Fortschritte der Hüft-TEP-Patienten während der AHB hinsichtlich ihres Gangverhaltens beeinflussen kann. Dazu wur-

den 24 Hüft-TEP-Patienten in zwei Probandengruppen für ein 14-tägiges Laufbandtraining aufgeteilt. Eine Gruppe erhielt dabei visuelles Feedback, die andere nicht. Vor und nach der Trainingsperiode wurden die Probanden durch eine Kurzganganalyse und eine 3D-Ganganalyse untersucht. Eine Referenzgruppe aus acht gesunden Probanden und 12 Hüft-TEP-Rehabilitanden wurden nur mittels einer 3D-Ganganalyse untersucht. In kinematischer und kinetischer Hinsicht haben sich alle Gruppen deutlich verbessert. Die Gruppe mit visuellem Feedback zeigte die stärksten Fortschritte. Dennoch finden sich bei allen Gruppen noch erhebliche Defizite zur altersadäquaten gesunden Referenzgruppe, was weitere physiotherapeutische Maßnahmen fordert.

Die allgemeinen Auswirkungen einer Knie-TEP-Implantation auf das spätere Gangverhalten der Patienten haben Perka et al. (2000) analysiert. 20 Patienten wurden präoperativ und 14 bzw. 28 Wochen postoperativ ganganalytischen Untersuchungen unterzogen. Trotz erheblicher Verbesserungen der TEP-Gruppe wird selbst 28 Wochen nach der Implantation kein gesundes Gangbild erreicht.

Eine vergleichbare Studie zur Untersuchung von Leuchte et al. (2007) wurde auch von Sander et al. (2011) durchgeführt. Die 58 Test-Patienten (48 minimal-invasiv, 10 konventionell) wurden präoperativ sowie fünf Wochen und sechs Monate postoperativ mittels einer 3D-Ganganalyse objektiv untersucht. Subjektive Daten wurden anhand von Schmerzempfindungsangaben der Patienten und optischer Einschätzung des Gangs und der Beckenübersichtsaufnahmen gewonnen. Alle erhaltenen Daten und Angaben wurden mit einer ebenso großen gesunden Referenzgruppe verglichen. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Patientengruppen festgestellt werden. Allerdings sind die Werte beider Gruppen selbst sechs Monate postoperativ noch erheblich von den Werten der Referenzgruppe entfernt.

In der folgenden Tabelle (Tab. 21) werden hierzu die relevanten Studien zu dieser Thematik zusammengefasst. Hierbei werden die Verbindungen zu dieser Untersuchung hervorgehoben.

Tabelle 21: Untersuchungen zur Ganganalyse bei Knie- und Hüft TEP-Patienten

Autor(en), Erscheinungsjahr	Stichprobe	Messzeitpunkt/ Methodik	Ergebnisse
Aminian et al. (1999)	12 Hüft-TEP-Patienten (54 - 74 J.) und 30 Personen als Referenzgruppe (45 - 77 J.)	- präoperativ, post OP (3, 6 und 9 Mo) - Zeit-Parameter: "stance" und "double support" (Zeitparameter wurden auf Grundlage der Accelerometersignale berechnet)	- sig. Rückgang der "asymmetry of stance time" sowie ein besonders sig. Rückgang der "asymmetry of double support time" - sig. Änderung der Gehgeschwindigkeit innerhalb der ersten 6 Monate nach der OP
Beaulieu et al. (2010)	20 Hüft-TEP-Patienten (66.2 J.) und 20 Personen als Referenzgruppe (63.5 J.)	- zwischen 6 und 15 Mo. post OP - kinematische und kinetische Parameter	- Gangmechanismen der TEP-Hüft-Patienten erreichten 10.6 Mo. post OP kein Normalniveau - TEP-Hüft-Patienten liefen mit leichten Abduktionsmomenten, mit weniger generierter und absorbierter Kraft aufgrund der Schonhaltung, die sie sich vor der OP aneigneten
Berth et al. (2002)	50 Knie-TEP-Patienten (65,8 J.) und 15 Personen als Referenzgruppe (61.7 J.)	- präoperativ, post OP 33 Mo. - Winkelparameter, sowie Weg und Zeit-Parameter	- sig. Verbesserung der Schrittlänge, Schrittdauer und Gehgeschwindigkeit nach Knie-TEP (jedoch weiterhin unter den Werten der Referenzgruppe) - Extensionen weiterhin unverändert und sig. schlechter als die Referenzgruppe - Reextensionswinkel in der Standphase als Maß zur Quantifizierung des funktionellen Bewegungsumfangs trotz beidseitiger postoperativer Verbesserung unverändert
Brettmann et al. (2006)	12 Hüft-TEP-Patienten (44 - 79 J.)	- vor der Beendigung einer dreiwöchigen stationären Rehabilitation - Kinematische Messparameter (ROM von Thorax und Becken pro Gangzyklus in drei Ebenen etc.)	- Thorax- und Beckenoszillation von den Interventionen unbeeinflusst
Feiste (2003)	35 Knie-TEP-Patienten	- präoperativ (einen Tag vor Implantation), post OP im Durchschnitt 11,5 Mo. - Weg- und Zeit-Parameter sowie Winkelparameter und Dynamische Sohlenbelastung	- "Zunahme der Belastung des operierten Knies" mit „der Verlängerung der Standphase auf der operierten Seite und gleichzeitiger Standphasenverkürzung auf der Gegenseite“
Föll (2004)	22 Hüft-TEP-Patienten (53,5 J.) und 26 in der Kontrollgruppe (Mitarbeiter + Patienten: ohne Beeinträchtigung des Bewegungssystems)	- post OP 5 Wo. (Ende AHB) und post OP 6-12 Mo. - Weg und Zeit-Parametern, sowie Winkelparameter	- sig. Verbesserungen innerhalb eines Jahres nach Op in den Bereichen Geschwindigkeit und Winkelverhältnisse der gesamten Extremität

Hesse et al. (2003)	40 Hüft-TEP-Patienten: (64,7 J.) und 40 Patienten als Kontrollgruppe (65,5 J.)	<ul style="list-style-type: none"> - Laufband und Physiotherapie gemischt (Kontrollgruppe nur Physiotherapie) - vor Trainingsbeginn, nach dem Training, nach 3 und 12 weiteren Mo. - Weg und Zeit-Parameter und Elektromyographie 	<ul style="list-style-type: none"> - sig. höhere Gansymmetrie (+10%) als in der Kontrollgruppe - sig. Höhere Amplitude der "gluteus medius" Aktivität (+41,5%) - Unveränderte Gehgeschwindigkeit in den beiden Gruppen
Horstmann et al.(2001b)	20 Hüft-TEP oder Koxarthrose Patienten (Traningsgruppe) (61.1 J.), 19 in der Kontrollgruppe (61.0 J.) und 24 Personen als Referenzgruppe (54,0 J.)	<ul style="list-style-type: none"> - vor Beginn und nach Abschluss der Intervention (Untersuchungsintervall: Trainingsgruppe 5.1 Mo.; Kontrollgruppe 4.1 Mo.). - Hüftwinkel, Kniewinkel, Anteil der Standphase am Schrittzzyklus und Schrittlänge 	<ul style="list-style-type: none"> - keine sig. Veränderung im Verlauf der Untersuchung zwischen Trainingsgruppe und Kontrollgruppe
Jöllenbeck et al. (2009)	12 Hüft-TEP-Patienten (57.4 J.) und 8 Personen der Referenzgruppe (60.4 J.)	<ul style="list-style-type: none"> - zu Beginn (3.Tag), in der Mitte (10. Tag) und am Ende (17. Tag) der stationären Rehabilitationsmaßnahme - Weg und Zeit-Parameter, Bodenreaktionskräfte, Hüft- und Kniewinkel sowie Bewegungsausmaße 	<ul style="list-style-type: none"> - sig. Verbesserung aller kinematischer Parameter (jedoch sig. Unterschied zur Referenzgruppe) - Kaum Verbesserung der Bodenreaktionskräfte
Leuchte et al. (2007)	16 Hüft-TEP (minimalinvasive Implantation; 59.7 J.) Patienten, 16 Hüft TEP (transgluteale Implantation; 62.6 J.) Patienten und 30 Personen als Referenzgruppe (59.5 J.)	<ul style="list-style-type: none"> - präoperativ (einen Tag vor Implantation), post OP 8, 14 und 28 Wo. - Weg und Zeit-Parameter, Bodenreaktionskräfte 	<ul style="list-style-type: none"> - höhere körperliche Funktionsfähigkeit beider Operationszugänge nach 8 Wochen - Kein sig. Unterschied der Bodenreaktionskräfte nach 28 Wochen
Martínez-Ramírez et al. (2013)	22 Hüft-TEP-Patienten	<ul style="list-style-type: none"> - präoperativ (OP innerhalb der nächsten 4 Mo. geplant) - Zeit-Parameter und "vertical ground reaction force parameters" -Patienten sollten mit Schuhen, in denen das Messgerät integriert war, 10 m laufen 	<ul style="list-style-type: none"> - Das Gehtempo mit den speziellen Messschuhen unterschied sich nicht sig.vom Tempo ohne die Schuhe -Obwohl Gangparameter sig. mit dem Gehtempo korrelieren, korrelieren Symmetrie-Index-Parameter nicht mit der Geschwindigkeit
Matsumoto et al. (2012)	74 Knie-TEP-Patienten (75.7 J)	<ul style="list-style-type: none"> - zwischen 6-12 Monate post OP - Follow-up: 6 Mo. nach Baselinemessung - „physical examination“:ROM of the knee - körperliche Leistungstests: "One-leg standing test" und "10-m gait test" 	<ul style="list-style-type: none"> - sig. Risikofaktoren: postoperativer Bereich der Knieflexion und Plantarflexion des Sprunggelenks

McClelland et al. (2009)	36 Knie-TEP-Patienten (56 - 84 J.)	- Die Variabilität der kinematischen und kinetischen Parameter bei komfortablen und schnellen Geschwindigkeiten: „plötzliches Loslaufen“, „Treppenaufstieg und -abstieg“, „aus der Hocke aufstehen“	- Während des Laufens variieren die Koeffizienten zwischen 2% und 29%. - bei den anderen Aktivitäten des täglichen Alltags lag die Varianz der Koeffizienten nur bei 0.5%
Mikkelsen et al. (2012)	23 Hüft-TEP-Patienten (Interventionsgruppe): (67.7 J.) und 21 Patienten als Kontrollgruppe (66.8 J.)	- präoperativ, post OP (4, und 12 Wo.) - Interventionsgruppe (IG) 12 Wo. mit „rubber band resistance“ und Kontrollgruppe (CG) ohne externen Widerstand - maximale Ganggeschwindigkeit, „hip abduction strength“ und „one-legged stance“	- sig. Verbesserung in beiden Gruppen in allen Messungen während den ersten 12 Wochen der Übungen - Hohe Zufriedenheit bei allen Patienten der Interventionsgruppe im Vergleich zu 85% der Kontrollgruppe. - 4 Patienten der Interventionsgruppe hatten Schwierigkeiten die intensiveren Übungen zuhause durchzuführen. - „Hip abduction strength“ war sig. schwächer in der am Bein operierten Gruppe als in der nicht operierten Gruppe
Nallegowda et al. (2003)	30 Hüft-TEP-Patienten (40.9 J.) und 30 Personen als Referenzgruppe (Alter angepasst)	-post OP ca. 9 Mo. -Weg und Zeit-Parameter	- sig. Unterschied bei Kadenz, Schrittlänge, Spurbreite und Gehgeschwindigkeit (weiterhin Defizite zur Referenzgruppe)
Nankaku et al. (2012)	18 Hüft-TEP-Patienten (47.7 J.) und 18 Personen als Referenzgruppe (47.4 J.)	- 4 Wo. post OP - Weg und Zeit-Parameter, „displacement of centre of mass (COM)“ und „walking efficiency“	- TEP-Patienten zeigten mehr interne Anstrengung der Weg und Zeit-Parameter - die vertikale „Centre of Mass“ Bewegung der TEP-Patienten zeigte ein asymmetrisches Muster
Parent & Moffet (2003)	65 Knie-TEP-Patienten (68.6 J.)	- präoperativ, post OP (2 Mo.) - Kriterium: zurückgelegte Distanz innerhalb des 6-min-Gehtestes - Prädiktoren gruppiert in drei Kategorien 1) persönlich, 2) organisch und 3) Fähigkeit	- Variablen sagen vor allem in Kombination die Leistung im Gehtest und das Ausmaß der Knieschmerzen und -flexion sig. vorher
Pietschmann & Jöllenbeck (2012)	24 Hüft-TEP-Patienten (55.3 J.), 8 Personen als Referenzgruppe (60.4 J.) und 12 Patienten als Kontrollgruppe (57.4 J.)	- vor Beginn und nach Abschluss der Intervention (in der AHB 2 Wo. lang Laufbandtraining: 6 Trainingseinheiten) mittels 3D-Ultraschall-Ganganalyse - kinematische und kinetische Parameter, visuelle Analogskala (VAS)	- sig. Anstieg zwischen den beiden Messzeitpunkten aller kinetischen und kinematischen Parameter der Interventionsgruppe und Referenzgruppe (weiterhin Defizite zur Referenzgruppe in Interventionsgruppe)

Perka et al. (2000)	20 Knie-TEP-Patienten (69.1 J.) und 20 Personen als Referenzgruppe (42.5 J.)	- präoperativ, post OP 14 bzw. 28 Wo. - Zeit und Distanz-Parameter, Kraftparameter, Winkelparameter	- sig. Verminderung der Beweglichkeit sowohl im erkrankten Gelenk als auch im benachbarten Hüftgelenk und den kontralateralen Gelenken - sig. Anstieg der Gangsymmetrie - sig. Zunahme der zeitlich- und kraftbezogenen Belastung des operierten Beines und des Bewegungsumfangs des gegenseitigen Knies und beider Hüftgelenke bis 28 Wo. nach OP (weiterhin Defizite zur Referenzgruppe)
Sander et al. (2011)	58 Hüft-TEP-Patienten (48 minimalinvasiv, 10 konventionell; alle ca. 63 J.) und 58 Personen als Referenzgruppe (53.3 J.)	- präoperativ, post OP ca. 5 Wo., ca. 7 Mo. und ca. 12 Mo. - Zeit- und Distanz-Parameter, Winkelparameter, Kraftparameter, Gelenkmomente	- erhebliche Defizite in beiden TEP Gruppen trotz unauffälligem Gangbild - sig. Verbesserung in TEP Gruppen nach 6 Mo. (weiterhin Defizite zur Referenzgruppe)

Die aufgeführten Studien zeigen eine große thematische Relevanz hinsichtlich der in dieser Untersuchung durchgeführten Studien.

Schlussfolgernd lässt sich festhalten, dass es ebenfalls wenige Studien bezüglich der Ganganalyse nach einer TEP Anschlussheilbehandlung oder während weiteren Rehamaßnahmen gibt. Auch hier behindert die Vielfalt an in den aufgeführten Studien angewendeten Methoden, die geringe Anzahl an Versuchspersonen sowie die unterschiedlichen Messzeitpunkte, eine Vergleichbarkeit.

Anhand der Studien ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Nach einer sich an die Operation anschließenden Trainingsintervention haben sich bei den Patienten signifikante Verbesserungen hinsichtlich kinematischer und kinetischer Messparameter ergeben.
- Die untersuchten Parameter in den Ganganalysen von Berth et al. (2002), Jöllenbeck et al. (2009), Nallegowda et al. (2003), Pietschmann und Jöllenbeck (2012), Perka et al. (2000) und Sander et al. (2011) erreichten nicht den Ausprägungsgrad der gesunden Vergleichsgruppe oder der Kontrollgruppe. Es sind weitere Therapieanwendungen erforderlich, um diese Parameter zu verbessern.

2.7 Zusammenfassung und offene Fragen

In dieser theoretischen Aufarbeitung des Problemfeldes wurde zunächst der Begriff der Rehabilitation allgemein erläutert. Dabei handelt es sich generell um sämtliche Hilfeleistungen zur Wiedereingliederung einer Person in die Gesellschaft. Die medizinische Rehabilitation fokussiert sich zudem auf die Wiederherstellung der sozialen und beruflichen Teilhabe einer behinderten Person

greifen (Schüle & Jochheim, 2012, S. 68, 69; Kossens et al., 2009). Ihre Richtlinien sind gesetzlich im SGB IX festgeschrieben, wobei neben sechs weiteren öffentlichen Institutionen der finanzielle Hauptträger die Deutsche Rentenversicherung darstellt. Diese finanziellen Träger verzeichneten während der letzten Jahrzehnte eine deutliche Tendenz zur Kosteneersparnis, was sich auf die Gesamtstruktur des Rehabilitationswesens ausgewirkt hat, vor allem im ambulanten und teilstationären Sektor (Bürger & Buschmann-Steinbäge, 2000; Zaiß, 2012, S. 1 - 6). Die Rehakette setzt sich aus Akutkrankenhausaufenthalt, AHB und anschließender wohnortnaher Nachsorge zusammen. AHB und Nachsorge konzentrieren sich dabei stärker auf die trainingstherapeutischen Maßnahmen (Moon, 2012). Die AHB umfasst in der Regel 21 Tage und wird großteils in stationären Reha-Einrichtungen vollzogen. Der Schwerpunkt liegt hier in der Bewegungs- und Sporttherapie. Dies gilt auch für die wohnortnahe Nachsorge, die sich an die AHB anschließt. Sie wird von einem wohnortnahen Facharzt überwacht und koordiniert. Ziel ist es, den in der AHB erzielten Reha-Erfolg zu erhalten und eventuellen Rück- und Unfällen vorzubeugen (Bürger & Buschmann-Steinbäge, 2000, S. 140, 141; Heisel et al., 2007). Die Körperfunktionen, die Aktivitäten und die soziale Teilhabe eines Menschen bilden die drei Hauptsäulen der Rehabilitation (Schaller et al., 2009).

Das Vereinbaren von Rehabilitationszielen vorab bildet die Basis für die anschließende Auswahl der Therapiemaßnahmen sowie der abschließenden Evaluierung des Reha-Erfolges. Grundlage dieser Zielsetzung und des Rehawesens ist die ICF seit ihrer Veröffentlichung 2001 durch die WHO (DIMDI, 2010, S. 4 – 6; Schüle & Jochheim, 2012, S. 94 - 99). Sie stellt eine Kommunikationsbasis für die Leistungsträger, das Fachpersonal und die Betroffenen sowie ein einheitliches internationales Kodierungssystem für die Einstufung von Patienten dar (ebd.). Für die Festlegung der Rehabilitationsziele wurde bisher noch keine allgemeingültige Methodik gefunden (Wittmann, 1981). Dennoch wurden im Laufe der Zeit unterschiedliche Zielsetzungsprozesse entwickelt, die sich einerseits an Teilzielsetzungen (kognitive, motorische und affektive Teilziele) oder andererseits an Einzelaspekten (kurative, rehabilitative und präventive Aspekte) orientieren (Bös et al., 1992, S. 34 – 36; Froböse & Fiehn, 2003). Allgemeines Hauptziel ist die Wiederherstellung des körperlichen und psychischen Wohlbefindens bis hin zur Alltags- und Gesellschaftstauglichkeit (ebd.).

Für die Rehabilitation von TEP-Patienten müssen neben den allgemeinen Rehabilitationsaspekten auch spezifische Aspekte in Betracht gezogen werden. Denn es handelt sich hierbei um einen Gelenkersatz des Knie- oder Hüftgelenks nach einem stark fortgeschrittenen und schmerzhaften Verlauf der Gon- oder Koxarthrose (Carr et al., 2012; Imhof, 2005; Zimmermann, 2008). Auch hier stützen sich die Rehabilitation und deren Zielsetzung auf die Prinzipien

der ICF, vor allem hinsichtlich der Komponenten Körperfunktionen, Aktivität und Teilhabe (Anneken, 2007; DIMDI, 2010; Fürst & Graf, 2004). Um das Kernziel, die Wiedereingliederung in das berufliche und gesellschaftliche Leben, verwirklichen zu können, sollte hierbei vor allem die Mobilität des Patienten wiederhergestellt werden. Durch die Verbesserung des Funktionszustandes des Gelenkes können die alltagsrelevanten Fertigkeiten gestärkt werden (Bös et al., 1992). Betrachtet man die einzelnen Rehapphasen, zeigt sich, dass im Akutkrankenhaus hauptsächlich auf den Aspekt der Körperfunktionen, in der AHB dann zusätzlich auch auf die Aktivität, Wert gelegt wird. Während der wohnortnahen Nachsorge werden alle drei ICF-Komponenten mit einbezogen, wobei der Schwerpunkt auf der Aktivität und der Teilhabe liegt. Gerade in der AHB und der Nachsorge kommt der Aspekt der Mobilität zum Tragen, da er eine Grundvoraussetzung für die Wiedererlangung der Aktivität und Teilhabe ist (Anneken, 2007; DIMDI, 2010; Fürst & Graf, 2004; Schaller et al., 2009). Dies wird im Anschluss an die AHB bzw. ab Erlangen der Vollbelastung mittels Sport- und Bewegungstherapie gefördert. Dem Patienten wird dabei empfohlen, auf gleichmäßige Bewegungen zu achten und nur Low-Impact-Sportarten zu verüben (Schmitt-Sody et al., 2011; Niederle & Knahr, 2007; Heisel, 2005). Diese erneute, langsame Heranführung an den Sport kann durch die damit einhergehende Mobilitätsförderung des Patienten auch seine soziale und alltägliche Teilhabe verbessern, was sich auch positiv auf seine Lebensqualität auswirkt (ebd.).

Mobilität ist vor allem auch für ältere Menschen von großer Bedeutung hinsichtlich eines selbstbestimmten Lebens und sozialer Teilhabe (Engeln, 2003; Hefter & Götz, 2013; Pfeifer et al., 2001, S. 129, 130). Darunter fällt auch der Mobilitätsaspekt, sich mit öffentlichen und privaten Verkehrsmitteln fortbewegen zu können. Diese Altersgruppe ist auch sehr häufig unter TEP-Patienten vertreten (ebd.). Um die Mobilität bei TEP-Patienten zu verbessern, muss man vor allem zwei körperliche Faktoren genauer betrachten, nämlich das Gleichgewicht und den Gang. Denn ohne intakte Gleichgewichts- und Koordinationsfähigkeit ist ein Mensch nicht in der Lage sich fortzubewegen. Des Weiteren ist eine Person ohne eine intakte Gehfähigkeit in ihrem alltäglichen, beruflichen und gesellschaftlichen Leben deutlich eingeschränkt (Pfeifer et al., 2001, S. 129, 130).

Das Gleichgewicht ist die Grundlage jeglicher menschlichen Bewegung. Es entspricht einem dynamischen Prozess auf Basis eines Gefüges mehrerer Einzelprozesse (Boer, 2006; Olivier & Rockmann, 2003, S. 119, 120). Dieses komplexe Gefüge wird durch die koordinativen Fähigkeiten und Fertigkeiten sensomotorisch gesteuert und koordiniert (Bertram & Laube, 2008). Das sensomotorische System umfasst alle körpereigenen organischen Mechanismen, die der Durchführung von Bewegungen dienen und sich alle innerhalb

eines Kreislaufs vollziehen (Olivier & Rockmann, 2003; Wilke & Froböse, 2003). Störungen dieser sensomotorischen Systeme können beispielsweise Stürze nach sich ziehen, was vor allem bei älteren Patienten für Unsicherheit bis hin zur Sturzangst führen kann. Um dem entgegen zu wirken, empfiehlt sich ein sensomotorisch-koordinatives Training (Bertram & Laube, 2008; Pierobon & Funk, 2007).

Der menschliche Gang ist ein komplexes Phänomen, das von Mensch zu Mensch unterschiedlich ausgeprägt ist. Es lassen sich jedoch einige Grundmerkmale des Gangs bei jedem Menschen verzeichnen. Das Zusammenspiel dieser Grundmerkmale wird als Gangzyklus bezeichnet, der die Zeitspanne zwischen dem ersten Bodenkontakt eines Beines und dem zweiten Bodenkontakt desselben Beines während des Gehens beschreibt und sich in acht Gangphasen unterteilen lässt (Götz-Neumann, 2006; Perry et al., 2003). Durch bestimmte pathologische Einflüsse wie beispielsweise eine Erkrankung an Kox- oder Gonarthrose kann sich das Gangbild negativ verändern. Der menschliche Körper versucht damit einhergehende Gangbildstörungen mittels Handlungsänderungen, auch Schonhaltung genannt, wieder auszugleichen. Auf lange Sicht können diese Schonhaltungen zu Fehlbildungen, Schmerzen, Koordinations-einschränkungen und Muskelschwäche führen. Umgekehrt können allerdings auch Schmerzen, abgeschwächte Muskeln, Fehlbildungen und Koordinations-einschränkungen diese Schonhaltungen begünstigen (Hennerici & Bänzner, 2001; Perry et al., 2003). Doch selbst nach einer TEP-Implantation kann den Betroffenen keine komplette Restitution des gesunden Gangbilds garantiert werden (ebd.).

Um pathologische Störungen der Gleichgewichts- oder Gehfähigkeit genau erfassen zu können, bedient man sich bestimmter Mess- bzw. Assessmentverfahren. Diese helfen bei TEP-Patienten vor allem, das Ausmaß der Erkrankung vor der Implantation sowie die rehabilitativen Fortschritte nach der Implantation zu ermitteln. Durch das Erfassen der beiden Kernmobilitätsfaktoren (Geh- und Gleichgewichtsfähigkeit) eines TEP-Patienten lassen sich auch Rückschlüsse auf seine Mobilität ziehen. Sind diese Kernmobilisationsfaktoren gering ausgeprägt, so lässt sich auch erahnen, dass die soziale Teilhabe einer Person eingeschränkt ist (Pfeifer et al., 2001, S. 129, 130). Diese Messungen erleichtern das Festlegen der jeweiligen Reha-Ziele. Für diese Arbeit kamen zur Messung der Gleichgewichtsfähigkeit der *GGT Reha* und die *Posturographie* als Testverfahren zum Einsatz, (Stoll et al., 2004; Theisen & Wydra, 2011). Zusätzlich bediente man sich zum Ermitteln der Gleichgewichtsfähigkeit auch des *TUG*, der generell gesehen zwar ein Mobilitätstestverfahren ist, jedoch ebenfalls Aufschlüsse zur Gleichgewichtsfähigkeit eines Patienten liefert (Bös, Hänsel & Schott 2004). Für das Erfassen der Gehfähigkeit bedient man sich der einzelnen Verfahren der objektiven und

subjektiven Ganganalyse (Beckers & Deckers, 1997). Um zusätzlich Einblicke bezüglich der Gelenkfunktionalität eines Patienten zu gewinnen, kommt der *WOMAC-Fragebogen* zum Einsatz. Dieser untersucht den Funktionszustand des Gelenks und das Schmerzempfinden des Patienten, was ebenfalls Aufschlüsse über die seine Mobilität gibt (Bellamy et al., 1988; Stucki et al., 1996). Da sich eine beeinträchtigte oder gesteigerte Mobilität unmittelbar auf die Lebensqualität des Patienten auswirkt, wurde hierzu der *SF-12-Fragebogen* zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität Gebrauch herangezogen (Oesch et al., 2011). In der empirischen Untersuchung dieser Arbeit wurden all diese Messinstrumente zur Ermittlung des Reha-Erfolges eingesetzt.

Im folgenden Abbildung (Abb. 28) wird der Aufbau des in dieser Arbeit behandelten Problemfeldes übersichtlich dargestellt.

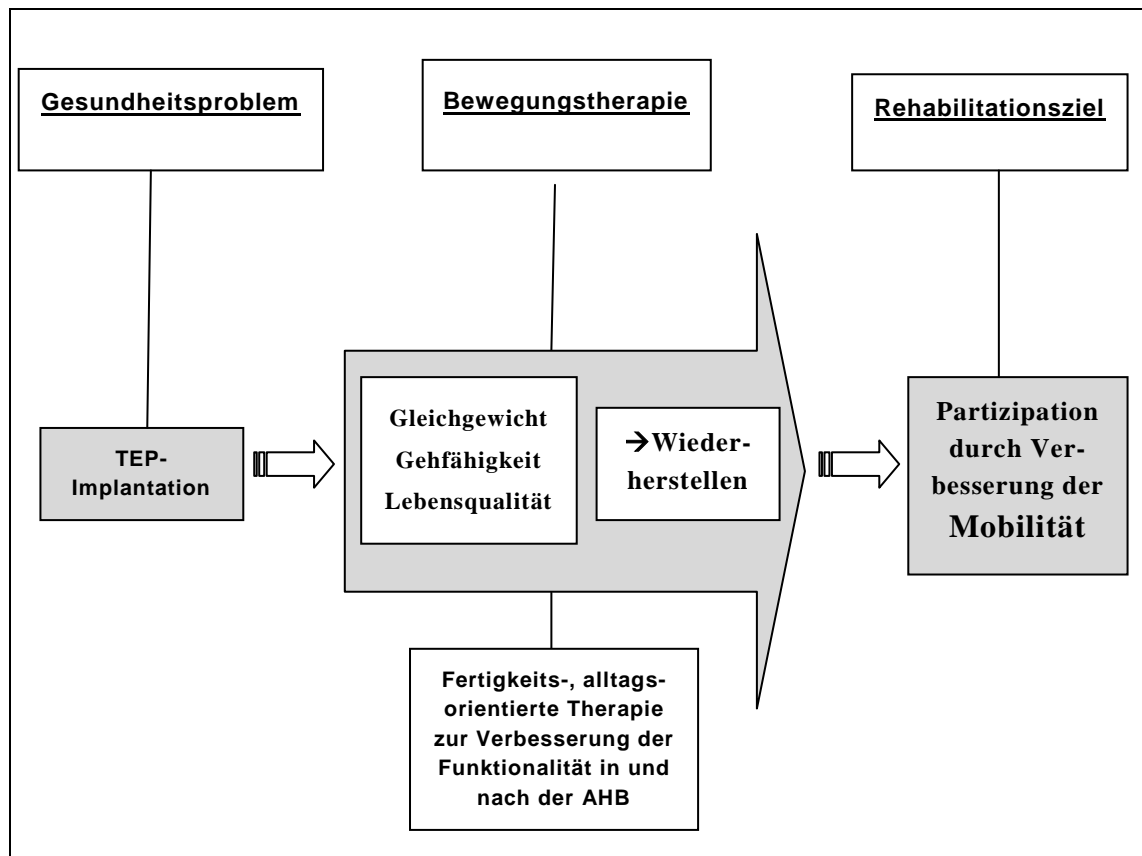


Abbildung 28: Schematisches Modell der theoretischen Aufarbeitung des Problemfeldes. Im Fokus: die Wiederherstellung der Mobilität von TEP-Patienten während und nach einer AHB.

Diese Arbeit befasst sich in erster Linie mit der Rehabilitation von Hüft- und Knie-TEP-Patienten und ihren rehabilitativen Fortschritten während und nach der AHB mittels Sport- und/oder Bewegungstherapie. Im Fokus dieser Therapiemaßnahmen steht die Wiederherstellung der Geh- und Gleichgewichtsfähigkeit sowie die Verbesserung der Lebensqualität und damit im weiteren Sinne die Wiedereingliederung in das berufliche und gesellschaftliche Leben. Hierfür müssen, unter Einbezug des Patienten und auf der Basis der ICF, entsprechende Rehabilitationsziele vorab festgelegt werden. Die drei tragenden Säulen diesbezüglich sind die Körperstrukturen, Aktivitäten und Teilhabe (Anneken, 2007; DIMDI, 2010; Fürst & Graf, 2004). Gerade nach und teilweise auch während der AHB stehen Aktivitäten und Teilhabe im Vordergrund. Im Bereich der Körperstrukturen konzentriert man sich in der AHB hauptsächlich auf das Erreichen einer Prothesenvollbelastung. Die Komponenten Aktivitäten und Teilhabe lassen sich jedoch hauptsächlich durch eine Verbesserung der Mobilität umsetzen (ebd.). Die Förderung der Mobilität des Patienten hilft ihm, seine alltäglichen Aufgaben (ADL) zu erledigen und seine sozialen Kontakte zu pflegen (Heisel & Jerosch, 2007). Dieses Ziel wird in der Praxis bei-

spielsweise durch die Teilnahme an Hüftsportgruppen umgesetzt. Man versucht den TEP-Patienten an geeignete Low-Impact-Sportarten heranzuführen wie beispielsweise Schwimmen und Wandern (Niederle & Knahr, 2007).

In der folgenden empirischen Untersuchung werden folgende offenen Fragen bearbeitet.

Im thematischen Bereich der Rehabilitation von TEP-Patienten wurden zu unterschiedlichen Forschungsaspekten eine Großzahl an Studien durchgeführt. Aus diesem Studienpool wurden einige für diese Arbeit relevanten Studien herausgefiltert und nach den beiden Hauptmobilitätsfaktoren Gleichgewicht und Gang geordnet. Viele der relevanten Studien hinsichtlich der Gleichgewichts- und Koordinationsfähigkeit von TEP-Patienten (Post-AHB) standen in Verbindung mit einem gezielten Trainingsprogramm. Andere beschäftigten sich generell mit den Auswirkungen einer TEP-Implantation oder mit der Sturzprävention. Bei allen ließ sich eine Verbesserung der Gleichgewichts- und Koordinationsfähigkeit feststellen. Die Ausprägung dieser Fähigkeiten ist jedoch noch geringer als bei einer „gesunden“ Vergleichsgruppe (siehe Tab. 19).

Die relevanten Studien hinsichtlich der Gehfähigkeit von TEP-Patienten konzentrierten sich in der Mehrzahl der Fälle auf die möglichen Verbesserungen des Gangverhaltens nach Implantation einer Totalendoprothese. In diesen Studien konnte generell eine deutliche Verbesserung nach der AHB festgestellt werden. Dennoch wiesen die TEP-Patienten Defizite gegenüber der gesunden Referenzgruppe auf. Studien auf spezifischere Teilaspekte wie der Kniebewegungsumfang nach einer Knie-TEP oder die Sexualfunktion nach einer Hüft-TEP konnten allerdings keine spezifischen Ergebnisse ermitteln.

Betrachtet man die bisherigen Studien zu TEP-Implantationen in Verbindung mit der Rehabilitation und Gleichgewicht sowie Gang, so fällt auf, dass überwiegend nur eine der beiden Mobilitätsfaktoren in die jeweilige Studie mit einbezogen wurde, das heißt entweder das Gleichgewicht oder der Gang, nicht aber beide zusammen. Auch ist der Zeitpunkt am Abschluss der AHB sehr interessant, da die Rehabilitation nach einer TEP-Implantation aufgrund der Wundheilung noch nicht abgeschlossen ist. Es finden sich zudem nur wenige Studien zu sporttherapeutischen Interventionen nach der AHB wie beispielsweise Hüftsportgruppen. Und wenn doch, dann handelt es sich größtenteils um zeitlich begrenzte Interventionen. Es würde sich anbieten, Hüftsportgruppenmitglieder mit einer TEP zu untersuchen, die kontinuierlich und zeitlich unbegrenzt trainiert haben (siehe Tab. 21).

In der nachfolgenden empirischen Untersuchung (Kapitel 3-5) beschäftigt man sich mit den Reha-Erfolgen bei TEP-Patienten hinsichtlich ihrer Gleichgewichts- und Gehfähigkeit bei Abschluss der AHB und in der Nachsorgephase, das heißt nach mindestens einmonatiger Teilnahme an einer Hüftsportgruppe. Gerade die beiden Kernmobilitätsfaktoren Gleichgewicht und Gang stellen interessante Untersuchungsparameter dar, da sich bei ihnen Rehabilitationsfortschritte recht deutlich zeigen. Sind diese beiden Faktoren nicht intakt, so sind die TEP-Patienten in ihrer Mobilität und somit auch in ihrem Alltag eingeschränkt, ihre Sturz- und Verletzungsgefahr steigt ebenfalls. Dies hat auf lange Sicht zudem eine Einschränkung der Lebensqualität der Patienten zur Folge. Die empirische Untersuchung dieser Arbeit beinhaltet beide Kernmobilitätsfaktoren und bezieht die Aspekte AHB und Nachsorge in ihre Fragestellung mit ein. Sie ist damit sehr umfangreich und deckt viele für die Reha-Forschung interessante Punkte ab. Ihr Ziel ist es, die Rehabilitationserfolge von TEP-Patienten in Bezug auf ihre Geh- und Gleichgewichtsfähigkeit zu ermitteln und zu beurteilen. Der zeitliche Fokus liegt hierbei direkt am Ende der AHB und während des Nachsorgetrainings.

Der genaue Aufbau der empirischen Untersuchung dieser Arbeit, ihre Ergebnisse und deren Interpretation sowie Diskussion werden in den anschließenden Kapiteln 3-5 genauer erläutert.

3 Darstellung der empirischen Untersuchung(en)

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den drei Untersuchungsteilen der empirischen Untersuchung dieser Arbeit und deren Aufbau, d. h. die Hauptuntersuchung I und II sowie die Teiluntersuchung. Somit werden in Kapitel 3.1 Fragestellung und Arbeitshypothesen dieser drei Untersuchungsteile eingehend erläutert. Im Anschluss daran wird genauer auf die Untersuchungsmethode der Hauptuntersuchung I und II (Kapitel 3.3) eingegangen. Dies erfolgt ebenso für die Teiluntersuchung (Kapitel 3.4). Zu guter Letzt befasst sich dieses Kapitel mit der statistischen Aufbereitung der einzelnen Hypothesen (Kapitel 3.5).

3.1 Fragestellung und Arbeitshypothesen

Hauptuntersuchung I und II

In der vorliegenden Studie soll untersucht werden, ob eine dreiwöchige stationäre Rehabilitation das Gleichgewicht und das Gangbild von Patienten mit Endoprothesen im Bereich der unteren Extremitäten verbessert. Anhand der Zieldimensionen Gleichgewichtsfähigkeit (*GGT Reha*, *Posturographie* und *TUG*), Ganganalyse (z. B. *maximale Gehgeschwindigkeit*, *Schrittlänge*, *Kniewinkel*, *Spurbreite*) sowie der Fragebögen zur Arthrose (*WOMAC*) und zum allgemeinen Gesundheitszustand (*SF - 12*) wird das Gleichgewicht und das Gangbild der Patienten abgebildet. Zu Vergleichszwecken bzw. zur Beurteilung des Gleichgewichts und des Gangbildes wird eine Referenzgruppe herangezogen, die Normwerte liefern kann. Die Teilnehmer dieser Referenzgruppe besitzen keine Endoprothesen im unteren Extremitätenbereich.

Folgende Fragestellungen sollen geklärt werden:

- Kann eine alltagstaugliche Wiederherstellung der Gleichgewichtsfähigkeit im Rahmen einer dreiwöchigen Anschlussheilbehandlung erreicht werden?
- Kann eine dreiwöchige Anschlussheilbehandlung die Ausprägung der Gangparameter gesunder Personen bei TEP-Patienten ausreichend wiederherstellen?
- Sind Unterschiede im Bereich der gesundheitsbezogenen Lebensqualität zwischen TEP-Patienten und gesunden Personen vorhanden?
- Sind Unterschiede im Bereich des Funktionszustandes von Kniegelenk und Hüftgelenk zwischen TEP-Patienten und gesunden Personen erkennbar?

- Gibt es bei den TEP-Patienten einen Zusammenhang zwischen BMI und Gleichgewichtsfähigkeit?

Aus diesen Fragestellungen können folgende Arbeitshypothesen formuliert werden:

- Personen mit Knie- oder Hüftendoprothesen sind nach einer stationären Anschlussheilbehandlung schlechter hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit als Personen ohne Endoprothesen im unteren Extremitätenbereich.
- Nach einer dreiwöchigen Anschlussheilbehandlung stimmt die Ausprägung der Gangparameter bei TEP-Patienten mit der Ausprägung der Gangparameter gesunder Personen noch nicht überein.
- TEP-Patienten und gesunde Probanden unterscheiden sich hinsichtlich der gesundheitsbezogenen Lebensqualität.
- TEP-Patienten und gesunde Probanden unterscheiden sich hinsichtlich des Funktionszustandes von Hüft- und Kniegelenk.
- Bei den TEP-Patienten besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem BMI und der Gleichgewichtsfähigkeit.

Teiluntersuchung

In dieser Teiluntersuchung wurden Zusammenhänge der Leistung von Hüftpatienten, die an einer für sie vorgesehenen Sportgruppe teilnehmen, mit der Trainingsdauer und der Gleichgewichtsfähigkeit untersucht. Hierbei sollen einige der unten angeführten offenen Fragen geklärt werden. Es werden Zusammenhänge bezüglich der Lebensqualität (*SF-12*) und der Gleichgewichtsfähigkeit sowie der Gleichgewichtsfähigkeit und des Funktionszustands des Knie- und Hüftgelenks (*WOMAC*) von Hüftsportgruppenteilnehmern abgebildet. Darüber hinaus werden die Ergebnisse der Hüftsportgruppe mit den Leistungen der anderen Probandengruppen (siehe Hauptuntersuchung) verglichen. Das Gangbild dieser Probanden wurde hier nicht analysiert.

Folgende Fragestellungen sollen geklärt werden:

- Lassen sich die Gleichgewichtsfähigkeit durch das Wissen über die Dauer der Teilnahme an einer Hüftsportgruppe und das Alter der Personen vorher-sagen oder hat die Länge der Teilnahme keinen so großen Einfluss auf die Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit?
- Lässt sich die gesundheitsbezogene Lebensqualität durch Prädiktoren wie die Gleichgewichtsfähigkeit, Alter, BMI sowie den Funktionszustand von

Knie- und Hüftgelenk von Teilnehmern einer Hüftsportgruppe (*WOMAC*) vorhersagen? Gibt es Unterschiede in der Güte der Prädiktoren?

- Wie sieht der Zusammenhang zwischen der Variablengruppe 1 (*GGT Reha, TUG*) und der Variablengruppe 2 (gesundheitsbezogene Lebensqualität (*SF-12*), Funktionszustand von Knie- und Hüftgelenk (*WOMAC*)) aus? Gibt es da stärkere und schwächere Zusammenhänge?
- Gibt es einen Unterschied zwischen der Hüftsportgruppe und den anderen Probandengruppen (siehe Hauptuntersuchung)? Erzielt die Hüftsportgruppe bessere Ergebnisse in den Tests als die Hüft- und Knie-TEP-Patienten nach der AHB? Sind noch Defizite in der Gleichgewichtsfähigkeit, dem *WOMAC* und dem *SF-12* im Vergleich zur Referenzgruppe zu erkennen?

Aus diesen Fragestellungen können folgende Arbeitshypothesen formuliert werden:

- Die Gleichgewichtsfähigkeit kann durch die Teilnahmedauer an einer Hüftsportgruppe und das Alter der Teilnehmer vorhersagt werden.
- Die gesundheitsbezogenen Lebensqualität kann durch die Gleichgewichtsfähigkeit, Alter, BMI sowie den Funktionszustand von Knie- und Hüftgelenk von Teilnehmern einer Hüftsportgruppe (*WOMAC*) vorhersagt werden.
- Es gibt Zusammenhänge zwischen der Variablengruppe 1 (*GGT Reha, TUG*) und der Variablengruppe 2 (gesundheitsbezogene Lebensqualität (*SF-12*), Funktionszustand von Knie- und Hüftgelenk (*WOMAC*)).
- Es kann ein Unterschied zwischen der Hüftsportgruppe und den anderen Probandengruppen festgestellt werden. Die Hüftsportgruppe erzielt in den Tests bessere Ergebnisse als die Hüft- und Knie-TEP-Patienten nach der AHB. Im Vergleich zur Referenzgruppe sind jedoch immer noch Defizite der Hüftsportgruppe bezüglich des Gleichgewichts, des *WOMAC* und des *SF-12* zu erkennen.

Diese Hypothesen werden im Kapitel (3.5) in statistische Hypothesen umgewandelt und rechnerisch untersucht.

3.2 Untersuchungsmethodik

Diese Untersuchung lässt sich in drei unterschiedliche Personenstichproben aufteilen. Die ersten beiden Stichproben lassen sich zu einer Hauptuntersuchung mit einheitlicher Fragestellung kombinieren. Mit dem deutlichen Unterschied, dass in **Hauptuntersuchung I** eine Patientengruppe mit TEP unter-

sucht wurde und in **Hauptuntersuchung II** eine gesunde Referenzgruppe. Die dritte Personenstichprobe hingegen konzentrierte sich auf eine Hüftsportgruppe und somit auf langfristige Auswirkungen einer TEP-Implantation als in den beiden Hauptuntersuchungen. Dies erforderte ebenfalls eine differenziertere Fragestellung und wurde deshalb nur als einfache **Teiluntersuchung** betitelt.

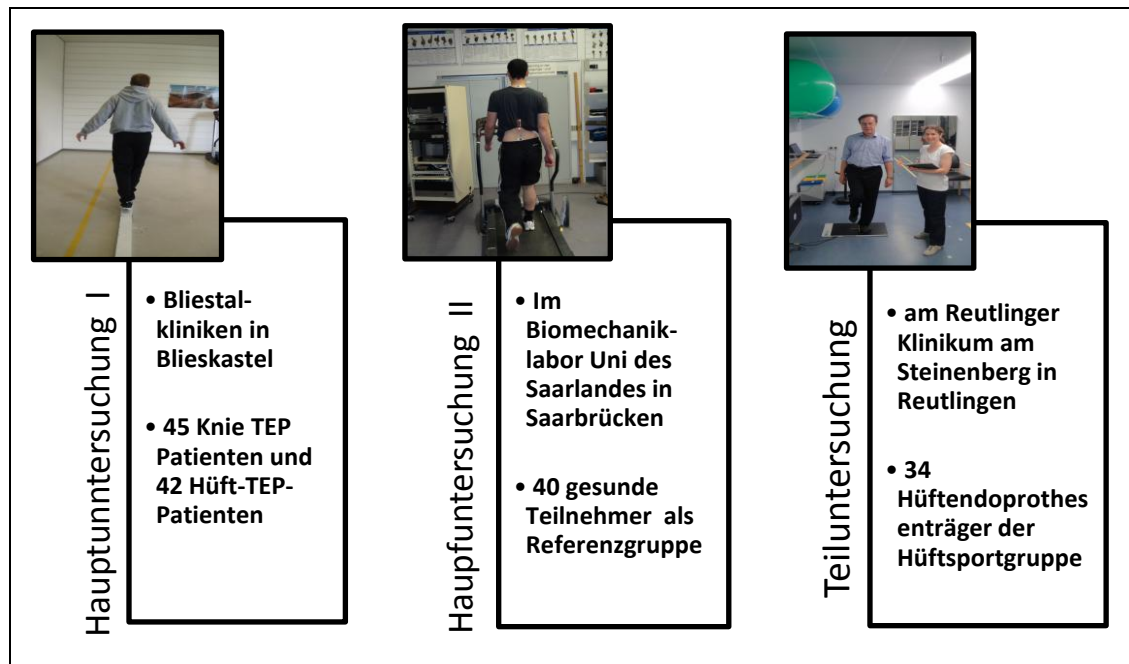


Abbildung 29: Schema der einzelnen Personenstichproben der Hauptuntersuchung I, Hauptuntersuchung II und der Teiluntersuchung

Des Weiteren lässt sich anmerken, dass sich die beiden Hauptuntersuchungen von der Teiluntersuchung in der Auswahl der untersuchten Variablen unterscheiden, was in der folgenden Tabelle nochmals verdeutlicht wird. Denn die Teiluntersuchung analysiert nur Variablen der Gleichgewichtsfähigkeit, jedoch aber nicht die, des Gangs.

Tabelle 22: Durchgeführte Variablenstichprobe der Hauptuntersuchung und Teiluntersuchung.

Variable	Hauptuntersuchung I	Hauptuntersuchung II	Teiluntersuchung
GGT Reha	✓	✓	✓
Posturographie	✓	✓	✓
TUG	✓	✓	✓
Ganganalyse	✓	✓	-
WOMAC	✓	✓	✓
SF - 12	✓	✓	✓

Im nachfolgenden Kapitel wird im Detail auf die drei Personenstichproben eingegangen.

1. Hauptuntersuchung I

Die vorliegende Hauptuntersuchung I beschäftigt sich mit der Evaluation der Geh- und Gleichgewichtsfähigkeit am Ende der stationären AHB, fünf Wochen nach dem operativen Eingriff bei Patienten mit Knie- und Hüft-TEP, wobei der Schwerpunkt auf der Untersuchung der Gleichgewichts- und Gehfähigkeit sowie subjektive Beurteilung mittels Fragebogen *SF-12* und *WOMAC* der Patienten liegt.

2. Hauptuntersuchung II

In Hauptuntersuchung II wurden hingegen gesunde und gleichaltrige Probanden als Referenzgruppe untersucht, größtenteils aus einer Präventivsportgruppe. Diese wurden ebenfalls vorrangig auf ihre Gleichgewichtsfähigkeit und ihr Gangbild untersucht. Dabei wurden die gleichen Variablenstichproben wie in Hauptuntersuchung I durchgeführt.

3. Teiluntersuchung

Nach einer AHB sollten sich die Patienten noch weiteren therapeutischen Maßnahmen unterziehen (Moon, 2012). Denn ein dreiwöchiger Klinikaufenthalt garantiert keine vollständige Genesung des Patienten. Dies macht weitere Therapien mittels Krankengymnastik und orthopädischer Sportgruppen not-

wendig. Daher wurde zusätzlich eine Untersuchung hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen der Gleichgewichtsfähigkeit und der Teilnahmedauer bei Teilnehmern einer Hüftsportgruppe in Reutlingen durchgeführt.

3.3 Untersuchungsmethodik der Hauptuntersuchung I und II

In diesem Kapitel wird zunächst die Personenstichprobe (Kapitel 3.3.1) hinsichtlich der beiden TEP-Patientengruppen und der Referenzgruppe vorgestellt. Im Anschluss daran werden die einzelnen empirischen Testverfahren in der Variablenstichprobe (Kapitel 3.3.2) eingehend erklärt. In Kapitel 3.3.3 wird schließlich auf den genauen Ablauf der Hauptuntersuchung I und II eingegangen.

3.3.1 Personenstichprobe der Hauptuntersuchung I und II

An der Untersuchung nahmen **insgesamt 109 Patienten** der Bliestal Kliniken des Fachbereiches Orthopädie teil. Es handelte sich um einen Reha-Abschlusstest. Die Versuchspersonen wurden in der Untersuchung am Ende ihres stationären Reha-Aufenthaltes hinsichtlich Gleichgewichtsfähigkeit und Gangbild getestet. Die Patienten sollten Sporttauglichkeit aufweisen, sodass sie in der Lage sind, eine kleine Strecke langsam zu gehen und längeres Stehen durchzuhalten. Ausschlusskriterien waren starke Schmerzen, funktionelle Einschränkungen, Unfähigkeit, eigenständige Schritte ohne Gehhilfe durchzuführen, sowie neurodegenerative Erkrankungen. Die Rekrutierung und die Terminierung der Patienten erfolgte durch die Ärzte und das Sekretariat der Orthopädie. Es handelt es sich hier um eine sogenannte ad hoc-Stichprobe (Bös, Hänsel & Schott, 2004). Insgesamt wurden **22 Probanden ausgeschlossen**, da sie einige Fragebögen nicht ausfüllten (14,8%, 11 aus der Hüftgruppe und 11 aus der Kniegruppe). Einzelne Missings wurde mittels Expectation-Maximization-Schätzung ersetzt.

Vor Beginn der Testdurchführung wurde jeder Versuchsperson das Ziel der Untersuchung erklärt und die durchzuführenden Tests kurz erläutert. Danach wurden wichtige Personendaten der Patienten auf einem Anamnesebogen aufgenommen. Das Therapiebuch, welches jeder Patient mit sich führt, gab Auskunft über die wichtigsten Daten wie z. B. Alter, Gewicht, Geburtsdatum, Krankheiten, Medikamente, usw. Nach der Testdurchführung wurde jeder Proband dazu aufgefordert, die Fragebögen auszufüllen.

Es wurden im Frühjahr 2012 40 gesunde Probanden als Referenzgruppe am sportwissenschaftlichen Institut der Universität des Saarlandes untersucht. Das Alter der Referenzgruppe unterscheidet sich nicht von dem Alter der beiden Patientengruppen ($p > .73$).

Die Probanden wurden in drei Gruppen unterteilt:

- Knie-TEP-Patienten:

Diese Gruppe besaß ein künstliches Kniegelenk. Die Operationstechnik wurde nicht unterschieden.

- Hüft-TEP-Patienten:

In dieser Gruppe befanden sich die Versuchspersonen, die zuletzt eine Hüftprothese erhielten. Auch hier wurde die Operationstechnik nicht unterschieden.

- Gesunde Referenzgruppe:

Diese Gruppe beinhaltet gesunde Probanden, die v.a. aus einer präventiven Sportgruppe oder in anderen Kontexten rekrutiert wurden. Es wurde sichergestellt, dass diese Versuchspersonen bei den Untersuchungen keine Schmerzen im Bereich der unteren Extremitäten und während fließenden Bewegungen haben. Jene Probanden, die bereits über eine oder mehrere Endoprothesen im Knie- oder Hüftbereich verfügen, wurden aussortiert und nicht untersucht.

Tabelle 23: Deskriptive Statistiken. Mittelwerte und Standardabweichungen für Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht und BMI

	Knie	Hüfte	Referenz	Gesamt
Anzahl (N)	45	42	40	127
Geschlecht (m/w)	13/32	24/18	19/21	56/71
Alter (Jahre)	69.8 ± 6.6	66.3 ± 9.7	67,5 ± 5.0	67,8 ± 7.5
Größe (cm)	165.3 ± 9.7	170.1 ± 9.8	169.5 ± 8.0	168.2 ± 9.3
Gewicht (kg)	80.5 ± 15.7	86.2 ± 17.1	70.22 ± 12.6	79.1 ± 16.5
BMI (kg / m ²)	29.5 ± 5.5	29.6 ± 4.5	24.3 ± 3.1	27.9 ± 5.1

In der Studie wurden insgesamt 127 Versuchspersonen, davon 56 Männer und 71 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 68 Jahren untersucht. Gruppenunterschiede zwischen der Kontrollgruppe im Vergleich zu den beiden Patientengruppen zeigten signifikante Unterschiede im Gewicht, $F(1, 124) = 20.2$, $p < .001$, und im BMI, $F(1, 124) = 36.3$, $p < .001$. Bei Betrachtung der Mittelwerte zeigt sich, dass die Patienten der Referenzgruppe leichter sind als die TEP-Patienten, und somit auch niedrigere BMI-Werte aufwiesen. Zudem zeigte ein χ^2 -Test, dass sich die Häufigkeiten von Männern und Frauen zwischen den Gruppen unterschieden, $\chi^2(2) = 7.3$, $p < .05$. Beim Vergleich mit der erwarteten Anzahl zeigte sich, dass in der Gruppe der Kniepatienten weniger Männer und mehr Frauen waren, während sich dies bei den Hüftpatienten um-

gekehrt verhielt. Aufgrund der signifikanten Unterschiede bzgl. BMI und Geschlecht, wurden in den folgenden Analysen diese beiden Variablen als Kovarianten berücksichtigt.

Da nicht von allen Patienten vollständige Datensätze existieren, wurden je nachdem welche abhängige Variable betrachtet wurde mit unterschiedlichen Fallzahlen gerechnet. Demnach fehlen bei dem *Timed Up and Go* Test die Daten von fünf Probanden, beim *WOMAC* die Daten von zehn Probanden, beim *SF-12* die Daten von 22 Probanden und bei den verschiedenen Parametern der Ganganalyse fehlen die Daten von insgesamt 31 Probanden. Für jeden Test wurde immer die Option des listenweisen Fallausschlusses gewählt, sodass Probanden mit Fehlwerten immer von der aktuellen Analyse ausgeschlossen waren.

3.3.2 Variablenstichprobe der Hauptuntersuchung I und II

Hier wird der Verlauf der einzelnen Messverfahren ausführlich dargestellt. Bei diesen Testverfahren handelte es sich um den *GGT Reha*, die *Posturographie*, den *TUG*, die Ganganalyse, den *WOMAC-Arthroseindex* und den *SF-12-Fragebogen*.

3.3.2.1 GGT Reha

Der *GGT Reha* konzentriert sich auf die Untersuchung der Gleichgewichtsfähigkeit der Probanden.

Zur Durchführung dieses Gleichgewichtstests wurden die folgenden Materialien angewendet.

- **Linien:** Gelbes Klebeband diente zur Zoneneinteilung auf dem Boden. In den abgeklebten Zonen wurden die dynamischen Tests durchgeführt. Es wurde eine Zone von 4 m Länge und einer Breite von 30 cm aufgeklebt. Zusätzlich wurden Linien angebracht, die den Abstand der Patienten während des Liniengangs mit geschlossenen Augen von der eigentlichen Gangzone veranschaulichen sollten. Diese „Abweichlinien“ hatten einen Abstand von 25 und 50 cm (von Außenkante zur Innenkante).
- **Stoppuhr:** Eine Stoppuhr gewährleistete, dass jeder Patient nicht länger als 15 Sekunden lang jeden statischen Test durchführte. Die Zeitmessung begann, sobald der Zeitnehmer bereit war und der Patient seine Bereitschaft signalisierte.
- **Instabile Unterlage (Airex® Balancepad):** Als instabile Unterlage diente ein Balancepad der Firma Airex mit einer Länge von 50 cm, einer Breite von 41 cm und einer Tiefe von 6 cm (Airex AG, 2011).

- Balancierbalken: Zwei Tests wurden auf einem 4,50 m langen, 10 cm breiten und 5 cm hohen Balancierbalken durchgeführt.
- **GGT Reha Block 1: Statische Tests (Durchführung der Übungen: jeweils 15 Sekunden)**

1. Füße parallel zusammen:

- Blick geradeaus
- Arme locker hängen lassen; geschlossene Beine

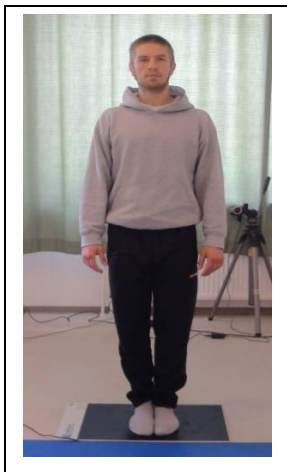


Abbildung 30: Füße parallel zusammen mit geöffneten Augen.

2. Füße parallel zusammen mit geschlossenen Augen:

- Augen geschlossen
- Arme locker hängen lassen; geschlossene Beine



Abbildung 31: Füße parallel zusammen mit geschlossenen Augen.

3. Füße hintereinander:

- Blick geradeaus
- Füße direkt hintereinander, so dass die Ferse des vorderen Fußes die Fußspitze des hinteren Fußes berührt

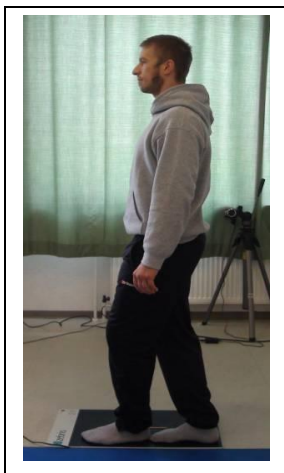


Abbildung 32: Füße hintereinander mit offenen Augen.

4. Füße hintereinander mit geschlossenen Augen:

- Augen geschlossen
- Füße direkt hintereinander, sodass die Ferse des vorderen Fußes die Fußspitze des hinteren Fußes berührt.

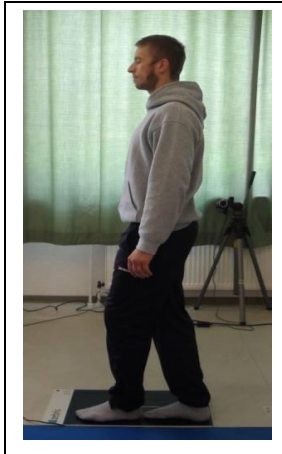


Abbildung 33: Füße hintereinander mit geschlossenen Augen.

5. Einbeinstand (operiertes Bein)

- Blick geradeaus
- Wenn möglich ohne Festhalten auf dem rechten und linken Bein ruhig stehen bleiben.



Abbildung 34: Einbeinstand rechts und links mit geöffneten Augen.

6. Einbeinstand mit geschlossenen Augen (operiertes Bein)

- Augen geschlossen
- Wenn möglich ohne Festhalten auf dem rechten und linken Bein ruhig stehen bleiben.

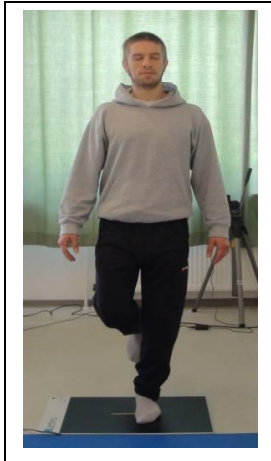


Abbildung 35: Einbeinstand rechts und links mit geschlossenen Augen.

▪ **GGT Reha Block 2: Statische Tests auf instabilem Untergrund (Übungen auf Airex® Balancepad; jeweils 15 Sek. lang möglichst ruhig stehen bleiben)**

7. Hüftbreiter Stand auf instabiler Unterlage

- Blick geradeaus
- Hüftbreiter Stand; Füße parallel zueinander; Fußspitzen nach vorne



Abbildung 36: Hüftbreiter Stand mit offenen Augen.

8. Füße parallel zusammen auf instabiler Unterlage

- Blick geradeaus
- Locker geschlossene Beine; direkt nebeneinander parallel stehende Füße; Fußspitzen zeigen nach vorne.

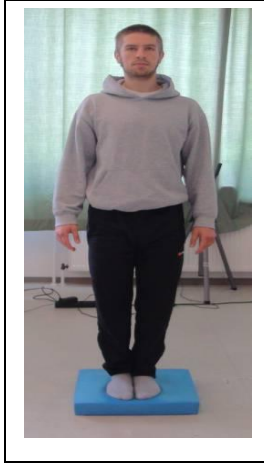


Abbildung 37: Füße parallel zusammen mit offenen Augen.

9. Hüftbreiter Stand mit geschlossenen Augen auf instabiler Unterlage

- Augen geschlossen
- Hüftbreit geöffnete Beine; Fußspitzen nach vorne

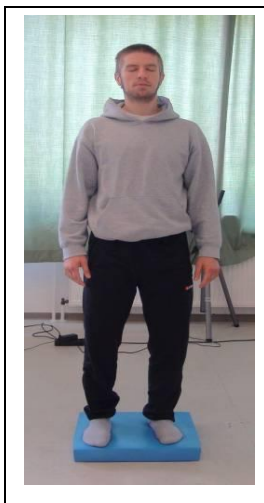


Abbildung 38: Hüftbreiter Stand mit geschlossenen Augen.

10. Füße parallel zusammen mit geschlossenen Augen auf instabiler Unterlage

- Augen geschlossen
- Direkt nebeneinanderstehende, parallele Füße, Fußspitzen nach vorne



Abbildung 39: Füße parallel zusammen mit geschlossenen Augen.

11. Füße hintereinander auf instabiler Unterlage

- Mit beiden Füßen direkt hintereinander diagonal auf die instabile Unterlage stehen
- Die Ferse des vorderen Fußes berührt die Fußspitze des hinteren Fußes



Abbildung 40: Füße hintereinander mit offenen Augen.

12. Füße hintereinander mit geschlossenen Augen auf instabiler Unterlage

- Augen geschlossen
- Mit beiden Füßen direkt hintereinander diagonal auf die instabile Unterlage stehen
- Die Ferse des vorderen Fußes berührt die Fußspitze des hinteren



Abbildung 41: Füße hintereinander mit geschlossenen Augen.

▪ GGT Reha Block 3: Dynamische Tests

13. Zonengang vorwärts (a) - halbe Drehung (b) - rückwärts (c)

- Innerhalb der 30 cm breiten und 4 m langen Zone vorwärts bis zur Mitte gehen.
- Halbe Drehung um die Körperlängsachse; rückwärts bis zum Ende der Zone gehen.
- Blick gerade nach vorne gerichtet (auf das Ende der Zone)

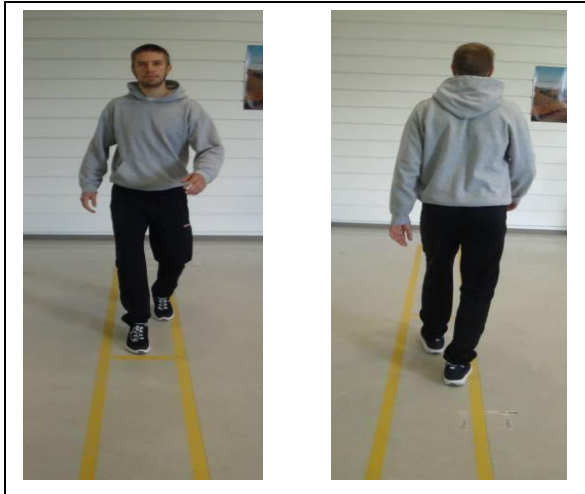


Abbildung 42: Liniengang vorwärts und rückwärts.

14. Liniengang vorwärts mit beliebiger Schrittlänge (a) - halbe Drehung (b) - rückwärts (c)

- Auf der 5 cm breiten und 4 m langen Linie vorwärts bis zur Mitte gehen
- Schrittlänge selbst gewählt
- In der Mitte halbe Drehung um die Körperlängsachse; rückwärts bis zum Ende der Linie gehen



Abbildung 43: Liniengang vorwärts und rückwärts.

15. Seiltänzerengang vorwärts (a) - halbe Drehung (b) - rückwärts (c)

- Auf der 5 cm breiten und 4 m langen Linie vorwärts bis zur Mitte gehen

- Die Ferse des vorderen Fußes sollte die Fußspitze des hinteren Fußes berühren
- In der Mitte halbe Drehung um die Körperlängsachse; rückwärts bis zum Ende der Linie gehen



Abbildung 44: Seiltänzer gang vorwärts und rückwärts.

16. Balancieren vorwärts (a) - halbe Drehung (b) - rückwärts (c)

- Auf einem auf dem Boden liegenden Balancierbalken vorwärts bis zur Mitte gehen
- In der Mitte halbe Drehung um die Körperlängsachse; rückwärts bis zum Ende der Linie gehen
- Der Blick ist gerade nach vorne (auf das Ende des Balkens) gerichtet



Abbildung 45: Balancieren vorwärts und rückwärts.

17. Balancieren seitwärts (rechts Bein vor) (a) - halbe Drehung (b) – seitwärts (linkes Bein vor) (c)

- Auf einem auf dem Boden liegenden Balancierbalken mit Nachstellschritten seitwärts bis zur Mitte gehen
- In der Mitte halbe Drehung um die Körperlängsachse; mit Nachstellschritten seitwärts bis zum Ende der Linie gehen
- Der Blick wird gerade nach vorne gerichtet



Abbildung 46: Balancieren seitlich (mit rechtem Bein voran).

18. Liniengang mit geschlossenen Augen

- Auf einer 5 cm breiten und 4 m langen Linie mit geschlossenen Augen vorwärts gehen
- Mit Hilfe der Markierungen auf dem Boden wird am Ende der Übung die seitliche Abweichung vom Testleiter abgelesen



Abbildung 47: Liniengang mit geschlossenen Augen.

3.3.2.2 Posturographie mit Zebris Plattform

Nach Stoll et al. (2004) stellt die posturographische Untersuchung eine indirekte Messmethode zur Ermittlung der Schwerpunktverlagerung dar und wird als verlässliches Messinstrument zur Untersuchung der Steh- und Gleichgewichtsfähigkeit betrachtet.

Die posturographischen Tests wurden auf einer Zebris FDM-S (v1.2.0) Kraftmessplattform im Rahmen des *GGT Reha* (statische Tests: *GGT Reha* Block 1) durchgeführt (Abb. 30 - 35). Zusätzlich wurden Tests in hüftbreitem Stand mit geöffneten und geschlossenen Augen durchgeführt. Die Kraftmessplatte misst mit einer Rate von 120 Hz (optional 240 Hz) und verfügt über 2560 Sensoren. Die Sensorfläche ist mit 54.2 x 33.9 cm bemessen.

Durch die Druckmessplatten wird aufgezeichnet, inwiefern „das Lot durch den Körperschwerpunkt (der meist etwa in Bauchnabelhöhe in der Körpermitte liegt) über die Unterstütsungsfläche wandert“ (Ludwig & Fuhr, 2006, S. 32).

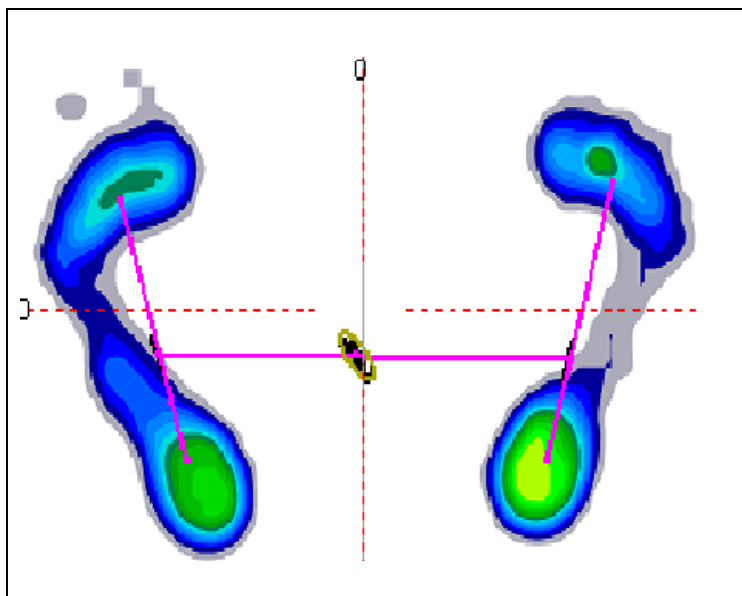


Abbildung 48: Länge des gesamten Schwankungsweges. Ausgemessen mit einer Zebris PDM-S Plattform im hüftbreiten Stand.

In der obigen Darstellung (Abb. 48) wird die Stärke der Schwankungen deutlich aufgezeigt. Das bedeutet, dass der menschliche Körper ständig, selbst im ruhigen aufrechten Stand, posturale Ausgleichsoszillationen unternimmt (Ludwig & Fuhr, 2006). Im Rahmen dieser posturographischen Tests wurde der Schwankweg als Untersuchungsparameter herangezogen. Der **Schwankweg** (*Sway Path Lenth*) bezeichnet die Länge der Strecke in Millimetern, die der COP auf der Druckmessplatte beim Schwankvorgang über den festgelegten Zeitraum von 15 Sekunden zurücklegt.

3.3.2.3 Timed Up and Go Test

Der *TUG* wird in der Regel als Einzeltest vollzogen (Bös, 2001, S. 280). Der Proband wird 1 bis 3 Minuten lang getestet. Dies kann von einem Untersuchenden alleine durchgeführt werden. Als Hilfsmittel dienen ihm ein Stuhl und eine Stoppuhr. Der Ablauf des Tests und die Aufgaben des Probanden können ihm vom Untersuchenden mündlich vorab mit erklärt werden. In einzelnen Fällen, wenn Verständnisprobleme auftreten, sollten die Instruktionen vom Untersuchenden vorgezeigt werden (ebd.).

Die genaue Aufgabe des Probanden ist es, von einem Stuhl auf Kommando eigenständig aufzustehen, anschließend eine 3 m lange Strecke zu Fuß zurückzulegen, nach einer Wendung zum Stuhl zurückzugehen und sich wieder zu setzen. Bei Bedarf kann der Proband eine Gehstütze verwenden (Schädler et al., 2012).

Die Beurteilung des Sturzrisikos erfolgt über ein Score-System, dass sich auf die von den Patienten benötigte Zeit bezieht:

- unter 10 s: uneingeschränkte Alltagsmobilität
- 11 - 19 s: geringe Mobilitätseinschränkung ohne Beeinflussung des Alltags
- 20 - 29 s: funktionell relevante Mobilitätseinschränkung
- über 30 s: ausgeprägte Mobilitätseinschränkung, Interventions- oder Hilfsmittelbedarf

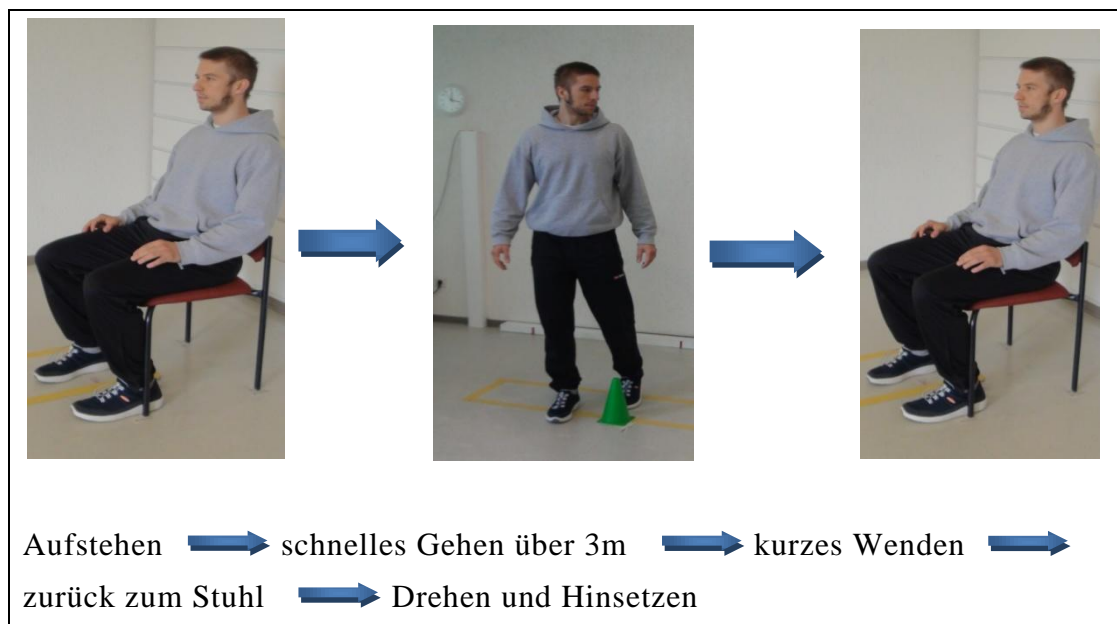


Abbildung 49: Timed Up and Go Test.

3.3.2.4 Ganganalyse

Die Kameras befanden sich seitlich und hinter den Testpersonen auf Stativen in einer Höhe von 95 cm und einem Abstand von jeweils 2.60 m zur Außenkante des Laufbandes (KETTLER, MARATHON HS, Deutschland). Gefilmt wurde mit Kameras der Marke Sony (HDR-XR 520 VE) in Full HD Auflösung (1920 x 1080). Im Anschluss an die Aufnahmen wurden die Videos mittels der Software Dartfish (TeamPro 5.5) für kinematische Parameter der Ganganalyse ausgewertet. In Abbildung 50 wird der Versuchsaufbau schematisch dargestellt.

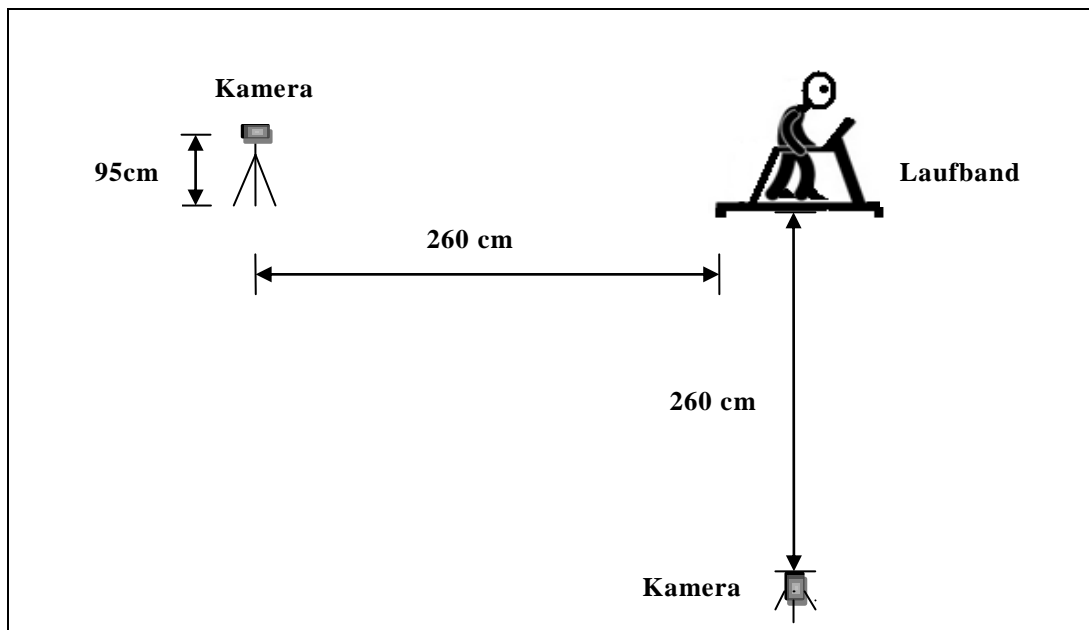


Abbildung 50: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus.

Die Patienten, die sich noch unsicher beim Gehen ohne Gehstützen fühlten, hielten sie sich bei der Ganganalyse an den Griffen des Laufbandes fest. Um mögliche Beeinflussungen von bspw. Körperneigungswinkel auszuschließen, wurde nur Schrittlänge, Spurbreite und Kniewinkel ausgewertet. Zur Bestimmung der Schrittlänge und der Spurbreite wurden drei Schrittzyklen (sechs Schrittlängen) analysiert, die im Anschluss auf Schrittlänge und Spurbreite mit Mittelwertbestimmung untersucht und ausgewertet wurden. Zur Messung der Spurbreite wurden die Schuhe des Patienten mittig an der Ferse markiert und der Abstand der erstellten Markierung nach jedem Schritt gemessen. Bei der Kniewinkelmessung wurde während des Gangzyklus die Kniegelenksexension in der terminalen Standphase und die Kniegelenkflexion in der initialen Schwungphase gemessen, wobei die markanten Punkte (Tibiakopf, Femurkopf, OSG der betroffenen Seite) mit weißem Klebeband markiert und einem mit schwarzen Punkt versehen wurden, sodass Dartfish die Punkte beim Überspie-

len erkannte. Diese Markerpunkte waren für die späteren Auswertungen mittels der Software Dartfish nötig.

Den Patienten wurden Punkte an dem Vertebra prominens (7. Halswirbel), der Mitte des Beckenkamms, an den Füßen hinten mittig, unter dem Ohr, dem Akromion, dem Femurkopf, dem Tibiakopf, dem OSG und der äußeren Fußseite angebracht. Dies zeigt sich in Abbildung 51.



Abbildung 51: Die markierten Punkte der Probanden (siehe die mit Pfeilen markierten Punkte).

Die Videoanalyse auf dem Laufband mit Dartfish umfasste für die folgenden Variablen:

- **Maximale Ganggeschwindigkeit**

Die Testung auf dem Laufband begann für jeden Patienten bei einer Geschwindigkeit von 2,0 km/h. Anschließend wurde um jeweils 0,3 km/h gesteigert. Jede Stufe dauerte 30 Sek.. Die Patienten hatten die Möglichkeit eine maximale Geschwindigkeit von 5,0 km/h zu bewältigen. Die Abbruchkriterien waren zum einen die wesentliche Verschlechterung des Gangbildes, welche vom Testleiter beobachtet wurde, und das subjektive Empfinden der Patienten (z.B. Schmerzen, Schwindel und Erschöpfung). Jene Geschwindig-

keit, die ein Patient als letzte Stufe bis zu 30 Sek. lang bewältigen konnte, wurde als maximale Ganggeschwindigkeit notiert.

- **Schrittlänge**

Der Abstand vom initialen Bodenkontakte eines Beines zum initialen Bodenkontakt des anderen Beines wird als Schrittlänge bezeichnet (Hennerici & Bänzner, 2001; Nicolakis & Kopf, 2005). In der seitlichen Kameraaufnahme ist es möglich, die Schrittlänge zu messen. Dieser wert eignet sich sehr gut zur Dokumentation der Rehabilitationserfolge nach einer Hüft-TEP-Implantation (Ludwig, 2012).

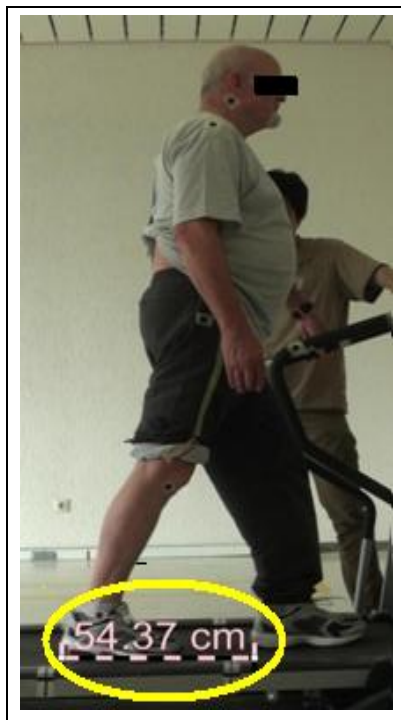


Abbildung 52: Schrittlänge (siehe optische Hervorhebung).

- **Spurbreite**

In der terminalen Stützphase kann auf der Kamerastandbildaufnahme von hinten der Abstand beider Füße voneinander gemessen werden (Ludwig, 2012).

„Die Spurbreite beim Gehen ist durch den Abstand der funktionellen Fußlängsachsen definiert. Sie ist konstante und so groß, dass das überholende Spielbein sich ohne Behinderung am Standbein vorbei bewegen kann“ (Klein-Vogelbach, Steinlin Egli & Werbeck, 2001, S. 217 - 218).

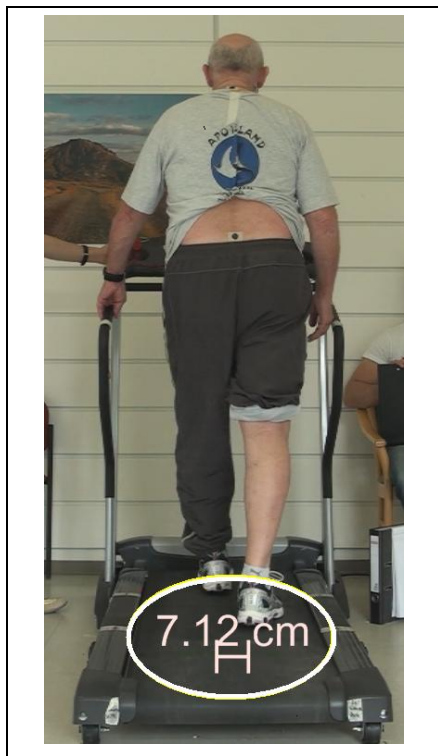


Abbildung 53: Spurbreite (siehe optische Hervorhebung).

- **Extension des Kniegelenks**

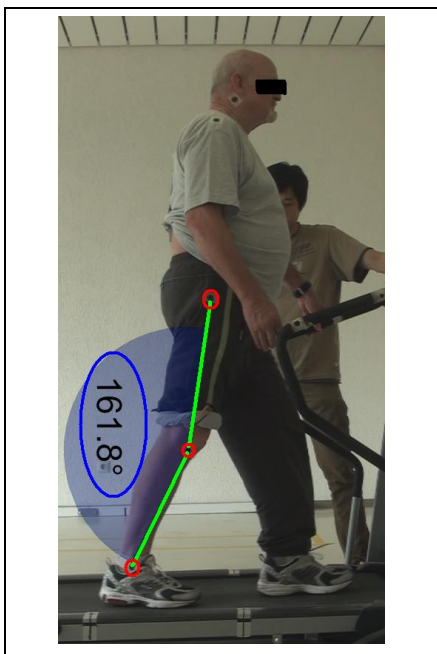


Abbildung 54: Maximale Extension des Kniegelenks (siehe optische Hervorhebung).

- **Flexion des Kniegelenks**



Abbildung 55: Maximale Flexion des Kniegelenks (siehe optische Hervorhebung).

3.3.2.5 WOMAC-Arthroseindex

Die Beurteilung des *WOMAC-Arthroseindex* in der deutschen Fassung wurde von Stucki et al. (1996) durchgeführt. Der *WOMAC-Fragebogen* wird gebraucht, um Patienten mit Arthrose des Hüft- oder Kniegelenks mit 24 Fragen zu evaluieren. Er besteht aus 3 Dimensionen mit 5 Fragen zu Schmerzen, 2 Fragen zur Steifigkeit und 17 Fragen zu Alltagsaktivitäten (Angst, Aeschlimann, Steiner & Stucki, 2001; Stucki et al., 1998).

Für jede Frage des *WOMAC-Fragebogens* müssen die Patienten auf einer Skala von null bis zehn antworten. Dies wird auch als „numerische Gradierungsskala“ bezeichnet (Stucki et al., 1996, S. 41).

keine Beschwerden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	extreme Beschwerden
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	------------------------

Der Wert „0“ entspricht keinem Schmerz, wobei eine „10“ für extreme Beschwerden steht (Stucki et al., 1996). Bei den schmerzspezifischen Fragen kann eine Punktzahl von „0“ bis maximal „50“, bei Fragen hinsichtlich der Steifigkeit von „0“ bis „20“ Punkten und bei Fragen zu Schwierigkeiten bei der Alltagsaktivität von „0“ bis maximal „170“ erreicht werden. Eine hohe Punktzahl steht für eine schlechte Gelenkfunktion des Patienten.

3.3.2.6 Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand SF-12

SF-12 setzt sich aus 12 der 36 Items des SF-36 Health Survey zusammen und stellt somit eine Kurzform des Letzteren dar (Bullinger & Kirchberger, 1998). Aufgrund der Anwendungserfahrungen des SF-36 konnte ein deutlich kürzerer Fragebogen erstellt werden, der nicht nur einfacher und schneller zu beantworten ist, sondern auch keinen schwerwiegenden Informationsverlust hinsichtlich der Patienteninformationen nach sich zieht. Der SF-36 Health Survey wurde erstellt, um den Zustand der gesundheitsbezogenen Lebensqualität der Patienten zu erfassen. Somit dient er als krankheitsübergreifendes Messinstrument, mit dessen Hilfe die subjektiven Einschätzungen von Patientengruppen hinsichtlich ihrer gesundheitsbezogenen Lebensqualität erfasst werden und dadurch gleichzeitig Rückschlüsse auf entsprechende Therapieerfolge gezogen werden können.

3.3.3 Ablauf der Untersuchung der Hauptuntersuchung I und II

Die Bliestal Kliniken in Blieskastel fundierten als Kooperationspartner und Untersuchungsstandort. Die Untersuchungen fanden im Zeitraum von Februar bis Juli 2011 im Untersuchungslabor der Bliestalkliniken statt. Damit keine Störungen oder lange Wege zwischen den einzelnen Testblöcken auftraten, wurde ein gesonderter Raum speziell für die Tests bereitgestellt. Die Patientenrekrutierung wurde vom Personal des Sekretariats der Orthopädieabteilung übernommen. Die Studie wurde vom einem Chefarzt als diagnostische Maßnahme innerhalb der Therapie angeordnet. Die einzelnen Testtermine wurden mit dem Behandlungsplan der jeweiligen Patienten abgestimmt. Dadurch konnte jeder Patient einzeln den Tests unterzogen werden. Die einzelnen Tests wurden immer von zwei Personen betreut, und zwar von einem Testleiter und einer zusätzlichen Person. Die Aufgabe des Testleiters war es, den Probanden Instruktionen zu geben, ihnen die Übung zu demonstrieren und sie allgemein zu betreuen. Die zweite Person war dazu da, mögliche Stürze der Probanden zu verhindern, indem sie die Probanden während der Übungen zusammen mit dem Testleiter sichern.

Da es sich hierbei um eine Querschnittsuntersuchung handelt, wurden die Patienten einmalig untersucht. Die Wahl des Untersuchungszeitpunkts richtete sich nach dem Abschluss bzw. dem letzten Tag der AHB der jeweiligen Patienten, der auf ungefähr fünf Wochen nach der Operation zu datieren ist. Nach den Tests wurden die Patienten aus ihrem stationären Aufenthalt in der Klinik entlassen. Eine Messung vor der AHB ist als eher kritisch zu bewerten, da der Zeitraum nach der OP viel zu kurz und die Wundheilung noch nicht abgeschlossen ist. Aus diesem Grund wurde nur ein Abschlusstest nach der AHB durchgeführt. Die Tests sollten im Hinblick auf Ganganalyse, Gleichgewicht und Gehfähigkeit durchgeführt werden. Zusätzlich wurde jedem Patienten ein Fragebogen ausgehändigt, der in zwei Fragestellungen und Aussagen den Arthroseindex (*WOMAC-Fragebogen*) und den allgemeinen Gesundheitszustand (SF12) erfassen sollte. In der nachfolgenden Abbildung (Abb. 56) wird der Untersuchungsablauf (Hauptuntersuchung I) graphisch dargestellt.

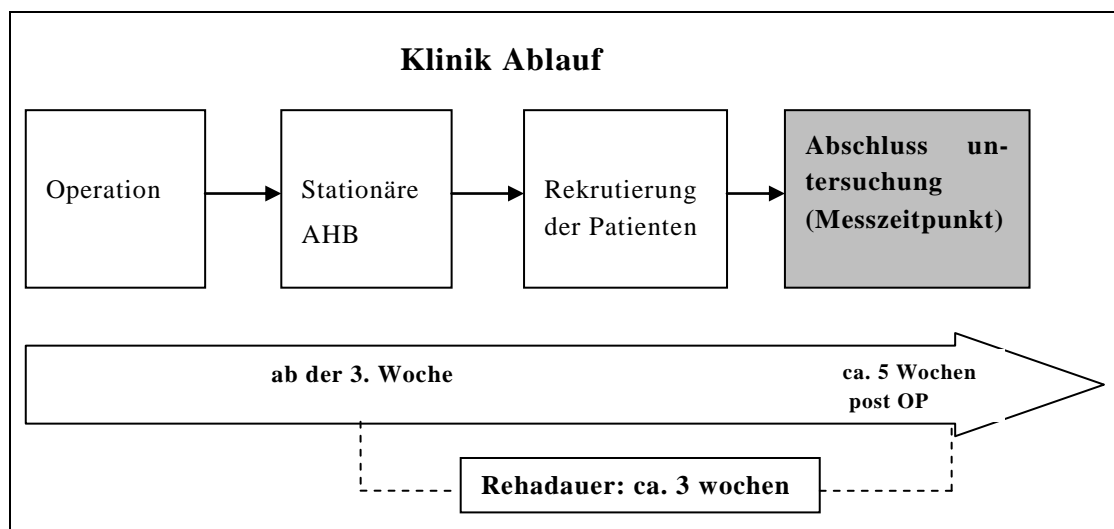


Abbildung 56: Ablauf der Hauptuntersuchung I.

Danach wurden von Februar bis März 2012 noch 40 gesunde und gleichaltrige Probanden als Referenzgruppe, größtenteils aus einer Präventivsportgruppe, im Biomechaniklabor am Institut für Sportwissenschaft der Universität Saarbrücken getestet. Des Weiteren wurden zusätzlich einige Freiwillige rekrutiert. Die Tests kamen, hinsichtlich ihres Ablaufs und Inhalts, der Abschlussuntersuchung der Blietal Klinik gleich.

3.4 Untersuchungsmethodik der Teiluntersuchung

In diesem Teilkapitel wird aufgezeigt, nach welchem Schema die Teiluntersuchung durchgeführt wurde. Zunächst wird die Personenstichprobe (Kapitel

3.4.1), das heißt eine Erläuterung der Probanden, dargestellt. Im Anschluss daran befasst man sich mit den jeweils durchgeführten Tests, also der Variablenstichprobe (Kapitel 3.4.2). In Kapitel 3.4.3 wird schließlich der genaue Ablauf der Teiluntersuchung erläutert.

3.4.1 Personenstichprobe der Teiluntersuchung

An der Untersuchung nahmen 35 Hüftendoprothesenträger der Hüftsportgruppe teil, die am Reutlinger Klinikum am Steinenberg einmal wöchentlich zu einer 60-minütigen sensomotorischen Trainingseinheit angeleitet wurden. Die Teilnahmedauer beträgt zwischen einem Monat und 12 Jahren. Sämtliche Teilnehmer sind Mitglieder des Präventionssportvereins des Hüftschulinstituts in Tübingen. Das heißt, sie sind dort versichert und die Abrechnung der Kosten erfolgt entsprechend über den Präventionssportverein.

Die fachliche Fortbildung der Gruppenleiter des Präventionssportvereins erfolgte über das Hüftsportinstitut in Tübingen. Während des Kurses werden mit gezielten Übungen die unterschiedlichsten Ausgangsstellungen wie Vierfüßlerstand, Sitz, Stand, Einbeinstand, Rücken-, Seit- und Bauchlage sowie der Gang trainiert. Im Fokus dieser Maßnahmen stehen die Steigerung der Gelenkbeweglichkeit, die Kräftigung der unteren Extremität, die Verbesserung des Gleichgewichts sowie die Förderung der Körperwahrnehmung. Außerdem soll es als Anleitung zum selbstständigen Üben dienen, die Haltung und den Gang schulen und unter anderem das Operationsergebnis sichern und optimieren. Das Hauptziel für die Gruppenteilnehmer ist die Verbesserung der Lebensqualität.

Alle Teilnehmer haben mindestens ein halbes Jahr vor Beginn der Teilnahme an der Hüftsportgruppe eine Hüfttotalendoprothese erhalten. Die Teilnehmer der Hüfttotalendoprothese wurden bei dieser Studie hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit getestet.

Die Mittelwerte der Stichprobe hinsichtlich des Alters, der Größe, des Gewichts und des BMI werden in der folgenden Tabelle (Tab. 24) dargestellt.

Tabelle 24: Mittelwerte \pm Standardabweichungen zu Alter, Größe, Gewicht und BMI der Hüftsportteilnehmer; $N = 35$

	Geschlecht (m/w)	Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)	BMI (kg / m²)
Mittelwert \pm SD	10/25	71.1 \pm 6.9	167.7 \pm 8.9	73.4 \pm 14.2	28.7 \pm 3.7

Da laut Klassifikation der Weltgesundheitsorganisation (WHO) der Bereich des Normalgewichts bei einem BMI von maximal 24.9 kg/m^2 endet, befindet sich der durchschnittliche BMI der Probandengruppe signifikant über dem Normalgewicht ($t(35)=5,90$; $p < .001$). 88.6 % der Teilnehmer überschritten den Grenzwert von 24.9 kg/m^2 . 37.1 % der Teilnehmer überschritten die Marke von 30 kg/m^2 und erreichten somit nach den Kriterien der WHO den Status der Adipositas (Referenz).

3.4.2 Variablenstichprobe der Teiluntersuchung

Die Variablenstichprobe dieser Untersuchung erfolgte wie in Kapitel 3.3.2 dieser Studie. Mit dem geringfügigen Unterschied, dass keine Ganganalyse ausgeführt werden konnte. Außerdem wurde diese Teiluntersuchung lediglich mit einer Hüftsportgruppe und nicht einer zusätzlichen Kniesportgruppe durchgeführt.

3.4.3 Ablauf der Untersuchung der Teiluntersuchung

Die Untersuchungen fanden im Oktober 2012 im Gymnastikraum am Reutlinger Klinikum am Steinenberg statt. Die Untersuchung wurde in einem Zeitraum von sechs Tagen täglich von 9 bis 18 Uhr durchgeführt.

Die Probanden wurden einmalig einer Querschnittsuntersuchung unterzogen und einzeln vor Beginn der Testdurchführung ausführlich mündlich über das Ziel der Untersuchung und die Abläufe der einzelnen Tests aufgeklärt. Danach wurden wichtige Personendaten der Probanden auf einem Anamnesebogen festgehalten.

Die Präventionssportgruppen Tübingen e.V. und die Akademie für Gesundheitsfachberufe Pfalz AG übernahmen die Versicherungskosten der Probanden während der Testdurchführung. Bei allen Tests war der Versuchsleiter ständig an der Seite der Testperson, damit er einen möglichen Sturz durch rechtzeitiges Eingreifen verhindern konnte. Die Tests sollten im Hinblick auf die Gleichgewichtsfähigkeit der Hüftsportgruppenteilnehmer durchgeführt werden. Zusätzlich sollte jeder Proband einen Fragebogen ausfüllen, in dem zwei Fragestellungen zum Arthroseindex (*WOMAC-Fragebogen*) und dem allgemeinen Gesundheitszustand (SF12) enthalten sind. Darüber hinaus wurden zwei Probanden pro Stunde parallel untersucht. Nach der Untersuchung wurden alle Daten der Probanden anonym archiviert.

3.5 Statistische Hypothesen

Im Folgenden werden die Arbeitshypothesen in statistische Hypothesen überführt. Für die Hauptuntersuchung ergeben sich fünf und für die Teiluntersuchung vier Hypothesen.

Hauptuntersuchung

- H1 Personen mit Endoprothese sind nach einer stationären Anschlussheilbehandlung signifikant schlechter bezüglich der Gleichgewichtsfähigkeit (*GGT Reha, Posturographie und TUG*) als Personen ohne Knie- oder Hüftendoprothese.
- H2 Personen mit Endoprothese sind nach einer stationären Anschlussheilbehandlung signifikant schlechter bezüglich der Gangparameter als Personen ohne Knie- oder Hüftendoprothese.
- H3 Patienten mit Knie- oder Hüftendoprothese unterscheiden sich signifikant von Personen ohne Knie- oder Hüftendoprothese hinsichtlich des *SF-12*.
- H4 Patienten mit Knie- oder Hüftendoprothese unterscheiden sich signifikant von Personen ohne Knie- oder Hüftendoprothese hinsichtlich des Funktionszustandes von Hüft- und Kniegelenk (*WOMAC*).
- H5 Bei den Patienten mit Knie- oder Hüftendoprothese besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem BMI und der Gleichgewichtsfähigkeit.

Teiluntersuchung

- H6 Die Gleichgewichtsfähigkeit lässt sich durch die Teilnahmedauer an einer Hüftsportgruppe und durch das Alter vorhersagen.
- H7 Die gesundheitsbezogene Lebensqualität (*SF-12*) lässt sich durch Gleichgewichtsfähigkeit, Alter, BMI sowie dem Funktionszustand von Knie- und Hüftgelenk von Teilnehmern einer Hüftsportgruppe (*WOMAC-Gesamtwert*) vorhersagen.
- H8 Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Variablengruppe 1 (*GGT Reha, TUG*) und der Variablengruppe der Fragebögen bezüglich der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (*SF-12*) und des Funktionszustandes von Knie- und Hüftgelenk (*WOMAC-Gesamtwert*).
- H9 Es gibt einen Unterschied zwischen der Hüftsportgruppe im Vergleich zu den anderen Gruppen derart, dass die Hüftsportgruppe bessere Ergebnisse in den Tests erzielt als die Patienten mit Hüft- und Knie-TEP nach der AHB. Im Vergleich zur Referenzgruppe sind jedoch immer noch Defizite zu erkennen.

3.6 Statistik

Hauptuntersuchung I und II

Die Dateneingabe und -auswertung dieser Untersuchung erfolgte mit dem Programm SPSS Statistics 19.0 der Firma IBM. Zur Ermittlung von Summen- und Mittelwerten, sowie signifikanten Gruppenunterschieden wurden sowohl deskriptive als auch inferenzstatistische Verfahren verwendet. Die Auswertung erfolgte über Kovarianzanalysen mit dem dreigestuften Faktor *Gruppe* (Hüfte, Knie, Kontrolle) und den Kovarianten *BMI* und *Geschlecht*. Zur Überprüfung der Zusammenhänge wurden partielle *Produkt-Moment-Korrelationen* berechnet, bei denen für BMI und das Geschlecht kontrolliert wurden.

Per Konvention wurde festgelegt, dass die Signifikanzgrenzen im Normalfall bei 5 % bzw. 1 % liegen. Bortz und Döring (2002) differenzieren diese Werte und zählen Ergebnisse, die eine Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 5 % (p -Wert $< .05$) aufweisen, zu den signifikanten Ergebnissen, und in Fällen einer Irrtumswahrscheinlichkeit $p < .01$ werden Ergebnisse als sehr signifikant deklariert (Bortz, 2005; Bortz & Döring, 2002).

Zur Prüfung der statistischen Voraussetzungen wurde jede Variable auf univariate Ausreißer mittels Boxplots geprüft. Personen, die mehr als den dreifachen Abstand zu den mittleren 50 % der Standardverteilung aufwiesen, wurden aus der jeweiligen Untersuchung herausgenommen. Zudem wurde die *Normalverteilung* (NV) mittels des *Shapiro-Wilk-Tests* (Shapiro & Wilke, 1965) geprüft, der als geeignetster Test gilt (Razali & Wah, 2011). Wenn keine NV gegeben war, wurde anhand der *Schiefte* ($< \pm 2$) und des *Exzesses* ($< \pm 3$) beurteilt, ob die Variablen annähernd normalverteilt waren. Nach Ausschluss univariater Ausreißer wiesen alle Variablen eine NV (p -Wert des Shapiro-Wilk-Tests $> .05$) oder zumindest eine annähernde NV (beurteilt anhand von Schiefe und Exzess) auf.

Die Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson misst die Richtung und das Ausmaß eines Zusammenhangs zweier Variablen. Es wird mit dem Korrelationskoeffizienten r angegeben (Pospeschill, 2006).

Um die Hypothesen zu testen, wurden Korrelationen gerechnet. Mit dem Korrelationskoeffizienten r sollen Zusammenhänge einzelner Messreihen ermittelt werden. Er stellt ein Maß zur Kennzeichnung dieser Zusammenhänge dar und seine Skala reicht von -1 bis +1.

Zur Interpretation der Korrelationseffizienten soll Tabelle 25 herangezogen werden. (2004).

Tabelle 25: Interpretation des Korrelationskoeffizienten (mod. nach Bös, Hänsel & Schott, 2004, S. 169).

Betrag des Korrelationskoeffizienten	Mögliche Interpretation
0.00	kein Zusammenhang
$0.00 \leq 0.39$	niedriger Zusammenhang
$0.40 \leq 0.69$	mittlerer Zusammenhang
$0.70 \leq 0.99$	hoher Zusammenhang
1.00	perfekter Zusammenhang

Teiluntersuchung

Wie auch für die Hauptuntersuchung wurde die Dateneingabe und -auswertung für die Teiluntersuchung das Programm SPSS Statistics 19.0 der Firma IBM verwendet. Hinsichtlich der einzelnen Hypothesen kamen die statistischen Verfahren der linearen Regression, der multiplen Regression und der kanonischen Korrelation zum Einsatz. Diese Verfahren werden im Folgenden genauer erklärt:

Regression (einfache lineare Regression):

Im Gegensatz zur Korrelationsanalyse, die sich mit dem Ausmaß und der Richtung der Abhängigkeit der untersuchten Variablen beschäftigt, untersucht die Regressionsanalyse, ob sich das Kriterium durch den Prädiktor vorhersagen lässt.

Die einzelnen Variablen werden hierbei in unterschiedliche Variablengruppen unterteilt, d. h. Prädiktorvariablen und Kriteriumsvariablen (Bös et al., 2004, S. 181). Als Prädiktorvariable (= Regressor) wird die unabhängige, zur Schätzung dienende Variable bezeichnet. Bei einer Kriteriumsvariablen (= Regressand) handelt es sich hingegen um eine Variable, die geschätzt werden soll (Pospeschill, 2006, S. 363).

Die Regressionsanalyse erweist sich als besonders hilfreich, wenn eine Variable nur mühsam zu ermitteln ist und sich ihre Schätzung bzw. Vorhersage mittels einer leichter ermittelbaren Variablen anbietet. In diesen Fällen wird anhand genannter Variablen eine Regressionsgleichung erstellt (Bös et al., 2004, S. 181).

Anhand dieser Regressionsgleichung soll eine Gerade, auch Regressionslinie genannt, ermittelt werden, die „die beste (optimale) Anpassung an einen be-

stimmten Merkmalszusammenhang liefert“ (Pospeschill, 2006, S. 363). Die erfassten Messwerte liegen allerdings nie genau auf einer Geraden sondern stellen einen Punkteschwarm dar. Bei der Regressionslinie handelt es sich um die Gerade, die den Punkteschwarm am genauesten beschreibt (ebd.).

Multiple Regression:

Handelt es sich jedoch um einen Zusammenhang mehrerer Prädiktorvariablen mit einer Kriteriumsvariablen, so spricht man von einer multiplen Regression (Bös et al., 2004, S. 190). Bei der Vorhersage der Koeffizienten sollte allerdings in Betracht gezogen werden, dass die einzelnen Prädiktorvariablen in Korrelation zueinander stehen können. Dies kann auf unterschiedlichem Wege umgesetzt werden und kann sich auf die Rolle der Variablen innerhalb der Regressionsgleichung auswirken (ebd.).

Kanonische Korrelation:

Finden sich nicht nur mehrere Prädiktorvariablen, sondern auch gleichzeitig mehrere Kriteriumsvariablen, wie in Hypothese 8 dieser Untersuchung, so bedient man sich des kanonischen Korrelationsverfahrens (Bortz, Lienert & Boehnke, 2000, S. 326; Pospeschill, 2013, S. 165). Dabei werden die Kriteriums- und Prädiktorvariablen „getrennt faktorisiert und über ihre ersten Faktoren dann so rotiert, dass deren (kanonische) Korrelation maximal wird“ (Pospeschill, 2013, S. 165). Dabei beseitigt dieses Verfahren die Korrelationen innerhalb der jeweiligen Variablengruppe, damit lediglich die Korrelationen zwischen beiden Variablengruppen erhalten bleiben (Theus, 2004, S. 137).

MANOVA (Multivariate Varianzanalyse):

In einer Varianzanalyse (Analysis of Variance (ANOVA)) wird die Wirkung einer oder mehrerer unabhängiger Variablen auf eine abhängige Variable untersucht (Pospeschill, 2006, S. 259). Möchte man die Wirkung auf mehrere abhängige Variablen untersuchen, so handelt es sich um eine multivariate Varianzanalyse (MANOVA).

Die Varianzanalyse wird in Untersuchungssituationen eingesetzt, in denen die der Unterschied zwischen Mittelwerten von Gruppen untersucht werden soll (Pospeschill, 2006, S. 258).

4 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Hauptuntersuchung und die Ergebnisse der Teiluntersuchung werden getrennt dargestellt. Die Hypothesen 1 - 5 gehören zu der Hauptuntersuchung I und II und werden daher im Kapitel 4.1 verdeutlicht. Die Hypothesen 6 - 9 gehören zur Teiluntersuchung und sind daher in Kapitel 4.2 zu finden.

4.1 Ergebnisse der Hauptuntersuchung I und II

In diesem Unterkapitel werden die durch die Untersuchungen und statistischen Berechnungen ermittelten Ergebnisse hinsichtlich der Hypothesen verglichen und überprüft.

Um einzelne Merkmale der Gruppen – wie beispielsweise das Geschlecht der Teilnehmer – auf signifikante Unterschiede zu untersuchen, wurden univariante Varianzanalysen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 26: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gruppenmerkmale mit Signifikanzangabe (p-Wert).

	Hüfte (n = 42)	Knie (n = 45)	Referenz (n = 40)	F-Wert	p-Wert
Alter (Jahre)	69.8 ± 6.7	66.3 ± 9.7	67.5 ± 5.0	2.41	.094
BMI (kg/m ²)	29.6 ± 4.5	29.5 ± 5.5	24.3 ± 3.1	18.15	.000

Betrachtet man nun die Auswertung dieser Tests, fällt auf, dass die Gruppen signifikante Unterschiede bezüglich des BMI aufweisen. Da diese Variablen die Berechnungen zur Gleichgewichtsfähigkeit beeinflussen können, müssen sie als Kovarianten in die Analysen aufgenommen werden.

4.1.1 Hypothese 1 (Unterschiede der Gleichgewichtsfähigkeit zwischen den Untersuchungsgruppen)

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Analysegruppen, also den Hüft-TEP-Patienten, den Knie-TEP-Patienten und der Referenzgruppe, bezüglich der statischen und dynamischen Gleichgewichtsfähigkeit werden in diesem Abschnitt untersucht.

Zur Überprüfung der ersten Hypothese wurden die TEP-Gruppen bezüglich *GGT Reha*, *Posturographie* und *TUG* mit der Referenzgruppe verglichen.

4.1.1.1 GGT Reha statisch

In der folgenden Tabelle 27 werden die ermittelten Kontraste hinsichtlich des *GGT Reha* statisch zwischen den jeweiligen TEP-Patientengruppen und der Referenzgruppe aufgezeigt.

Tabelle 27: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich des GGT Reha statisch.

Gruppe	M (Punkte)	SD	N
Hüft-TEP	18.87	5.38	39
Knie-TEP	18.60	5.46	43
Referenz	30.05	4.37	40
Gruppenvergleiche	F-Wert	p-Wert	η_p^2
Hüft-TEP vs. Referenz	69.38	.000	.37
Knie-TEP vs. Referenz	71.04	.000	.38
Hüft-TEP vs. Knie-TEP	0.04	.843	.00

Dabei fällt auf, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen dem Hüft-Patienten und der Referenzgruppe und ebenso zwischen den Knie-Patienten und der Referenzgruppe gibt. Zwischen der Knie-TEP-Gruppe und der Hüft-TEP-Gruppe konnte allerdings kein signifikanter Unterschied erfasst werden.

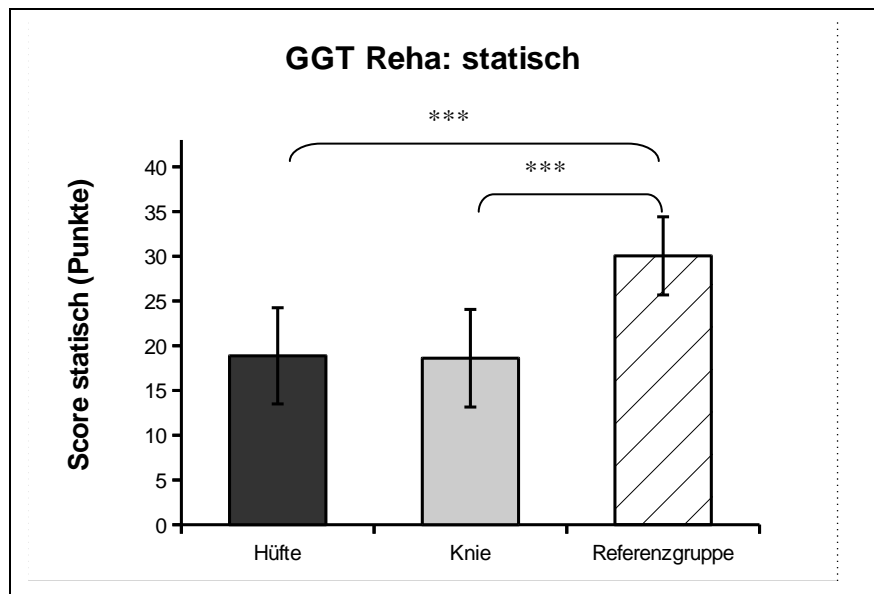


Abbildung 57: Mittelwerte (\pm SD) des statischen GGT Reha.

Die Referenzgruppe wies eine bessere statische Gleichgewichtsfähigkeit auf als die beiden Patientengruppen, auch unter Kontrolle von BMI und Geschlecht.

4.1.1.2 GGT Reha dynamisch

In der folgenden Tabelle 28 werden die ermittelten Kontraste hinsichtlich des GGT Reha dynamisch zwischen jeweils beiden TEP-Patientengruppen und der Referenzgruppe aufgezeigt.

Tabelle 28: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich GGT Reha dynamisch.

Gruppe	M (Punkte)	SD	N
Hüft-TEP	25.38	13.63	39
Knie-TEP	26.60	13.35	43
Referenz	44.05	3.27	40
Gruppenvergleiche	F-Wert	p-Wert	η_p^2
Hüft-TEP vs. Referenz	39.96	.000	.26
Knie-TEP vs. Referenz	26.55	.000	.19
Hüft-TEP vs. Knie-TEP	1.46	.229	.01

Dabei zeigt sich, dass ein signifikanter Unterschied zwischen Hüft-Patienten und der Referenzgruppe vorliegt. Weiterhin wurde zwischen Knie-Patienten und Referenzgruppe ebenfalls ein signifikanter Unterschied gefunden. Der Unterschied zwischen den TEP-Patientengruppen wurde jedoch nicht signifikant.

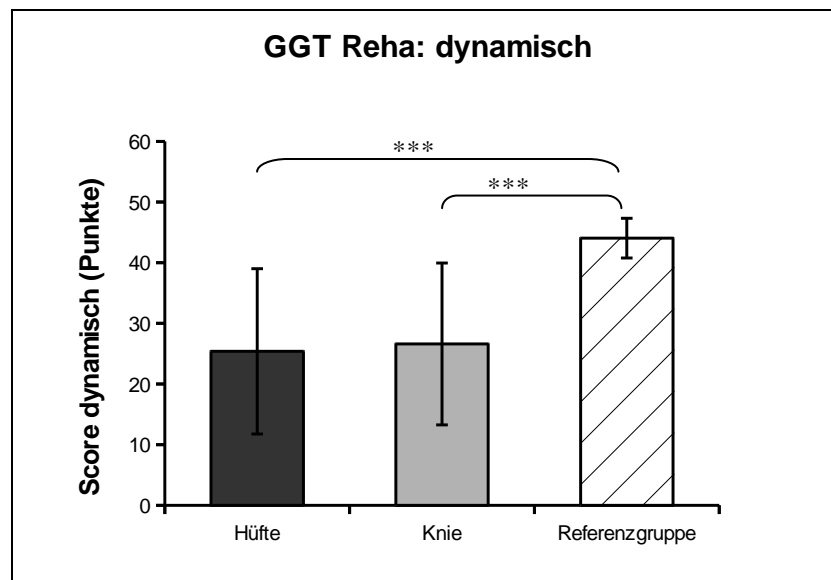


Abbildung 58: Mittelwerte (\pm SD) des dynamischen GGT Reha.

Die Referenzgruppe wies eine bessere dynamische Gleichgewichtsfähigkeit auf als die beiden Patientengruppen, auch unter Kontrolle von BMI und Geschlecht.

4.1.1.3 GGT Reha gesamt

In der folgenden Tabelle 29 werden die ermittelten Kontraste hinsichtlich des GGT Reha gesamt zwischen jeweils beiden TEP-Patientengruppen und der Referenzgruppe aufgezeigt.

Tabelle 29: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich *GGT Reha* gesamt.

Gruppe	M (Punkte)	SD	N
Hüft-TEP	44.26	17.67	39
Knie-TEP	45.21	16.83	43
Referenz	74.10	6.86	40
Gruppenvergleiche			
Gruppenvergleiche	F-Wert	p-Wert	η_p^2
Hüft-TEP vs. Referenz	59.89	.000	.34
Knie-TEP vs. Referenz	47.51	.000	.29
Hüft-TEP vs. Knie-TEP	0.71	.401	.01

Dabei fällt auf, dass sich hinsichtlich des *GGT Reha* gesamt ein signifikanter Unterschied zwischen Hüft-Patienten und der Referenzgruppe ergab. Weiterhin wurde zwischen Knie-Patienten und Referenzgruppe ein signifikanter Unterschied gefunden. Auch für *GGT Reha* gesamt waren die TEP-Patientengruppen nicht zu unterscheiden.

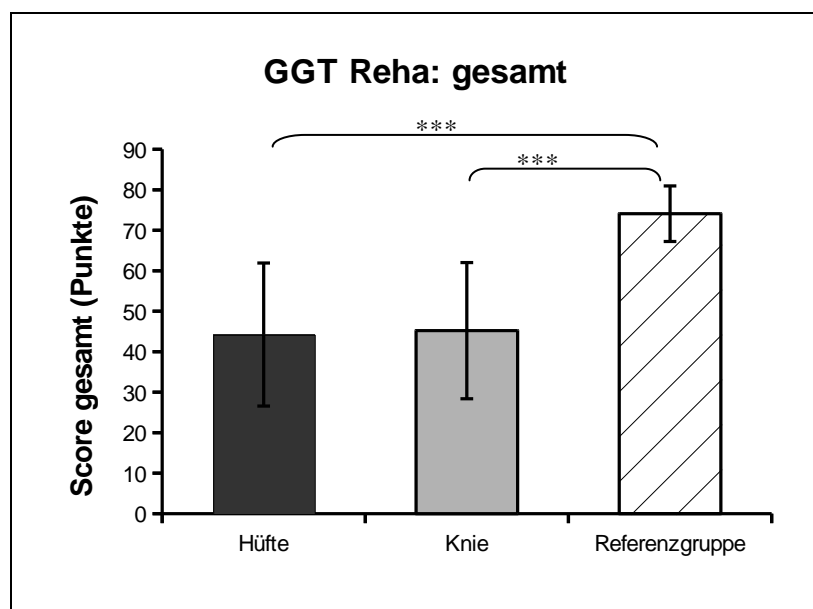


Abbildung 59: Mittelwerte (\pm SD) des gesamten *GGT Reha*.

Die Referenzgruppe wies im gesamten Test bessere Gleichgewichtsfähigkeiten auf als die beiden Patientengruppen, auch unter Kontrolle von BMI und Geschlecht.

4.1.1.4 Posturographie mit Zebris Plattform

Die Messung der *Posturographie* setzt sich aus sieben Parametern zusammen. Drei Parameter werden sowohl mit offenen, als auch mit geschlossenen Augen gemessen. Dabei handelt es sich um *Hüftbreiter Stand*, *Füße parallel zusammen* und um *Füße hintereinander*. Der siebte Parameter ist der *Einbeinstand*.

Tabelle 30 zeigt die Mittelwerte (*M*) und Standardabweichungen (*SD*) bei den jeweiligen Parametern für den **Schwankweg**. Dabei gingen nur diejenigen Versuchsteilnehmer in die Analysen ein, welche die Übung erfolgreich abgeschlossen haben.

Tabelle 30: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben.

Gruppe	Schwankweg (in mm) der Probanden pro Übung (Parameter)						
	Hüftbreiter Stand	Hüftbreiter Stand mit geschlossenen Augen	Füße parallel zusammen	Füße parallel zusammen mit geschlossenen Augen	Füße hintereinander	Füße hintereinander mit geschlossenen Augen	Einbeinstand
Hüft-TEP							
M (in mm)	199.8	314.7	343.8	576.9	658.5	1167.5	933.9
SD	54.6	138.1	131.8	267.6	229.0	261.9	197.3
N	42	42	42	42	28	9	11
Knie-TEP							
M (in mm)	207.1	301.4	306.3	481.4	635.8	1017.2	875.5
SD	81.1	146.5	118.8	259.0	270.0	281.7	397.9
N	45	44	43	43	37	17	7
Referenz							
M (in mm)	180.0	242.0	225.2	377.1	597.9	1133.8	661.5
SD	46.2	97.7	72.2	150.4	193.0	294.0	190.7
N	40	40	40	40	40	26	35

Die folgende Tabelle 31 zeigt die Gruppenvergleiche bezüglich des Parameters der Schwankwege der Probanden pro Übung. Für diejenigen Parameter, bei denen es signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gab, sind die Daten in der Tabelle fett dargestellt.

Tabelle 31: Gruppenvergleiche bezüglich des Parameters der Schwankwege, abhängig von der Untersuchungsgruppe und der Übung.

Gruppenvergleiche	Schwankweg (in mm) der Probanden pro Übung (Parameter)						
	Hüftbreiter Stand	Hüftbreiter Stand mit geschlossenen Augen	Füße parallel zusammen	Füße parallel zusammen mit geschlossenen Augen	Füße hintereinander	Füße hintereinander mit geschlossenen Augen	Einbeinstand
Hüft vs. Referenz							
F	1.50	4.76	23.45	14.81	1.16	0.64	9.71
p	.223	.031	.000	.000	.284	.429	.003
η_p^2	.01	.04	.16	.11	.01	.01	.17
Knie vs. Referenz							
F	2.66	5.41	14.95	7.85	1.57	0.06	5.52
p	.105	.022	.000	.006	.214	.814	.023
η_p	.02	.04	.11	.06	.02	.00	.10
Hüft vs. Knie							
F	0.22	0.34	1.04	1.24	0.02	0.28	0.00
p	.642	.847	.311	.268	.880	.600	.997
η_p	.00	.00	.01	.01	.00	.01	.00

Die signifikanten Ergebnisse der vier Parameter sind in der Abbildung 60 noch einmal verdeutlicht. In den Teilabbildungen wird ersichtlich, dass es immer nur Unterschiede zwischen den beiden TEP-Patientengruppen bezüglich der Referenzgruppe gibt. Die beiden TEP-Patientengruppen sind sich auf diesen Parametern sehr ähnlich.

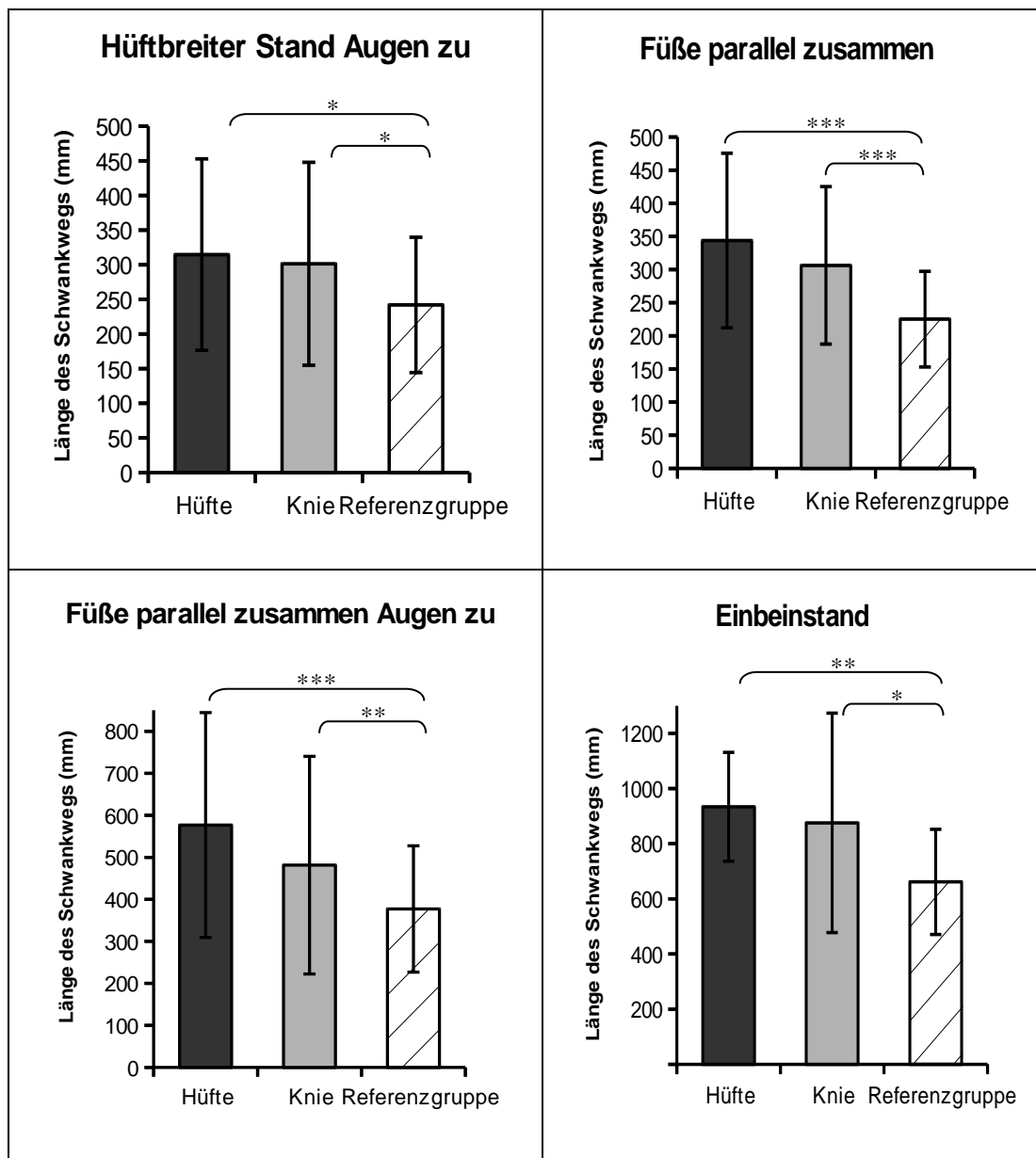


Abbildung 60: Gruppenmittelwerte (M) (\pm SD) bezüglich signifikant unterschiedlicher Parameter des Schankweges (in mm).

Die Analysen bezüglich der **Schwankfläche** erfolgten analog zu den Analysen des Schankweges. Jedoch zeigten sich für die Parameter keine signifikanten Unterschiede außer für den Parameter Einbeinstand. Der Vergleich von Hüftgruppe und Referenzgruppe zeigt einen signifikanten Unterschied ($F(1,48) = 6.24$; $p = .016$; $\eta_p^2 = .16$). Weiterhin wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den Kniepatienten und der Referenzgruppe gefunden ($F(1,48) = 5.02$; $p = .030$; $\eta_p^2 = .10$). Da der letzte Kontrast, der Knie- und Hüftpatienten vergleicht, nicht signifikant wurde ($F(1,48) = 0.11$; $p = .740$),

spricht das Ergebnis dafür, dass es einen Unterschied zwischen gesunden Probanden und kranken Probanden gibt. Ein Unterschied zwischen den Patienten mit einer Endoprothese ist aber nicht ersichtlich.

4.1.1.5 Timed Up and Go Test

In der folgenden Tabelle 32 werden die ermittelten Kontraste hinsichtlich des *Timed Up and Go Tests* zwischen jeweils beiden TEP-Patientengruppen und der Referenzgruppe aufgezeigt.

Tabelle 32: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich Timed Up and Go Test.

Gruppe	M (Sekunden)	SD	N
Hüft-TEP	11.66	5.40	39
Knie-TEP	11.38	5.05	43
Referenz	5.74	1.17	40
Gruppenvergleiche	F-Wert	p-Wert	η_p^2
Hüft-TEP vs. Referenz	23.44	.000	.17
Knie-TEP vs. Referenz	15.91	.000	.12
Hüft-TEP vs. Knie-TEP	0.78	.381	.01

Dabei fällt auf, dass sich hinsichtlich des *Timed Up and Go Tests* ein signifikanter Unterschied zwischen Hüft-Patienten und der Referenzgruppe ergab. Weiterhin wurde zwischen Knie-Patienten und Referenzgruppe ein signifikanter Unterschied gefunden. Die TEP-Patientengruppen unterschieden sich bezüglich des *Timed Up and Go Tests* allerdings nicht signifikant.

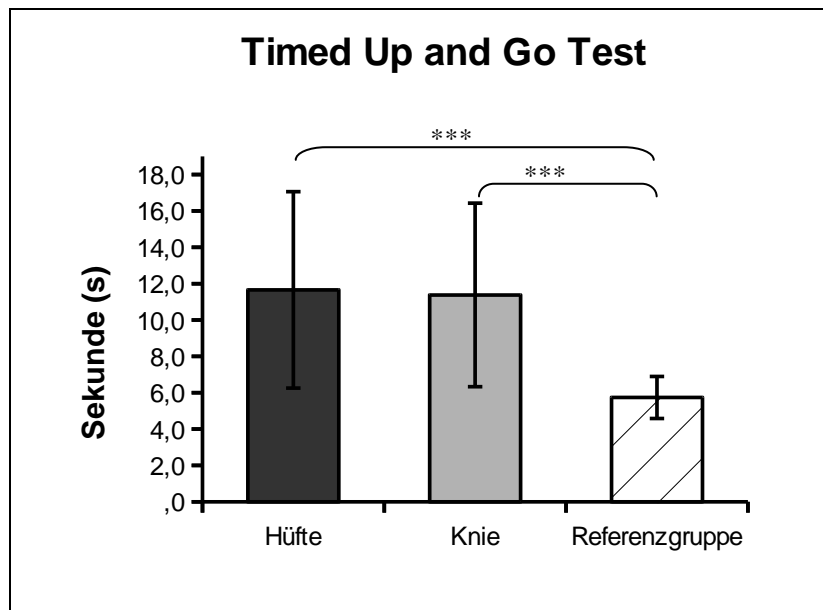


Abbildung 61: Timed Up and Go Test.

Die Referenzgruppe wies – auch unter Kontrolle für BMI und Geschlecht – im *Timed Up and Go Test* kürzere Zeiten auf als die beiden Patientengruppen.

Abbildung 62 zeigt die Verteilung des Rehabilitationserfolges bezüglich des *Timed Up and Go Tests*.

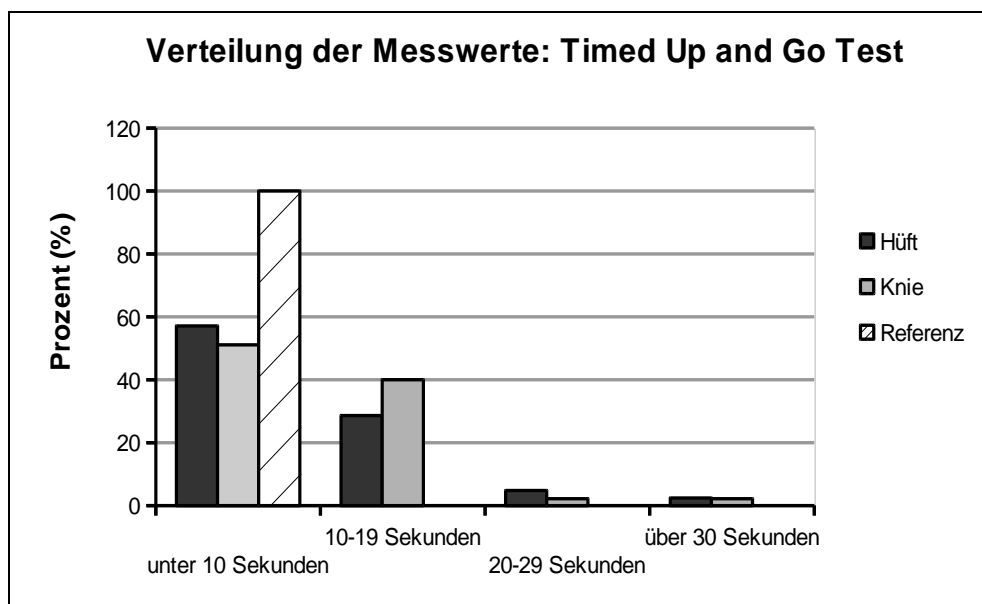


Abbildung 62: Verteilung der Messwerte des Timed Up and Go Tests.

Hinsichtlich des TUG ergab sich ein gruppenspezifisches Muster der benötigten Zeiten. So lagen in der Gruppe der Patienten mit Knieendoprothese 57.1 % unter 10 Sekunden, 28.6 % zwischen 10 und 19 Sekunden, 4.8 % zwischen 20 und 29 Sekunden und 2.4 % über 30 Sekunden. Bei den Patienten mit Hüftendoprothese lagen 51.1 % unter 10 Sekunden, 40.0 % zwischen 10 und 19 Sekunden, 2.2 % zwischen 20 und 29 Sekunden und 2.2 % über 30 Sekunden. In der Referenzgruppe erreichten alle Probanden eine Zeit unterhalb von 10 Sekunden.

4.1.1.6 Zusammenfassung der Hypothese 1

Stellt man die Ergebnisse der Knie-TEP-Patienten denen der Hüft-TEP-Patientengruppe gegenüber, zeigen sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der statischen und dynamischen Gleichgewichtsfähigkeit. Beim Vergleich der beiden Patientengruppen mit der Referenzgruppe zeigte sich durchweg, dass die Referenzgruppe bessere Werte im statischen, dynamischen und gesamten *GGT Reha* aufwies. Daher kann die Rehabilitation nicht als erfolgreich bezeichnet werden.

Bei der *Posturographie* zeigte sich ein gemischtes Ergebnis. Es zeigten sich bei vier von sieben Parametern signifikante Unterschiede zwischen der jeweiligen TEP-Patientengruppe und der Referenzgruppe, jedoch keine Unterschiede zwischen den TEP-Patientengruppen. Damit kann der Rehabilitationserfolg für diesen Aspekt in Frage gestellt werden.

Für den *TUG*-Test wurden ähnlich Ergebnisse ermittelt. Vergleicht man die Werte der Hüft-TEP-Patientengruppe mit den Werten der Referenzgruppe, zeigt sich ein signifikanter Unterschied zugunsten der Referenzgruppe. Dies gilt auch für den Vergleich zwischen den Knie-TEP-Patienten und der Referenzgruppe. Stellt man allerdings die Werte der Knie-TEP-Gruppe und die der Hüft-TEP-Gruppe gegenüber, lässt sich kein signifikanter Unterschied verzeichnen. In der Referenzgruppe lagen alle Zeitmesswerte unter 10 Sekunden während in der Hüft- und in der Knie-TEP-Gruppe jeweils nur zwischen 50 % und 60 % der Patienten Werte unter 10 Sekunden aufwiesen.

4.1.2 Hypothese 2 (Unterschiede in Gangparameter zwischen den Untersuchungsgruppen)

Dieser Abschnitt konzentriert sich auf die Unterschiede zwischen den TEP-Patientengruppen nach der AHB und der Referenzgruppe bezüglich der Gangparameter. Dabei wurde besonders auf die Parameter *maximale Gehgeschwindigkeit*, *Schrittlänge*, *Schrittbreite*, *Knieflexion* und *Knieextension* geachtet.

4.1.2.1 Maximale Geschwindigkeit

In der folgenden Tabelle 33 werden die ermittelten Kontraste hinsichtlich der maximalen Geschwindigkeit zwischen jeweils beiden TEP-Patientengruppen und der Referenzgruppe aufgezeigt.

Tabelle 33: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich der maximalen Geschwindigkeit.

Gruppe	M (km/h)	SD	N
Hüft-TEP	4.28	0.79	24
Knie-TEP	3.99	0.87	31
Referenz	5.00	0.00	40
Gruppenvergleiche	F-Wert	p-Wert	η_p^2
Hüft-TEP vs. Referenz	17.57	.000	.16
Knie-TEP vs. Referenz	22.08	.000	.20
Hüft-TEP vs. Knie-TEP	0.23	.633	.00

Für den Parameter *Maximale Geschwindigkeit* zeigt sich dabei ein signifikanter Kontrast zwischen der Hüftgruppe und der Referenzgruppe. Zudem ergab sich ein signifikanter Kontrast zwischen der Kniegruppe und der Referenz-

gruppe. Wie erwartet, zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen.

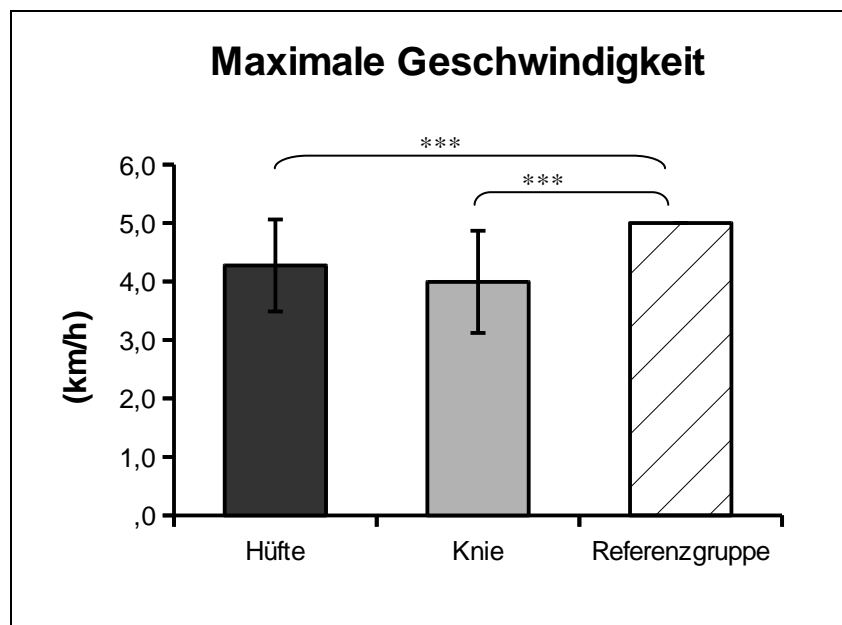


Abbildung 63: Mittelwerte (\pm SD) der maximalen Geschwindigkeit der Probanden.

4.1.2.2 Schrittlänge

In der folgenden Tabelle 34 werden die ermittelten Kontraste hinsichtlich der Schrittlänge zwischen jeweils beiden TEP-Patientengruppen und der Referenzgruppe aufgezeigt. Die Gehgeschwindigkeit auf dem Laufband betrug dabei 2,6 km/h.

Tabelle 34: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich der Schrittlänge.

Gruppe	M (cm)	SD	N
Hüft-TEP	41.00	5.30	24
Knie-TEP	40.89	7.08	31
Referenz	44.33	4.60	40
Gruppenvergleiche			
Gruppenvergleiche	F-Wert	p-Wert	η_p^2
Hüft-TEP vs. Referenz	17.57	.000	.16
Knie-TEP vs. Referenz	22.08	.000	.20
Hüft-TEP vs. Knie-TEP	0.49	.030	.05

Für den Parameter *Schrittlänge* fiel dabei ein signifikanter Kontrast zwischen der Hüftgruppe und der Referenzgruppe auf. Es ergab sich aber kein signifikanter Kontrast zwischen der Kniegruppe und der Referenzgruppe. Wie erwartet, zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen.

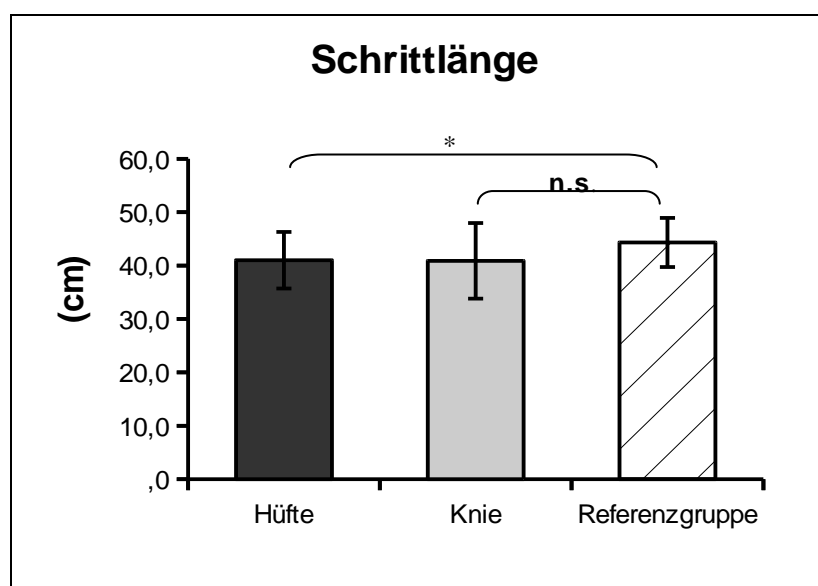


Abbildung 64: Mittelwerte (\pm SD) der Schrittlänge der Probanden.

4.1.2.3 Spurbreite

In der folgenden Tabelle 35 werden die ermittelten Kontraste hinsichtlich der Spurbreite zwischen jeweils beiden TEP-Patientengruppen und der Referenzgruppe aufgezeigt. Die Gehgeschwindigkeit betrug dabei wieder 2,6 km/h.

Tabelle 35: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich der Spurbreite.

Gruppe	M (cm)	SD	N
Hüft-TEP	7.08	3.09	24
Knie-TEP	8.31	3.61	31
Referenz	5.46	2.42	40
Gruppenvergleiche			
Gruppenvergleiche	F-Wert	p-Wert	η_p^2
Hüft-TEP vs. Referenz	1.24	.269	.01
Knie-TEP vs. Referenz	5.71	.019	.06
Hüft-TEP vs. Knie-TEP	1.49	.225	.02

Für den Parameter *Spurbreite* zeigte sich dabei kein signifikanter Kontrast zwischen der Hüftgruppe und der Referenzgruppe. Der Kontrast zwischen der Kniegruppe und der Referenzgruppe war allerdings signifikant. Wie erwartet, zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen.

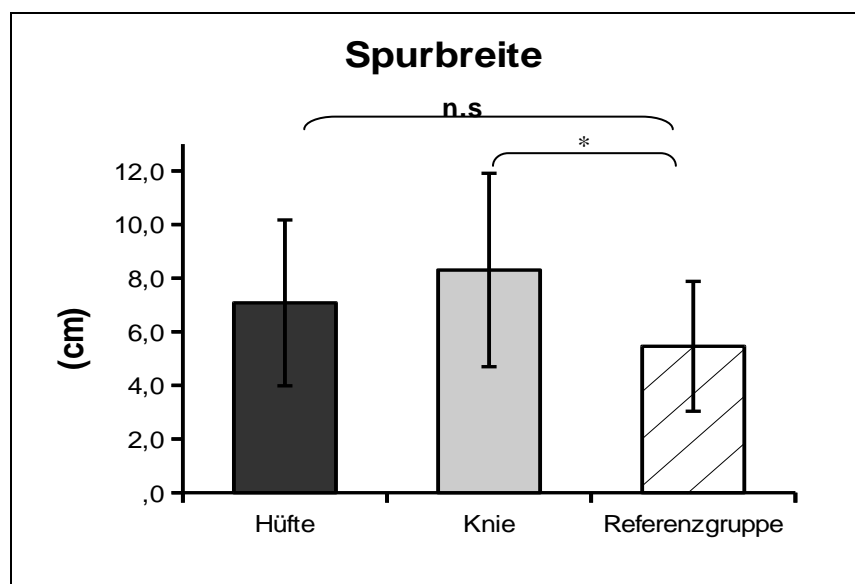


Abbildung 65: Mittelwerte (\pm SD) der Spurbreite der Probanden.

4.1.2.4 Knieflexion

In der folgenden Tabelle 36 werden die ermittelten Kontraste hinsichtlich des *GGT Reha* zwischen jeweils beiden TEP-Patientengruppen und der Referenzgruppe aufgezeigt. Die Gehgeschwindigkeit betrug dabei ebenfalls 2,6 km/h.

Tabelle 36: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich der Knieflexion.

Gruppe	M (°)	SD	N
Hüft-TEP	57.32	7.67	24
Knie-TEP	56.02	6.09	31
Referenz	65.50	4.21	40
Gruppenvergleiche			
Gruppenvergleiche	F-Wert	p-Wert	η_p^2
Hüft-TEP vs. Referenz	20.97	.000	.19
Knie-TEP vs. Referenz	28.83	.000	.24
Hüft-TEP vs. Knie-TEP	0.56	.456	.01

Für den Parameter *Knieflexion* zeigt sich dabei ein signifikanter Kontrast zwischen der Hüftgruppe und der Referenzgruppe. Zudem ergab sich ein signifikanter Kontrast zwischen der Kniegruppe und der Referenzgruppe. Wie erwartet, zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen.

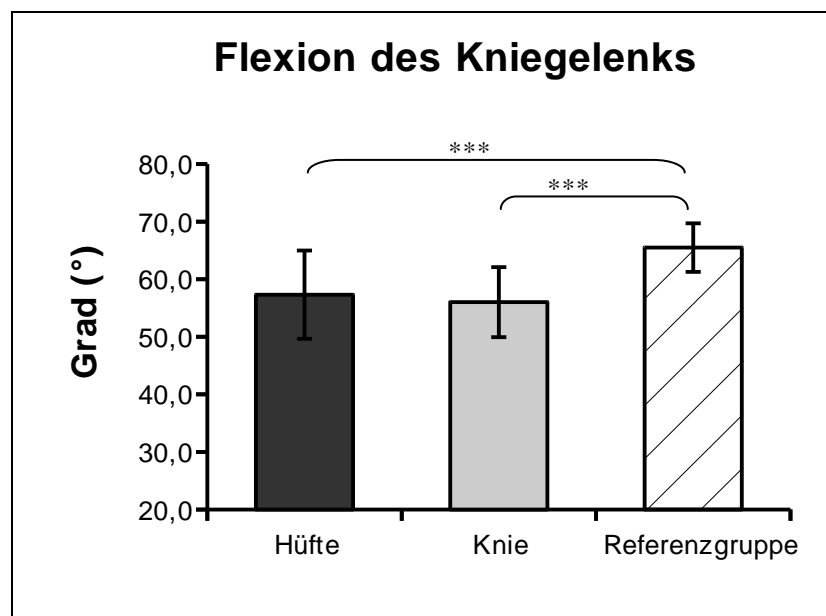


Abbildung 66: Mittelwerte (\pm SD) der Knieflexion der Probanden.

4.1.2.5 Knieextension

In der folgenden Tabelle 37 werden die ermittelten Kontraste hinsichtlich der Knieextension zwischen jeweils beiden TEP-Patientengruppen und der Refe-

renzgruppe aufgezeigt. Die Gehgeschwindigkeit betrug wie bei den vorhergehenden Parametern 2,6 km/h.

Tabelle 37: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich der Knieextension.

Gruppe	M (°)	SD	N
Hüft-TEP	15.08	6.49	24
Knie-TEP	18.04	5.07	31
Referenz	11.13	2.60	40
Gruppenvergleiche	F-Wert	p-Wert	η_p^2
Hüft-TEP vs. Referenz	14.74	.000	.14
Knie-TEP vs. Referenz	37.83	.000	.30
Hüft-TEP vs. Knie-TEP	4.87	.030	.05

Für den Parameter *Knieextension* zeigt sich ein signifikanter Kontrast zwischen der Hüftgruppe und der Referenzgruppe. Zudem ergab sich ein signifikanter Kontrast zwischen der Kniegruppe und der Referenzgruppe. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen. Damit zeigt sich, dass die Hüftpatienten eine stärkere Flexion des Kniegelenkes aufweisen als die Kniepatienten.

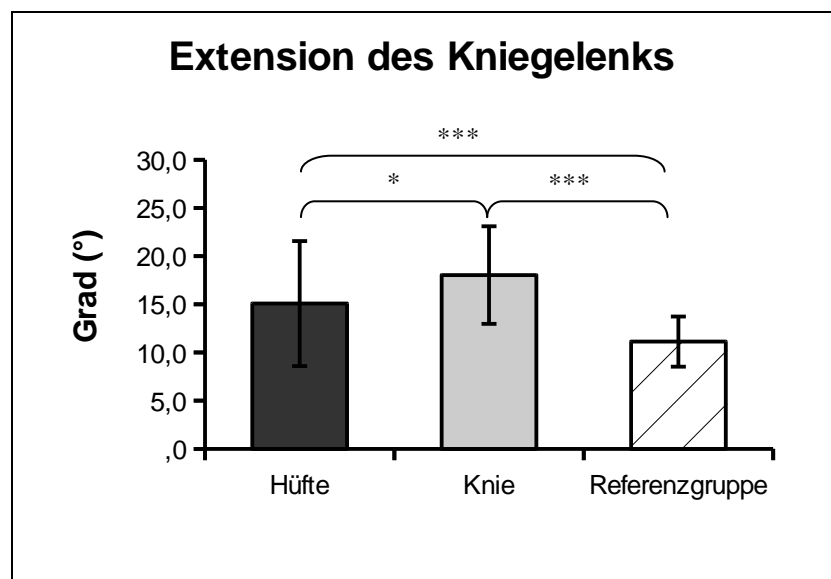


Abbildung 67: Mittelwerte (\pm SD) der Knieextension der Probanden.

4.1.2.6 Zusammenfassung der Hypothese 2

Die Kontraste zeigten bei allen Parametern keine signifikanten Unterschiede zwischen Knie- und Hüft-TEP-Patienten, außer beim Ausmaß der Knieextension. Allerdings gab es signifikante Unterschiede von Hüft-TEP- und Knie-TEP-Patienten im Vergleich zur Referenzgruppe, was die Geschwindigkeit und die Knieflexion angeht. Keine signifikanten Unterschiede existierten hinsichtlich der Spurbreite zwischen Hüft-TEP- und Referenzgruppe sowie der Schrittlänge zwischen Knie-TEP- und Referenzgruppe. Außerdem zeigte sich ein signifikanter Unterschied bezüglich der Knieextension zwischen den beiden Patientengruppen.

4.1.3 Hypothese 3 (Unterschiede in der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (SF-12) zwischen den Untersuchungsgruppen)

In der folgenden Tabelle 38 werden die ermittelten Kontraste hinsichtlich der gesundheitsbezogenen Lebensqualität zwischen jeweils beiden TEP-Patientengruppen und der Referenzgruppe aufgezeigt.

Tabelle 38: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich der Lebensqualität.

Gruppe	M (Punkte)	SD	N
Hüft-TEP	29.09	3.10	34
Knie-TEP	28.91	2.31	33
Referenz	30.08	2.86	38
Gruppenvergleiche			
Gruppenvergleiche	F-Wert	p-Wert	η_p^2
Hüft-TEP vs. Referenz	3.92	.050	.04
Knie-TEP vs. Referenz	5.26	.024	.05
Hüft-TEP vs. Knie-TEP	0.14	.709	.00

Statistisch konnte bezüglich des Parameters *Lebensqualität* ein signifikanter Kontrast zwischen der Hüftgruppe und der Referenzgruppe nachgewiesen werden. Wie auch für die Hüftgruppe konnte statistisch ein signifikanter Kontrast zwischen der Kniegruppe und der Referenzgruppe nachgewiesen werden. Zwischen den beiden Patientengruppen ergab sich, wie erwartet, kein Unterschied.

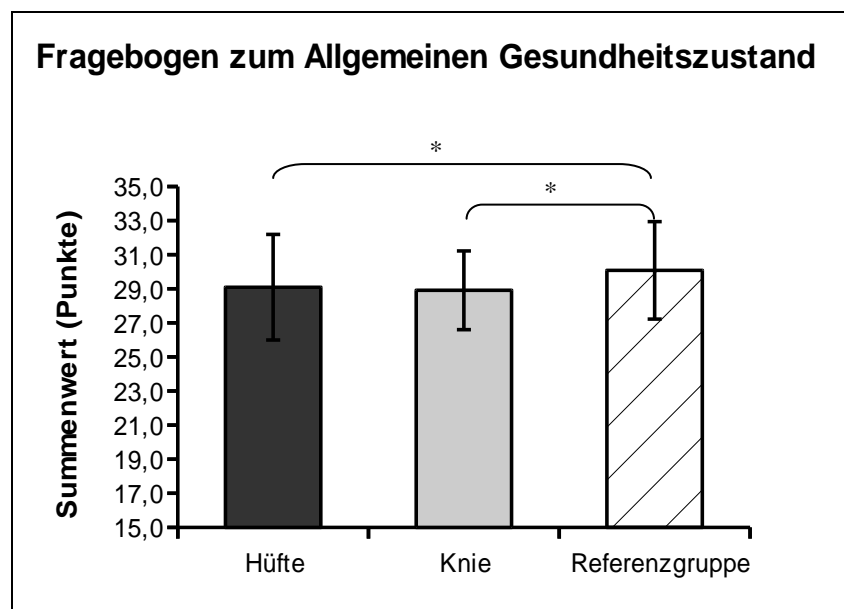


Abbildung 68: Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF-12.

Alles in allem konnte hinsichtlich des allgemeinen Gesundheitszustandes und der Lebensqualität ein signifikanter Unterschied zwischen der Hüftpatienten-

gruppe und der Referenzgruppe festgestellt werden. Der Vergleich zwischen der Kniepatientengruppe und der Referenzgruppe wies ebenfalls einen signifikanten Unterschied auf. Für die abschließende Gegenüberstellung der Ergebnisse beider Patientengruppen konnte wiederum erwartungsgemäß kein signifikanter Unterschied ermittelt werden.

4.1.4 Hypothese 4 (Unterschiede im WOMAC Arthroseindex zwischen den Untersuchungsgruppen)

In der folgenden Tabelle 39 werden die ermittelten Kontraste hinsichtlich des *WOMAC-Arthroseindex* zwischen jeweils beiden TEP-Patientengruppen und der Referenzgruppe aufgezeigt.

Tabelle 39: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die Gruppenvergleiche bezüglich des WOMAC.

WOMAC-Dimensionen	Gruppe	M (Punkte)	SD	N
WOMAC-Schmerz	Hüft-TEP	6.49	6.59	37
	Knie-TEP	10.22	7.69	41
	Referenz	1.62	2.27	39
WOMAC-Steifigkeit	Hüft-TEP	4.16	3.63	37
	Knie-TEP	5.78	3.79	41
	Referenz	1.69	1.87	39
WOMAC-Funktionsfähigkeit	Hüft-TEP	42.86	29.87	37
	Knie-TEP	31.41	20.88	41
	Referenz	6.87	7.95	39
WOMAC-Gesamtwert	Hüft-TEP	53.51	36.94	37
	Knie-TEP	47.41	29.11	41
	Referenz	10.18	10.79	39
WOMC-Dimensionen	Gruppenvergleiche	F-Wert	p-Wert	η_p^2
WOMAC-Schmerz	Hüft-TEP vs. Referenz	11.06	.001	.09
	Knie-TEP vs. Referenz	34.10	.000	.23
	Hüft-TEP vs. Knie-TEP	7.45	.007	.06
WOMAC-Steifigkeit	Hüft-TEP vs. Referenz	6.24	.014	.05
	Knie-TEP vs. Referenz	23.35	.000	.17
	Hüft-TEP vs. Knie-TEP	6.41	.013	.05
WOMAC-Funktionsfähigkeit	Hüft-TEP vs. Referenz	30.98	.000	.22
	Knie-TEP vs. Referenz	12.47	.001	.10
	Hüft-TEP vs. Knie-TEP	4.78	.031	.04
WOMAC-Gesamtwert	Hüft-TEP vs. Referenz	27.69	.000	.20
	Knie-TEP vs. Referenz	20.69	.000	.16
	Hüft-TEP vs. Knie-TEP	0.58	.450	.01

Bei der statistischen Betrachtung der Dimension *WOMAC Schmerz* konnte ein signifikanter Kontrast zwischen der Hüftgruppe und der Referenzgruppe nachgewiesen werden. Ein signifikanter Kontrast ergab sich außerdem auch zwischen der Kniegruppe und der Referenzgruppe. Hinsichtlich des Vergleiches der beiden Patientengruppen konnte ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Hüftgruppe zeigte hierbei bessere Ergebnisse als die Kniegruppe.

Für den Dimension *WOMAC Steifigkeit* ergab sich ebenfalls ein signifikanter Kontrast zwischen der Hüftgruppe und der Referenzgruppe. Zudem ergab sich ein signifikanter Kontrast zwischen der Kniegruppe und der Referenzgruppe. Es zeigte sich außerdem ein Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen. Die Hüftgruppe hatte ein besseres Ergebnis als die Kniegruppe.

Für die Dimension *WOMAC Funktionsfähigkeit* ergab sich erneut ein signifikanter Kontrast zwischen der Hüftgruppe und der Referenzgruppe. Zudem ergab sich ein signifikanter Kontrast zwischen der Kniegruppe und der Referenzgruppe. Wie erwartet zeigte sich ein Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen. Die Kniegruppe zeigte ein besseres Ergebnis als die Hüftgruppe.

Letztendlich ergab sich für den Parameter *WOMAC Gesamtwert* erwartungsgemäß ein signifikanter Kontrast zwischen der Hüftgruppe und der Referenzgruppe. Zudem ergab sich ein signifikanter Kontrast zwischen der Kniegruppe und der Referenzgruppe. Wie erwartet zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen.

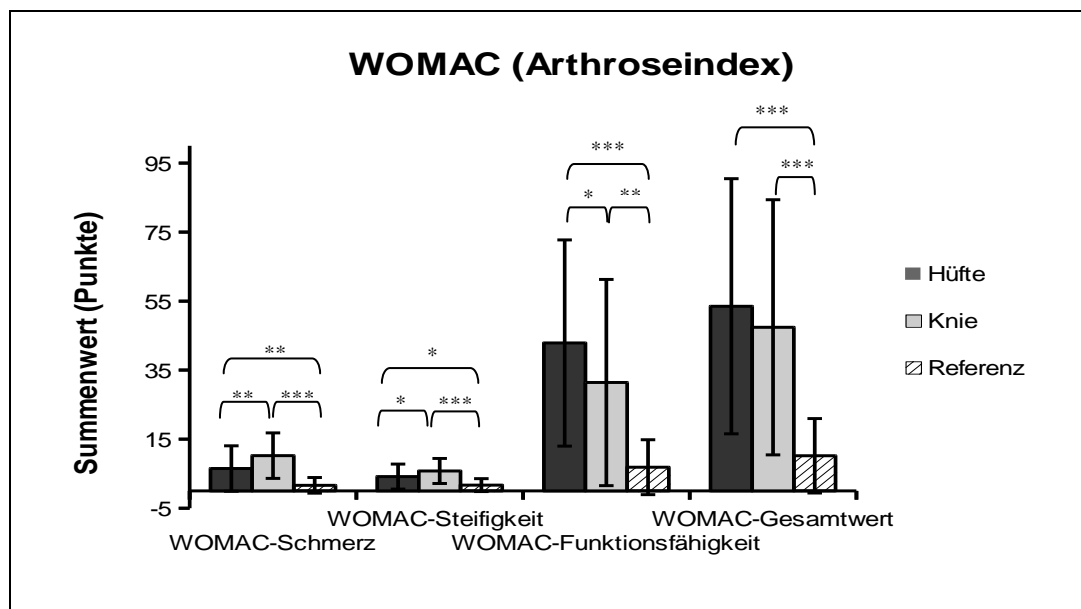


Abbildung 69: WOMAC: Arthroseindex.

Insgesamt ergab sich für drei *WOMAC*-Dimensionen *Schmerz*, *Steifigkeit* und *Funktionsfähigkeit* hinsichtlich des Vergleichs zwischen den TEP-Patientengruppen und der Referenzgruppe ein signifikanter Unterschied. Bei der Gegenüberstellung der Knie- und der Hüft-TEP-Patientengruppe zeigten sich für die Dimensionen *Schmerz* und *Steifigkeit* bessere Werte seitens der Hüftgruppe. Für die Dimension *Funktionsfähigkeit* wies allerdings die Kniegruppe bessere Werte auf. Bei der Ermittlung des *WOMAC*-Gesamtwertes fiel allerdings kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Patientengruppen auf.

4.1.5 Hypothese 5 (Zusammenhang zwischen dem BMI und der Gleichgewichtsfähigkeit)

Es wurden für die zwei Stufen Knie und Hüfte des Faktors „Gruppe“ Korrelationen zwischen BMI und *GGT Reha*, *Posturographie* bzw. *TUG* berechnet.

Für die Hüftgruppe ergab sich eine nicht signifikante Korrelation zwischen BMI und *GGT Reha* von $r = -.25$. Zwischen BMI und *TUG* wurde ebenfalls eine **nicht signifikante Korrelation** von $r = .23$ beobachtet. Dies zeigt die nachfolgende Abbildung (Abb. 70).

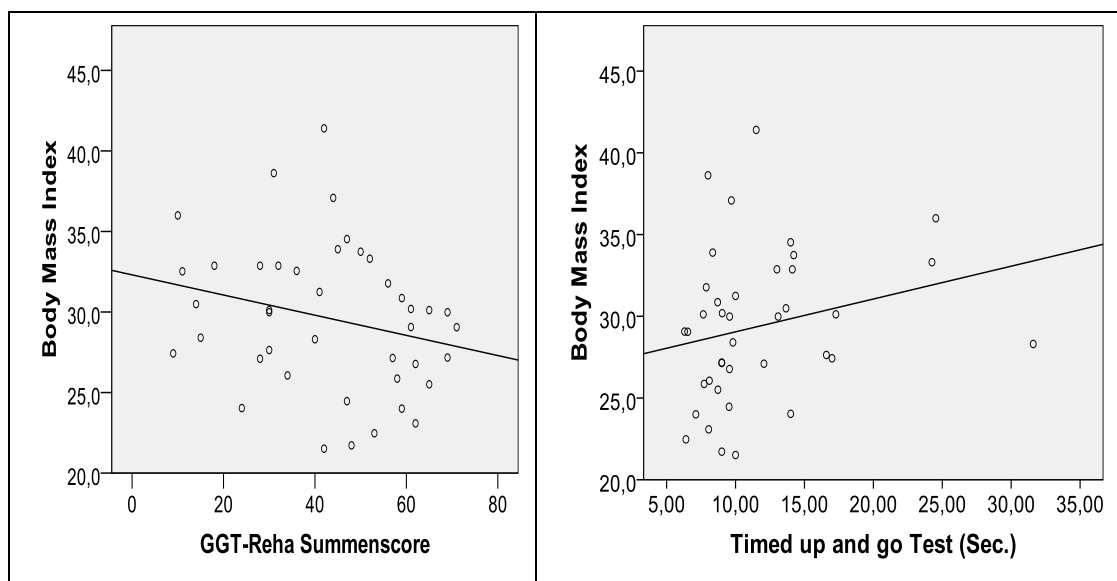


Abbildung 70: Korrelation zwischen BMI und Gleichgewichtsfähigkeit (*GGT Reha* und *TUG*) für die Hüftgruppe.

In der Kniegruppe waren ebenfalls **weder** die Korrelation zwischen BMI und *GGT Reha* ($r = -.08$), **noch** die Korrelation zwischen BMI und *TUG* ($r = .13$) **signifikant**. Dies wird in der folgenden Abbildung (Abb. 71) noch einmal verdeutlicht.

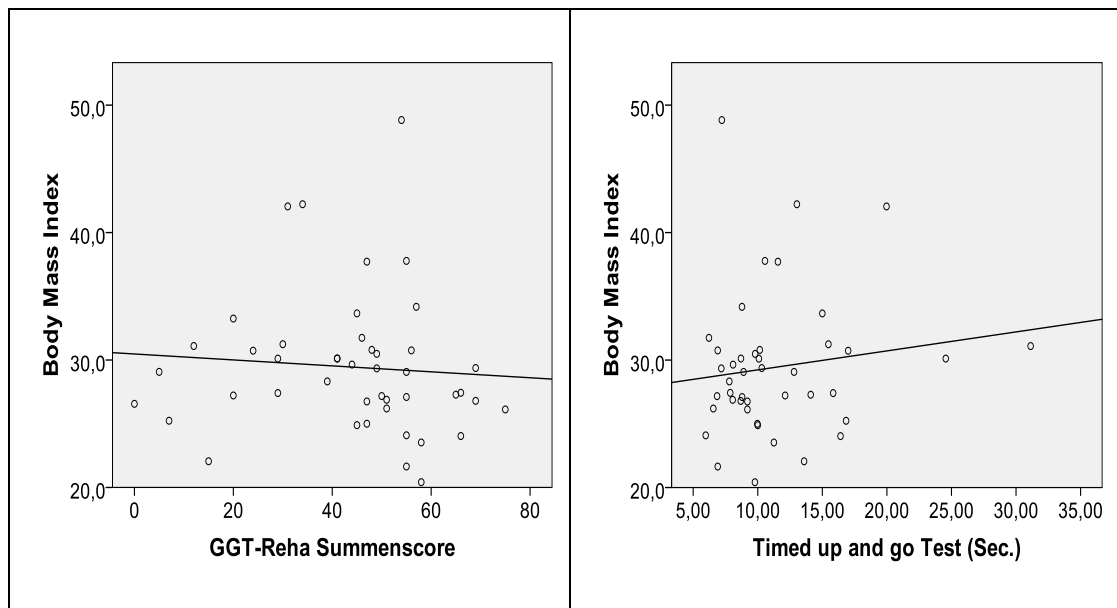


Abbildung 71: Korrelation zwischen BMI und Gleichgewichtsfähigkeit (GGT Reha und TUG) für die Kniegruppe

In der Referenzgruppe ergab sich **kein signifikanter Zusammenhang** zwischen BMI und *GGT Reha* ($r = -.17$), allerdings wurde eine **signifikante Korrelation** zwischen BMI und *TUG* von $r = .37$ ($p < .05$) gefunden (siehe Abb. 72).

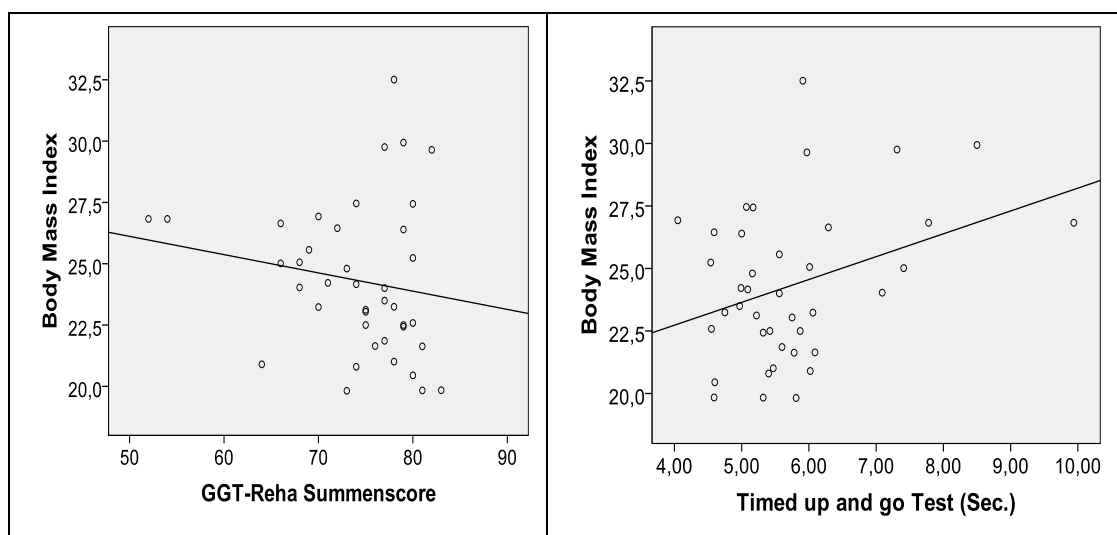


Abbildung 72: Korrelation zwischen BMI und Gleichgewichtsfähigkeit (GGT Reha und TUG) für die Referenzgruppe

Bei der Untersuchung der Hüft- und Knie-TEP-Gruppe ließ sich keine signifikante Korrelation feststellen, weder für die Korrelation zwischen BMI und *GGT Reha*, noch für die Korrelation zwischen BMI und *TUG*. Bei der Unter-

suchung der Referenzgruppe konnte zwar ebenfalls keine signifikante Korrelation zwischen BMI und *GGT Reha* festgestellt werden, dafür konnte aber eine signifikante Korrelation zwischen BMI und *TUG* beobachtet werden.

Alle sieben Parameter der *Posturographie* korrelierten für die Hüftgruppe, Kniegruppe und Referenzgruppe nicht mit dem BMI.

4.2 Ergebnisse der Teiluntersuchung

In diesem Unterkapitel werden die durch die Untersuchungen und statistischen Berechnungen ermittelten Ergebnisse hinsichtlich der Hypothesen 6 - 8 verglichen und überprüft. Für die statistische Auswertung wurden Regressionen und eine kanonische Korrelation angewandt.

4.2.1 Hypothese 6 (Vorhersage des Gleichgewichts durch die Teilnahmedauer und das Alter der Teilnehmer)

Die Überprüfung der Hypothese, dass sich die Gleichgewichtsfähigkeit durch die Teilnahmedauer an einer Hüftsportgruppe und durch das Alter vorhersagen lässt, wurde mittels einer hierarchischen Regression überprüft. Hierbei wurde im ersten Schritt die Gleichgewichtsfähigkeit nur auf die Teilnahmedauer regressiert, da davon ausgegangen wurde, dass dies ein guter Prädiktor sein sollte. Im zweiten Schritt wird Modell 1 um den Prädiktor Alter ergänzt.

Im Folgenden werden nur die zwei Regressionen ausführlich berichtet, bei denen wenigstens ein signifikantes Ergebnis zu verzeichnen war. Dies war bezüglich *GGT Reha* und dem Untertest der *Posturographie* Füße parallel zusammen der Fall.

In folgender Tabelle 40 ist die deskriptive Statistik jener Variablen dargestellt, für die in der hierarchischen Regression eine signifikante Vorhersage ermittelt wurde.

Tabelle 40: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben.

Prädiktoren	M	SD	N
Teilnahmedauer (Monate)	60.86	51.18	35
Alter (Jahre)	71.11	6.85	35
Kriterien			
GGT Reha: gesamt	60.31	13.03	35
Posturographie (Füße parallel zusammen)	315.64	135.31	35

Tabelle 41 dient noch einmal zur Übersicht der Ergebnisse der hierarchischen Regressionen.

Tabelle 41: Ergebnisse der hierarchischen Regressionen in der Übersicht

	R ²	R ² _{adj}	Beta-Werte	
			Alter	Teilnahmedauer
GGT Reha: gesamt	.48	.18	-.48 (p=.005)	n.s.
TUG	.34	.06	n.s.	n.s.
Posturographie				
Hüftbreiter Stand	.18	.04	n.s.	n.s.
Hüftbreiter Stand mit geschlossenen Augen	.07	.06	n.s.	n.s.
Füße parallel zusammen	.39	.10	.39 (p=.028)	n.s.
Füße parallel zusammen mit geschlossenen Augen	.17	.02	n.s.	n.s.
Füße hintereinander	.18	.03	n.s.	n.s.
Füße hintereinander mit geschlossenen Augen	.21	.03	n.s.	n.s.
Einbeinstand	.46	.13	n.s.	n.s.

GGT Reha: Modell 1, welches allein die Teilnahmedauer als Prädiktor berücksichtigte, zeigte kein signifikantes Ergebnis ($\beta_{\text{Teilnahme}} = .08$; $t(33)_{\text{Teilnahme}} = .46$; $p = .648$). Erst durch die Hinzunahme von Alter verbesserte sich die Vorhersage bezüglich der Gleichgewichtsfähigkeit ($\beta_{\text{Teilnahme}} = .19$; $t_{\text{Teilnahme}}(32) = 1.21$; $p = .237$; $\beta_{\text{Alter}} = -.48$; $t(32)_{\text{Alter}} = -3.02$; $p = .005$). Diese Verbesserung wird auch durch die Betrachtung der R^2_{adj} für beide Modelle ersichtlich. Der Zuwachs von Modell 1 zu Modell 2 betrug $.22$, sodass nun ein $R^2_{\text{adj}} = .18$ resultierte. Somit lässt sich etwa 18 % der Varianz der Gleichgewichtsfähigkeit, bemessen durch *GGT Reha*, zusammen durch Alter und Teilnahmedauer erklären. Teilnahmedauer allein jedoch ist kein guter Prädiktor.

Untertest Posturographie Füße parallel zusammen: Modell 1, welches nur die Teilnahmedauer als Prädiktor berücksichtigte, zeigte kein signifikantes Ergebnis ($\beta_{\text{Teilnahme}} = .10$; $t_{\text{Teilnahme}}(33) = .60$; $p = .554$). Erst durch die Hinzunahme von Alter verbesserte sich die Vorhersage bezüglich der Gleichgewichtsfähigkeit ($\beta_{\text{Teilnahme}} = .01$; $t_{\text{Teilnahme}}(32) = .08$; $p = .939$; $\beta_{\text{Alter}} = .39$; $t(32)_{\text{Alter}} = 2.31$; $p = .028$). Auch die Betrachtung des R^2 zeigt diese Vorhersageverbesserung. Der Zuwachs von Modell 1 zu Modell 2 betrug $.14$, sodass nun ein $R^2_{\text{adj}} = .10$ resultierte. Das entspricht einer Varianzaufklärung von 10 % an der Gleichgewichtsfähigkeit, bemessen durch Füße parallel zusammen, zusammen durch Alter und Teilnahmedauer. Teilnahmedauer allein ist wiederum kein guter Prädiktor.

Alle weiteren Regressionen ergaben keinerlei signifikante Ergebnisse.

4.2.2 Hypothese 7 (Vorhersage der Lebensqualität durch das Gleichgewicht, das Alter und den BMI der Teilnehmer und den WOMAC)

Laut der Hypothese sollte sich die gesundheitsbezogene Lebensqualität, gemessen mit dem *SF-12*-Fragebogen, durch Gleichgewichtsfähigkeit, Alter, BMI sowie den Funktionszustand von Knie- und Hüftgelenk vorhersagen lassen. Allerdings waren keine signifikanten Ergebnisse ersichtlich. Somit scheint die Lebensqualität nicht durch diese Prädiktoren vorhersagbar.

Für die Untertests der *Posturographie* musste eine eigene multiple Regression gerechnet werden, da es sehr viele Personen gab, die an einigen Aufgaben gescheitert sind. Durch einen paarweisen Ausschluss der Fälle konnten die Analysen gerechnet werden. Allerdings sind auch hier keine signifikanten Ergebnisse bezüglich der Vorhersage der Lebensqualität durch die Untertests der *Posturographie* zu berichten.

4.2.3 Hypothese 8 (Zusammenhänge zwischen dem Gleichgewicht und dem Variablenset WOMAC und SF-12)

Hypothese 8 beschäftigt sich mit dem Zusammenhang zwischen zwei Variablensets deren Zusammenhangsstruktur durch die kanonische Korrelation explorativ genauer untersucht werden soll: *TUG*, *Posturographie* und *GGT Reha* auf der einen Seite und *SF-12* und *WOMAC* auf der anderen Seite. Variablenset 1 enthält die Variablen *GGT Reha* und *TUG* und steht für die Gleichgewichtsfähigkeit. Die Untertests der *Posturographie* wurden nicht berücksichtigt, da zu wenig Probanden die Tests absolvieren konnten und damit die Daten nicht aussagekräftig wären.

Variablenset 2 setzt sich aus den Variablen *SF-12* und *WOMAC* zusammen und steht somit für ein Set aus Fragebögen.

In der folgenden Tabelle 42 werden die Ergebnisse genauer dargestellt:

Tabelle 42: Kanonische Korrelation zwischen Variablenset 1 (*GGT Reha*, *TUG*) und Variablenset 2 (*SF-12*, *WOMAC*).

Erste- und zweite kanonische Korrelation	Wilk's Λ	χ^2	df	R	R ²	p
1	.529	20.08	4	.685	.469	.000
2	.995	0.16	1	.072	.005	.687
Kanonische Gleichung						
Set 1						
GGT gesamt	-.649					
TUG	1.000					
Set 2						
SF-12	-.384					
WOMAC	.960					

Die kanonische Korrelationsanalyse zeigte, dass nur eine der zwei möglichen kanonische Korrelationen mit χ^2 (N=35,4) = 20.08, $p < .001$ signifikant wurde. Die Varianzaufklärung lag mit einem $R^2 = .469$ bei 47 %.

Die zweite kanonische Korrelation wurde nicht signifikant χ^2 (N=35,1) = .16, $p = .687$, sodass nur die erste kanonische Korrelation interpretiert werden darf.

Die erste kanonische Korrelation zeigt für Set 1, dass *GGT Reha* mit einer Ladung von -.649, aber vor allem *TUG* mit einer Ladung von 1.000 in die Korrelation stark eingehen.

Für Set 2 zeigt sich, dass *SF-12* mit einer Ladung von -.384 und *WOMAC* mit einer Ladung von .960 in die Korrelation eingehen.

Da vor allem *TUG* (Set 1) und *WOMAC* (Set 2) in die erste kanonische Korrelation eingehen, folgt für die Interpretation der Zusammenhänge, dass diese Variablen ausschlaggebend für die Beziehung zwischen Gleichgewichtsfähigkeit (Set 1) und den Fragebögen (Set 2) sind.

4.2.4 Hypothese 9 (Unterschiede zwischen Hüftsportgruppe und den drei anderen Gruppen der Hauptuntersuchung)

Anhand der multivariaten Analyse wird deutlich, dass es einen Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich der Testvariablen geben muss ($\Lambda = .43$, $F(12, 325.72) = 10.35$, $p < .001$, $\eta^2 = .248$). Um die Unterschiede zwischen den Gruppen näher betrachten zu können, wurden im Folgenden einfache Kontraste berechnet, bei denen jeweils eine Gruppe mit der Hüftsportgruppe hinsichtlich der Variablen *GGT Reha gesamt*, *TUG*, *WOMAC* und *SF-12* verglichen wurde.

In der folgenden Tabelle 43 werden die ermittelten deskriptiven Ergebnisse des *GGT Reha gesamt*, des *TUG*, des *WOMAC* sowie des *SF-12* und die Ergebnisse hinsichtlich des Vergleichs der Hüftsportgruppe mit den restlichen Probandengruppen dieser Untersuchung (siehe Hauptuntersuchung) aufgezeigt, das heißt also mit der Hüft-TEP-Gruppe, der Knie-TEP-Gruppe und der Referenzgruppe. Die Untertests der Posturographie wurden nicht berücksichtigt, da zu wenig Probanden die Tests absolvieren konnten und damit die Daten nicht aussagekräftig wären.

Tabelle 43: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD), Versuchsteilnehmer (N), die die Tests erfolgreich absolviert haben, sowie die jeweiligen Gruppenvergleiche pro Test.

Testvariablen	Gruppe	M (Punkte)	SD	N
GGT Reha: gesamt	Hüft-TEP	43.90	18.65	29
	Knie-TEP	46.72	17.25	29
	Referenz	74.16	6.87	37
	Hüftsport	60.31	13.03	35
TUG	Hüft-TEP	11.33	4.75	29
	Knie-TEP	11.19	4.09	29
	Referenz	5.76	1.19	37
	Hüftsport	7.04	1.18	35
WOMAC: gesamt	Hüft-TEP	50.69	36.36	29
	Knie-TEP	50.45	28.89	29
	Referenz	10.59	10.92	37
	Hüftsport	42.20	35.42	35
SF-12	Hüft-TEP	29.00	3.14	29
	Knie-TEP	28.79	2.38	29
	Referenz	29.97	2.82	37
	Hüftsport	30.29	2.70	35
	Gruppenvergleiche			p-Wert
GGT Reha: gesamt	Hüft-TEP- vs. Hüftsportgruppe			.000
	Knie-TEP- vs. Hüftsportgruppe			.000
	Referenz- vs. Hüftsportgruppe			.000
TUG	Hüft-TEP- vs. Hüftsportgruppe			.000
	Knie-TEP- vs. Hüftsportgruppe			.000
	Referenz- vs. Hüftsportgruppe			.081
WOMAC: gesamt	Hüft-TEP- vs. Hüftsportgruppe			.249
	Knie-TEP- vs. Hüftsportgruppe			.263
	Referenz- vs. Hüftsportgruppe			.000

SF-12	Hüft-TEP- vs. Hüftsportgruppe	.067
	Knie-TEP- vs. Hüftsportgruppe	.034
	Referenz- vs. Hüftsportgruppe	.633

Die Betrachtung der Mittelwerte des *GGT Reha gesamt* aller vier Probandengruppen zeigt, dass die Hüftsportgruppe eine bessere Leistung erbringt als die beiden TEP-Gruppen nach AHB, da bei diesem Test ein höherer Wert eine bessere Leistung anzeigt ($M_{\text{Hüft-TEP}} = 43.90$; $M_{\text{Knie-TEP}} = 46.72$; $M_{\text{Hüftsport}} = 60.31$). Die Werte der Referenzgruppe konnten von der Hüftsportgruppe allerdings weder erreicht noch übertroffen werden ($M_{\text{Referenz}} = 74.16$). Im direkten Gruppenvergleich ließ sich für *GGT Reha gesamt* zwischen der Hüft-TEP- und der Hüftsportgruppe ein signifikanter Unterschied in der Leistung ermitteln ($p < .001$). Dies gilt ebenfalls für den direkten Vergleich zwischen der Knie-TEP- und der Hüftsportgruppe ($p < .001$) sowie für den direkten Vergleich zwischen der Referenz- und der Hüftsportgruppe ($p < .001$). Somit bestehen seitens der Hüftsportgruppe weiterhin Leistungsdefizite im Vergleich zur Referenzgruppe, jedoch zeigt sich schon eine deutliche Leistungssteigerung gegenüber den TEP-Patientengruppen.

Bezüglich der anhand des *TUG* ermittelten Mittelwerte aller vier Probandengruppen lässt sich feststellen, dass die Mittelwerte der Hüftsportgruppe geringer – und somit besser – sind als die Werte beider TEP-Probandengruppen nach AHB ($M_{\text{Hüft-TEP}} = 11.33$; $M_{\text{Knie-TEP}} = 11.19$; $M_{\text{Hüftsport}} = 7.04$). Die Werte der Referenzgruppe konnten von der Hüftsportgruppe allerdings ebenfalls nicht erreicht werden ($M_{\text{Referenz}} = 5.76$). Im direkten Gruppenvergleich ließ sich für den *TUG* zwischen der Hüft-TEP- und der Hüftsportgruppe ein signifikanter Unterschied ermitteln ($p < .001$). Dies gilt ebenfalls für den direkten Vergleich zwischen der Knie-TEP- und der Hüftsportgruppe ($p < .001$). Hingegen beim direkten Vergleich zwischen der Referenz- und der Hüftsportgruppe konnte kein signifikanter Unterschied ermittelt werden ($p = .081$), trotz der oben genannten leicht besseren Mittelwerte.

Betrachtet man die Ergebnisse des *WOMAC*, so fällt auf, dass die Hüftsportgruppe leicht niedrigere Werte aufweist als jeweils die Hüft- und Knie-TEP-Gruppe. Somit ist das Befinden der Hüftsportgruppe besser als das der zwei Patientengruppen ($M_{\text{Hüft-TEP}} = 50.69$; $M_{\text{Knie-TEP}} = 50.45$; $M_{\text{Hüftsport}} = 42.20$). Die Referenzgruppe weist hingegen deutlich niedrigere Werte auf als die Hüftsportgruppe und somit auch als die beiden TEP-Probandengruppen ($M_{\text{Referenz}} = 10.59$). Dies spiegelt sich auch in den jeweiligen direkten Vergleichen wider. Denn dort lässt sich weder beim direkten Vergleich der Hüftsportgruppe mit der Hüft-TEP-Probandengruppe ($p = .249$) noch im direkten Vergleich der Hüftsportgruppe mit der Knie-TEP-Probandengruppe ($p = .263$) ein signifikan-

ter Unterschied feststellen. Im direkten Vergleich zwischen der Hüftsportgruppe und der Referenzgruppe zeigt sich jedoch ein signifikanter Unterschied ($p < .001$).

Hinsichtlich des *SF-12* zeigt sich, dass die Mittelwerte aller vier betrachteten Gruppen kaum voneinander abweichen ($M_{\text{Hüft-TEP}} = 29.00$; $M_{\text{Knie-TEP}} = 28.79$; $M_{\text{Hüftsport}} = 30.29$; $M_{\text{Referenz}} = 29.97$). Daher zeigte sich auch beim direkten Vergleich zwischen der Hüftsportgruppe und der Hüft-TEP-Gruppe ($p = .067$) sowie beim direkten Vergleich zwischen der Hüftsportgruppe und der Referenzgruppe ($p = .633$) jeweils kein signifikanter Unterschied. Nur für den direkten Vergleich zwischen der Hüftsportgruppe und der Knie-TEP-Gruppe ließ sich ein signifikanter Unterschied feststellen ($p = .034$), was sich als auffällig erweist.

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Hauptuntersuchung I und II

Nachdem sich Kapitel 3.3 und 4.1 (Hauptuntersuchung I und II) mit der Darstellung der Untersuchung sowie deren Ergebnisse befasst hatten, behandelt das folgende Kapitel die Interpretation sowie die kritische Diskussion der daraus hervorgegangenen Resultate.

In dieser Untersuchung wurde die Fragestellung überprüft, ob durch eine mehrwöchige AHB nach einer TEP-Implantation die Gleichgewichtsfähigkeit der Patienten wieder das Niveau von gesunden Probanden erreicht werden kann. In diesem Abschnitt sollen die gewonnenen Ergebnisse diskutiert werden.

5.1.1 Übersicht der Hauptuntersuchung I und II

Im Anschluss an die stationäre Rehabilitationsbehandlung konnten den Patienten noch erhebliche Schwächen bezüglich ihrer Gleichgewichtsfähigkeit nachgewiesen werden.

Die grundlegende Zielsetzung der Rehabilitation ist die Wiederherstellung der Gleichgewichts- und Gehfähigkeit. Im Idealfall sollten Patienten also nach der Implantation eines Gelenkersatzes wieder das Gleichgewichtsniveau von gesunden Menschen ohne TEP aufweisen können (siehe Kapitel 2.6.1). Dieses Ziel konnte allerdings in der vorliegenden Studie aufgrund des geringen zeitlichen Abstandes zur Operation sowie der reduzierten Intensitäten und Behandlungsmöglichkeiten der Bewegungstherapie während der Anschlussheilbehandlung (AHB) nicht erreicht werden (Moon, 2013). An dieser Stelle sei auf Oehlert und Hassenpflug (2004) verwiesen, die die Integration eines gezielten Koordinationstrainings in den Rehabilitationsprozess von TEP-Patienten fordern.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen schlussfolgern, dass nach einer stationären Behandlung weitere trainingstherapeutische Maßnahmen insbesondere zur Verbesserung der Gleichgewichts- und Gehfähigkeit notwendig sind. Ein Eingangstest vor der stationären Rehabilitation ist bei TEP-Patienten aufgrund des bereits erwähnten kurzen Abstandes zur OP und der daraus folgenden geringen Belastungsfähigkeit der Patienten sowie der nicht abgeschlossenen Wundheilung noch nicht möglich. Zur Bewertung des Rehabilitationserfolges gibt es keine anerkannten Normwerte. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse der TEP-Patienten in dieser vorliegende Studie mit den Werten einer Referenzgruppe bestehend aus gleichaltrigen Teilnehmern einer Präventivsportgruppe verglichen.

5.1.2 Hypothesenbezogene Ergebnisdiskussion der Hauptuntersuchung I und II

Hypothese 1 (Unterschiede in der Gleichgewichtsfähigkeit zwischen den Untersuchungsgruppen):

In Hypothese 1 wurde angenommen, dass signifikante Unterschiede hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit zwischen Hüft- und Knie-TEP-Patienten nach der AHB und Probanden einer Referenzgruppe ohne TEP bestehen. Die Gleichgewichtsfähigkeit wurde mittels *GGT Reha*, *TUG* und *Posturographie* operationalisiert. Während der Untersuchung dieser Annahme stellte sich heraus, dass es für diese Parameter keine signifikanten Unterschiede zwischen der Hüft- und der Kniepatientengruppe gab. Die Referenzgruppe schnitt in beiden Tests, *GGT Reha* und *TUG*, deutlich besser ab als die beiden TEP-Patientengruppen. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Erler et al. (2008) als sie die Gleichgewichtsfähigkeit von Knie-TEP-Patienten vor und nach der AHB mit einer Referenzgruppe verglichen. So wurden in der Hauptuntersuchung dieser Untersuchung beim *GGT Reha* der Gesamtsummenscore im Vergleich zur Hüftgruppe eine Effektstärke von $\eta^2 = .37$ und im Vergleich zur Kniegruppe eine Effektstärke von $\eta^2 = .29$ gemessen. Beim *TUG* wurde im Vergleich zu den Hüftpatienten eine Effektstärke von $\eta^2 = .17$ und im Vergleich zu den Kniepatienten eine Effektstärke von $\eta^2 = .12$ ermittelt. Ab einem Wert von $\eta^2 = .14$ spricht man Leonhart (2004) zufolge bereits von einem großen Effekt. Betrachtet man den statischen und dynamischen Teilsummenscore des *GGT Reha* genauer, so fällt auf, dass hinsichtlich des statischen Teilsummenscores beim jeweiligen Vergleich der Patientengruppen mit der Referenzgruppe die Hüftpatientengruppe minimal bessere Ergebnisse verzeichnet als die Kniepatientengruppe. Hinsichtlich des dynamischen *GGT Reha* ist es wiederum die Kniepatientengruppe, die minimal bessere Werte aufweist als die Hüftpatientengruppe. Ob dies nun bedeutet, dass das Hüftgelenk für die dynamische Gleichgewichtsfähigkeit wichtiger ist und das Kniegelenk für die statische Gleichgewichtsfähigkeit, müsste in einer separaten Studie geklärt werden, da hierzu in der Fachliteratur kaum Stellungnahmen zu finden sind.

Im Bereich der Posturographie konnten bei vier von sieben Parametern signifikante Unterschiede zwischen der TEP-Patientengruppe und der gesunden Referenzgruppe festgestellt werden. Allerdings ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Hüft- und der Knie-TEP-Gruppe erkennen.

Die generelle Sichtweise hinsichtlich posturographischer Ergebnisse geht davon aus, dass je kürzer die Schwankwege des Probanden sind, desto besser wird seine Gleichgewichtsfähigkeit bewertet (Baloh et al., 1998a; Stoll et al., 2004). Lippens und Nagel (2009) widersprechen allerdings dieser Theorie, indem sie größere Schwankwege als Ausgleichsfunktion und Bereicherung der Gleichgewichtsfähigkeit sehen. Dies erschwert somit die Bewertung der in dieser Untersuchung gewonnenen Messwerte. Es kann hier also nicht allgemeingültig geklärt werden, ob die längeren Schwankwege wirklich auf ein schlechteres Gleichgewicht schließen lassen.

Beim TUG ließ sich feststellen, dass die Referenzgruppe im Vergleich eindeutig besser abschneidet als beide TEP-Patientengruppen. Da sich die Werte der Referenzgruppe alle im Optimalbereich befinden, das heißt unter 10 s (Podsiadlo, 1991), kann man das TUG-Testverfahren bei diesen Patienten als Messinstrument zur Einschätzung von Erfolg bzw. Misserfolg der Rehammaßnahmen verwenden.

Mögliche Gründe für eine solche Leistungsdifferenz zwischen den beiden TEP-Gruppen und der Referenzgruppe sind im organischen und psychischen Bereich zu vermuten. Während des operativen Eingriffs wurde Muskelgewebe und damit auch Muskelspindeln und Golgi-Sehnen-Apparate beschädigt. Dies wirkt sich auf die Propriozeption und somit auf das gesamte sensomotorische System aus und beeinträchtigt damit die Gleichgewichtsfähigkeit der Patienten (Jöllenbeck, Classen & Olivier, 2008). Eine weitere Ursache dieser Testergebnisunterschiede könnten auch psychische Belastungen sein. Diese rühren möglicherweise von Verletzungsangst, dem Spüren einer TEP-Lockerung bei starker Bewegung oder dem unbewussten Einnehmen einer Schonhaltung her (Flören & Reichel, 2011; Horstmann & Haupt, 2005). Außerdem spielt die Motivation der Patienten eine wichtige Rolle, vor allem, ob diese konstant blieb.

Hypothese 2 (Unterschiede im Gangparameter zwischen den Untersuchungsgruppen):

In Hypothese 2 wurden mögliche Unterschiede hinsichtlich der einzelnen Gangparameter zwischen den Patientengruppen und der Referenzgruppe verglichen. Beim direkten Vergleich der Gangparameter zwischen der Knie- und der Hüft-TEP-Gruppe wurden, ausgenommen des Maßes der Knieextension, keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Bei der Gegenüberstellung der jeweiligen Patientengruppe mit der Referenzgruppe ergaben sich jedoch signifikante Unterschiede bezüglich Knieflexion und der Gehgeschwindigkeit. Hinsichtlich der Spurbreite fanden sich beim Vergleich der Hüftgruppe und der Referenzgruppe wiederum keine signifikanten Unterschiede – ebenso wenig für die Schrittlänge beim Vergleich der Kniegruppe mit der Referenzgruppe.

Auch in vorangehenden Studien von Jöllenbeck et al. (2009), Pietschmann und Jöllenbeck (2012) sowie Sander (2011) konnten hinsichtlich der Gangparameter (Weg und Zeit-Parameter, Winkelparameter und Kraftparameter) bei Tests im direkten Anschluss an die AHB signifikante Unterschiede zwischen den TEP-Gruppen und der Referenzgruppe ermittelt werden.

Bis auf einen Patienten erreichte jeder Patient auf dem Laufband mindestens eine Gehgeschwindigkeit von 2,6 km/h. Da sich diese Geschwindigkeit laut Föll (2004) im moderaten Bereich der Gehfähigkeit befindet, wurden in dieser Untersuchung alle folgenden Parameter bei 2,6 km/h an den gesamten Probanden gemessen.

Im Laufe der angeführten TEP-Untersuchungen, ließen sich, wie bereits erwähnt, beim Vergleich der Hüftgruppe mit der Referenzgruppe keine signifikanten Unterschiede für die Spurbreite feststellen, dafür wurden aber beim Vergleich der Referenzgruppe mit der Knie-TEP-Gruppe signifikante Unterschiede gemessen. Für die Schrittlänge ließen sich zwar beim Vergleich der Knie-TEP-Gruppe mit der Referenzgruppe ebenfalls keine signifikanten Unterschiede ermitteln, dafür zeigten sich jedoch signifikante Unterschiede beim Vergleich zwischen Hüft-TEP-Gruppe und Referenzgruppe. Das bedeutet, dass eine Normalisierung des Gangbildes direkt nach der AHB noch nicht erlangt wurde.

Laut Whittle (2007, zitiert nach Ludwig, 2012, S. 113) betragen die allgemeinen Referenzwerte für die Spurbreite zwischen 5 und 13 cm. Der Mittelwert beträgt 10 cm (ebd.). Die Spurbreitenmessung kann Auskunft darüber geben, ob Hüft- und Kniepatienten einen breiteren Gang haben als die Referenzgruppe. Eine solche vergrößerte Spurbreite könnte sich möglicherweise entwickeln, um eine gefürchtete Sturzgefahr zu minimieren. Die Interpretation dieser Ergebnisse erfolgt nach Auswertung der Schrittziklenanalysen und dem Ermitteln eines Mittelwerts. Diesbezüglich finden sich in der Fachliteratur unterschiedliche Richtwerte (3 – 20 Schrittziklen), da auch die Körpergröße und die Beinlänge eine wichtige Rolle spielen (Vogt & Banzer, 2005).

Wie bereits in Kapitel 2.3.1 dargestellt, entspricht das Knie einer Gelenkverbindung zwischen Femur und Tibia, die als Hauptbestandteile der unteren Extremitäten gelten (Perry et al., 2003). Für ein gesundes Gangbild sind die Stabilität und die Beweglichkeit des Kniegelenks von besonderer Wichtigkeit (ebd.). Bei einem gesunden Gangbild erstreckt sich der Bewegungsgrad der Knieflexion von 0° bis 70°. Die unterschiedlichen Flexionsgrade ergeben sich aus dem Zusammenspiel von Parametern wie der Gehgeschwindigkeit, der Ausrichtung der Beinsegmente sowie dem individuellen Körperbau eines jeden Menschen und den daraus resultierenden individuell platzierten Markern (ebd.). Die in dieser Studie ermittelten Ergebnisse bezüglich des Bewegungs-

grades der Knieflexion sind denen von Feiste (2003) ähnlich: Der Punkt der maximalen Extension fand sich in der Abroll- und terminalen Standphase, wobei der Punkt der maximalen Flexion sich in der initialen Schwungphase zeigte.

Selbst wenn die Hüfte nur unilateral von der Arthrose betroffen ist, ergeben sich aus posturalen Kompensationsgründen auch Fehlstellungen in den kontralateralen Gelenken (Schippers, 2010). In dieser Studie wurde allerdings nur die erkrankte Seite untersucht. Für eine Analyse beider Seiten könnte eine neue Studie in die Wege geleitet werden.

In Feistes (2003) Studie konnte selbst 11,5 Monate nach der Implantation keine wesentliche Optimierung des Bewegungsgrades der Gelenke ermittelt werden. Dies könnte die Theorie von Jerosch und Neuss (1999, zitiert nach Feiste, 2003, S. 65) unterstreichen, nach der infolge einer Knie-TEP-Implantation kein vollständiges Wiedererlangen der Bewegungsfreiheit des Kniegelenks möglich ist. Als Gründe hierfür wurden die während der TEP-Operation zugefügten sensomotorischen und muskulären Läsionen angeführt (ebd.).

Beim Untersuchen der Knieflexion beider TEP-Gruppen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Knie- und Hüftgruppe, jedoch aber beim Analysieren der Knieextension. Im Vergleich dazu erreichen die Kniepatienten in der Studie von Jöllenbeck et al. (2008) hinsichtlich des Weg-Zeit-Parameters nicht die Werte der Referenzgruppe – ebenso wenig die Hüftpatienten. Dennoch erzielten sie bessere Werte als die Kniepatienten (ebd.).

Aufgrund der schon oftmals beschriebenen Schonhaltung wird die zur TEP kontralaterale Seite deutlich mehr belastet, als sie bei gesundem Zustand des Patienten belastet werden würde (Stolze, Vieregge & Deuschl, 2006).

Neben der Sturzangst wären wie in Hypothese 1 die sensomotorisch-propriozeptiven muskulären Operationsläsionen in den Beinen der Patienten und die Auswirkungen der Prothesenmechanik auf das Körpergefühl der Patienten weitere Begründungsmöglichkeiten für diese Bewegungsdefizite.

In dieser Studie kamen jedoch nur kinematische Untersuchungsmethoden zum Einsatz. Inwiefern und nach welchem Muster die sensomotorischen Systemeinheiten der Beinmuskulatur verletzt wurden, kann ausschließlich mittels einer Elektromyographie erfasst werden (Perry et al., 2003). Es böte sich an eine weitere Studie zu diesem Themenschwerpunkt durchzuführen, die auch kinetische und elektromyographische Untersuchungsmethoden integriert.

Hypothese 3 (Unterschiede in der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (SF-12) zwischen den Untersuchungsgruppen):

Die Zahl der möglichen klinischen Kontrollen und Untersuchungen für TEP-Patienten wie die Radiographie oder instrumentelle Ganganalysen ist groß (Hanssen, 2006). Doch um den kompletten Umfang der effektiven AHB-Erfolge messen zu können, bedarf es auch patientenorientierter Fragebögen wie des *SF-12*, der zum Erfassen der subjektiv empfundenen Lebensqualität der Patienten dient. Dadurch kann beispielsweise der Eindruck der Patienten zu funktionellen Verbesserungen nach der TEP-Implantation ermittelt werden (ebd.). Die Auswertung der Angaben der TEP-Patienten zum *SF-12* für diese Studie ergab signifikante Unterschiede im Vergleich zu den Angaben der Referenzgruppe. Zwischen den Angaben beider Patientengruppen gab es keine signifikanten Unterschiede.

Gonzalez Saenz (2010) konnte sogar mittels einer *SF-12*-Befragung bei TEP-Patienten präoperativ sowie drei und zwölf Monate postoperativ ermitteln, dass Patienten, die vor der Implantation hohe Erwartungen an die Hüftprothese hegten, eine deutlichere positive Wahrnehmung ihrer Lebensqualität angaben als andere.

Wie bereits in Kapitel 2.5.4 erwähnt stellt der *SF-12* eine verkürzte Version des SF-36 dar. Im Fokus der Erstellung des *SF-12* stand die Absicht, die beiden Summenskalen des SF-36 in einem kürzeren Fragebogen zusammenzufassen, ohne dabei die Aussagekraft der Fragebogen-Ergebnisse zu schmälern. Für etwaige Fragen seitens der Patienten stehen die Versuchsleiter zur Verfügung (Hanssen, 2006). Auch wenn sich diese Studie auf den aktuelleren *SF-12*-Fragebogen stützt, wird der SF-36 noch für etliche Studien verwendet. Hanssen (2006) konnte anhand des SF-36 deutliche Verbesserungen, auch im psychischen und psychosozialen Bereich, bei den Knie-TEP-Patienten vier Monate postoperativ feststellen.

In der sporttherapeutischen Fachliteratur ist man der generellen Ansicht, dass funktionale Gesundheitsverbesserungen bei Hüft-TEP-Patienten erheblich schneller eintreten als bei Knie-TEP-Patienten. Bak, Müller, Bocker und Smolenski (2008) wollten dieser Theorie auf den Grund gehen. Hierfür wurden die Angaben zu SF-36 und *WOMAC-Fragebogen* einer Hüft-TEP-Patientengruppe den Angaben einer Knie-TEP-Patientengruppe gegenübergestellt. Die Fragebögen wurden jeweils zu Beginn der AHB, am Ende der AHB und drei Monate nach der AHB von den Patienten ausgefüllt (ebd.). Beide Patientengruppen konnten mittlere bis große Verbesserungen verzeichnen. Für den Untersuchungszeitpunkt am Ende der AHB zeigten sich allerdings für die Hüftpatienten größere Verbesserungen als bei den Kniepatienten (ebd.). Dieser Trend setzte sich auch für den letzten Untersuchungszeitpunkt fort. Die Auswertung des *WOMAC* zeigte höhere Effektstärken auf als die des SF-36. Letztendlich müsste man genauer auf die Patienten eingehen und neue Behandlungsmethoden erarbeiten, besonders für Knie-TEP-Patienten (ebd.). Müller,

Arndt, Bocker, Bak und Smolenski (2006) haben zur gleichen Fragestellung eine Studie mittels *WOMAC*- und *SF-36*-Fragebögen durchgeführt. Die Messzeitpunkte lagen ebenfalls zu Beginn und am Ende der AHB sowie drei Monate nach der AHB. Auch hier traten unterschiedliche Verbesserungen des Gesundheitsstatus zwischen den TEP-Patientengruppen auf. Damit wurde die Annahme der Fachliteratur bestätigt.

Bak, Strohbach, Venbrocks und Smolensck (2001) haben ebenfalls anhand des *SF-36* die subjektive Lebensqualität von Knie- und Hüft-TEP-Patienten präoperativ, postoperativ und am Abschluss der AHB gemessen. Es zeigte sich eine positive Änderung in allen Subskalen und damit des allgemeinen Gesundheitszustands.

Hypothese 4 (Unterschiede im *WOMAC*-Arthroseindex zwischen den Untersuchungsgruppen):

Hinsichtlich des *WOMAC*-*Arthroseindex* zeigten sich in dieser Studie beim Vergleich der einzelnen TEP-Patientengruppen mit der Referenzgruppe für die Faktoren Schmerz, Steifigkeit und Funktionsfähigkeit signifikante Unterschiede. Betrachtet man diese drei Faktoren einzeln, so schnitt bei der Untersuchung des Faktors *Schmerzempfinden* die Hüftgruppe besser ab als die Kniegruppe. Dies zeigte sich auch für den Faktor *Steifigkeit*. Auch in der Literatur finden sich Bestätigungen für dieses Ergebnis: Laut Ferrata, Carta, Fortina, Scipio, Riva und Di Giacinto (2011) sollte auch nicht vergessen werden, dass die Schmerzwahrnehmung von Hüft-TEP-Patienten nicht zwangsläufig mit der von Knie-TEP-Patienten übereinstimmt. Eine Knieprothese ist sogar bei einem komplikationsfreien Verlauf keine allzu schmerzhaft Angelegenheit (ebd.).

Lediglich für den Faktor *Funktionsfähigkeit* schnitten die Kniepatienten besser ab als die Hüftpatienten. Für den *WOMAC Gesamtsummenscore* gab es allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden TEP-Gruppen.

Untersucht man die Vergleichswerte mit der gesunden Referenzgruppe genauer, so lässt sich das Ausmaß des Rehabilitationserfolges ermitteln. Die Zuverlässigkeit dieses Index wird anhand von sogenannten Reliabilitätswerten angegeben. Oesch et al. (2011), Stucki et al. (1996) und Stucki et al. (1998) zufolge liegen die Reliabilitätswerte für die Faktoren Schmerz und Steifigkeit bei .80 und die Werte für den Faktor der Funktionsfähigkeit bei .96. Dies entspricht einer sehr guten Reliabilität und beweist die interne Konsistenz der Faktoren.

Wie auch schon in H4 angeführt und anhand der Studie von Bak et al. (2008) verdeutlicht, kann auch mittels des *WOMAC*-*Arthroseindex* überprüft werden, inwiefern sich die AHB-Erfolge der Hüftpatienten von denen der Kniepatienten unterscheiden. Außerdem waren die Effektstärken im *WOMAC* größer als

im SF-36, was auch in der Untersuchung dieser Untersuchung zwischen beiden TEP- und der Referenzgruppe auffiel.

Hypothese 5 (Zusammenhang zwischen dem BMI und der Gleichgewichtsfähigkeit):

In Hypothese 5 wurde untersucht, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem BMI eines Patienten und seiner Gleichgewichtsfähigkeit gibt. Hierfür wurde die Korrelation zwischen dem BMI der Patientengruppen und jeweils dem *GGT Reha*, der *Posturographie* sowie dem *TUG* überprüft. Weder für die Hüft- noch für die Kniepatienten ergab sich eine signifikante Korrelation zwischen dem BMI und dem *GGT Reha*, ebenso wenig für die Korrelation zwischen dem BMI und dem *TUG*. Für die Referenzgruppe konnte zwar keine signifikante Korrelation zwischen dem BMI und dem *GGT Reha* festgestellt werden, dafür aber eine signifikante Korrelation zwischen dem BMI und dem *TUG*. Im Bereich der *Posturographie* konnten keine signifikanten Unterschiede zur Referenzgruppe festgestellt werden, weder für die Knie- noch für die Hüft-TEP-Gruppe. Demnach konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem BMI der TEP-Patienten und der Gleichgewichtsfähigkeit festgestellt werden.

Erler et al. (2008, S. 393) kamen zu einer dieser Untersuchung ähnlichen Ergebnis. Sie untersuchten die Gleichgewichtsfähigkeit von Knie-TEP-Patienten nach Abschluss der AHB. Dabei interessierten sie sich auch dafür, ob ein höherer BMI Einfluss auf die Gleichgewichtsfähigkeit hat. Sie konnten allerdings ebenfalls keinen signifikanten Unterschied ermitteln (ebd.).

In einer anderen Studie von Hue et al. (2007) mit gesunden Probanden konnte allerdings ein signifikanter Zusammenhang zwischen BMI und Gleichgewicht erfasst werden. Auch Erler et al. (2008) vermuteten eingangs ihrer oben angeführten Studie, dass das schlechtere Abschneiden der Knie-TEP-Gruppe teilweise mit dem höheren BMI der TEP-Patienten im Vergleich zur Referenzgruppe zusammenhängt. Allgemein lässt sich jedoch festhalten, dass sich ein hoher BMI negativ auf das körperliche Befinden von Arthrosepatienten auswirkt, da die Körpermasse Druck auf die Gelenke ausübt. Gerade für erkrankte Gelenke ist dies von Nachteil.

Aus diesem Grund ist die Gewichtsabnahme bei Patienten, Nowitzki-Grimm und Grimm (2012) zufolge, eine entscheidende Maßnahme für die Prophylaxe und den weiteren Therapieerfolg. Des Weiteren gehören Übergewicht und sportliche Untätigkeit, Horstmann und Haupt (2005) zufolge, zu den Risikofaktoren für eine mögliche Lockerung der Endoprothese.

5.1.3 Methodendiskussion der Hauptuntersuchung I und II

Bei der ersten Untersuchung dieser Untersuchung mussten aufgrund äußerer Einflüsse Veränderungen in der Studienplanung vorgenommen werden. Diese Planungsänderungen könnten sich auch auf die Studienergebnisse auswirken und werden deshalb im Folgenden genauer dargestellt.

Zum einen erwies sich Testuhrzeit möglicherweise als problematisch, da die Patienten in einer Zeit zwischen 9 und 17 Uhr getestet wurden. Einige Patienten äußerten während der letzten Untersuchungsstunde ihren Missmut, was je nach Testzeitpunkt auf einen unterschiedlichen Motivationsgrad der Patienten schließen lässt. Außerdem war es nicht für alle Patienten die erste Prothese, die ihnen implantiert worden war. Dies könnte sich als problematisch erweisen, da Patienten mit mehreren implantierten Endoprothesen bei den Tests schlechtere Ergebnisse verzeichnen könnten als Patienten mit nur einer Endoprothese. Um die Beeinflussung dieser Unregelmäßigkeit zu minimieren, wurde nur die zuletzt implantierte TEP berücksichtigt.

Weitere Unterschiede zwischen den Patienten waren das Geschlecht und der BMI. Um ihren Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse kontrollieren zu können, wurden sie als Kovarianten in die Berechnungen integriert.

Das von Theisen und Wydra (2011) entwickelte Testverfahren *GGT Reha* besitzt einen großen Objektivitäts- ($r = .98$) und Reliabilitätsquotienten ($r = .94$). Aufgrund dessen erweist es sich als sehr hilfreich für Gruppen- und Individualanalysen und somit auch für die Hauptuntersuchung I und II dieser Dissertation.

Diese Gütekriterien der Objektivität und Reliabilität gelten zwar für das Testverfahren an sich, jedoch aber nicht für den allgemeinen Gesundheitszustand der TEP-Patienten. Beeinflussende Faktoren seitens der Patienten sind vor allem die mögliche Belastung der Gelenke (Voll- oder Teilbelastung) sowie das Ausmaß der von Angst und Schmerz beschränkten Bewegungsfreiheit der Patienten. So hatten manche Patienten trotz möglicher Vollbelastung einfach nicht den Mut, bestimmte Übungen korrekt oder vollständig durchzuführen, aus Angst dabei zu stürzen. Dadurch wurden Ergebnisse negativ beeinflusst, ohne dass dies direkt mit der eigentlich untersuchten Gleichgewichtsfähigkeit der Patienten zu tun hatte.

Bei der Durchführung des dynamischen und statischen *GGT Reha* war man mit neuen Schwierigkeiten konfrontiert, da einige wenige Patienten für ihr persönliches Sicherheitsgefühl auf das Halten ihrer Unterarmstützen während des Tests bestanden. In den Fällen, in denen diese Patienten dann auch tatsächlich ihre Unterarmstützen gebraucht und sich darauf abgestützt haben, wurden die Werte als Nullpunkt gewertet. Des Weiteren konnten nur maximal drei TEP-Patienten den Einbeinstand mit geschlossenen Augen 15 Sekunden lang halten.

Daher konnte der Einbeinstand mit geschlossenen Augen nicht für diese Untersuchung gewertet werden.

Allgemein gesehen sollte der Patient bei der statischen *Posturographie* während jeweils 20 bis 30 Sekunden einmal mit geschlossenen und einmal mit geöffneten Augen auf der Plattform gemessen werden (Stoll, Most & Tegenthoff, 2004). Da die *Posturographie* bei dieser Untersuchung parallel zum *GGT Reha* durchgeführt wurde, konnten die Patienten jeweils nur 15 Sekunden gemessen werden. Außerdem mussten bei manchen TEP-Patienten bei schwierigen Testitems mit geschlossenen Augen, wie dem Einbeinstand oder bei der Positionierung beider Füße hintereinander, ungültige Fehlversuche festgestellt werden, da sie sich aufgrund von Unsicherheiten und Sturzangst gelegentlich abstützen mussten. Dementsprechend sind TEP-Patienten bei Abschluss der AHB immer noch unsicher und somit eingeschränkt in ihrer Gleichgewichtsfähigkeit.

Man hat sich in dieser Untersuchung für eine Querschnittuntersuchung entschieden, bei der es nur einen Untersuchungszeitpunkt am Abschluss der AHB gab. Dafür gibt es unterschiedliche Gründe: Zunächst konnte nicht davon ausgegangen werden, dass jeder Patient vor der Implantation das gleiche Ausmaß an Gleichgewichtsfähigkeit besaß. Daher hätte ein präoperativer Testdurchlauf wenig Sinn ergeben. Zudem wäre die Messung direkt vor Antritt der AHB ebenfalls nicht aussagekräftig genug gewesen, da die Patienten gerade erst ungefähr zwei Wochen zuvor operiert worden sind und ihre Wundheilung noch nicht abgeschlossen war und bestimmte Testinhalte nicht durchgeführt werden konnten. Da die Patienten nach der Reha in ihre Heimatorte zurückkehrten und nicht weiterhin für Tests zur Verfügung standen, konnte ebenfalls keine weitere Untersuchung nach der AHB stattfinden.

Zur Bewertung des Rehabilitationserfolges gibt es keine anerkannten Normwerte, daher wurde als Referenzgruppe eine gleichaltrige, gesunde Präventivsportgruppe herangezogen.

Eine weitere Problematik stellte die Tatsache dar, dass die Patienten, die sich noch unsicher im Gehen ohne Gehstützen fühlten, sich bei der Ganganalyse an den Griffen des Laufbandes festhielten. Um mögliche Beeinflussungen von bspw. Körpermitteigungswinkel auszuschließen, wurden nur die Schrittlänge, Spurbreite und der Kniewinkel ausgewertet. Dies hängt hauptsächlich damit zusammen, dass manche Patienten Angst vor der Laufbandanalyse hatten, aufgrund einer erhöhten Sturzgefahr und Unsicherheit bezüglich der Gelenkbelastung und teilweise auch aufgrund mangelnder Erfahrung mit dem Gehen auf Laufbändern.

Welche Unterschiede sich Schwed, Kersten, Scholl und Hass (2009, S. 20 - 22) zufolge zwischen der Laufbandanalyse und der normalen Gangbahn ergeben, wird im Folgenden erörtert: Auch wenn die Laufbandanalyse ein praktisches

Messverfahren zur Analyse von Bewegungen in Abhängigkeit unterschiedlicher Geschwindigkeiten darstellt, kann das Verwenden von Laufbändern für die Ganganalyse von zweifelhafter Zuverlässigkeit sein, da beispielsweise die eingestellte Bandgeschwindigkeit die natürliche Gehgeschwindigkeit beeinflussen kann oder ihr schlichtweg nicht entspricht. In manchen Studien konnten beim Messen der Weg-Zeit-Parameter auf dem Laufband ebenfalls eine geringere Schrittfrequenz und größere Schrittlängen als beim natürlichen Gang gemessen werden (ebd.). In anderen Studien konnte das allerdings nicht bestätigt werden. Generell gesehen ist es jedoch nicht auszuschließen, dass das Gehen auf dem Laufband natürliche Gangparameter verändert (ebd.).

Krämer (2003) ist deshalb der Meinung, dass bei der Gangbildanalyse die Messergebnisse auf dem Laufband immer von denen auf festem Boden mit natürlicher, selbst gewählter Gehgeschwindigkeit differenziert werden müssen. Um etwaige Unsicherheiten und Sturzängste der Patienten hinsichtlich der Laufbandanalyse zu lindern, könnte man die Patienten laut Schwed et al. (2009) mit einem Gurtsystem sichern.

Bei dieser Untersuchung konzentrierte man sich nur auf das ungesunde Bein der TEP-Patienten und hat den Untersuchungsaufbau dementsprechend abgestimmt. Für spätere Untersuchungen erscheint es allerdings sinnvoll, die Funktionsunterschiede zwischen dem gesunden und dem erkrankten Bein zu analysieren. Außerdem konnten für diese Untersuchung die TEP-Patienten vor und direkt nach der Operation aus Schmerz- und Wundheilungsgründen nicht untersucht werden. Die Untersuchungsergebnisse könnten durch beispielsweise starkes Hinken in diesem OP-nahen Zeitraum ungenau ausfallen (Horstmann & Haupt, 2005).

5.2 Diskussion der Teiluntersuchung

Im Folgenden finden sich eine kurze Übersicht der Teiluntersuchung (Kapitel 5.2.1) und eine hypothesenbezogene Ergebnisdiskussion (Kapitel 5.2.2) für jede der vier Hypothesen. Darüber hinaus werden die Untersuchungsmethoden in Kapitel 5.2.3 ausführlich diskutiert.

5.2.1 Übersicht der Teiluntersuchung

In der Teiluntersuchung dieser Arbeit wurden TEP-Teilnehmer einer Hüft-sportgruppe bezüglich ihrer Gleichgewichtsfähigkeit, ihrer Teilnahmedauer, ihrer gesundheitsbezogenen Lebensqualität, des Funktionszustands ihres Gelenks und ihres Alters untersucht, sowie deren unterschiedliche Zusammenhänge untereinander ermittelt. Dabei konnten nur wenige signifikante Zusammenhänge dieser Untersuchungsparameter ermittelt werden. Die letzte Hypothese befasst sich mit den Unterschieden zwischen der Hüft-TEP-Sportgruppe

und den drei anderen Gruppen aus der Hauptuntersuchung I und II. Die Untersuchungsergebnisse werden in der folgenden Diskussion detailliert erörtert.

5.2.2 Hypothesenbezogene Ergebnisdiskussion der Teiluntersuchung

Hypothese 6 (Vorhersage des Gleichgewichts durch die Teilnahmedauer und das Alter der Teilnehmer):

In Hypothese 6 ging man davon aus, dass die Gleichgewichtsfähigkeit durch die Teilnahmedauer an einer Hüftsportgruppe und das Alter der Teilnehmer vorhergesagt werden kann. Die Teilnahmedauer wurde in Monaten gemessen, das Gleichgewicht mittels *GGT Reha*, *Posturographie* und *TUG*. Lediglich die Parameter Alter und *GGT Reha* sowie ein Untertest der *Posturographie (Füße parallel zusammen)* wiesen signifikante Ergebnisse auf.

National und international wurden bisher Studien unter ähnlichen Untersuchungsaspekten veröffentlicht, von denen einige auch schon in Kapitel 2.6 vorgestellt wurden. Böer et al. (2007a) und Böer et al. (2010) haben sich mit den Auswirkungen einer gezielten Trainingsintervention (Post-AHB) von zwölf Wochen auf die Gleichgewichts- und Koordinationsfähigkeit von Hüft-TEP-Patienten nach der AHB beschäftigt. Durch die Messungen vor und nach der Trainingsphase konnte festgestellt werden, dass sich in beiden Studien die Koordinations- und Gleichgewichtsfähigkeiten der Patienten deutlich verbessert hatten. Müller et al. (2003) untersuchte die Koordinationsfähigkeit der Teilnehmer eines sechswöchigen Hüftsportprogramms für TEP-Patienten vor und nach der Intervention sowie sechs Wochen danach. In diesem ebenfalls zwölfwöchigen Untersuchungszeitraum konnten ebenso Verbesserungen der Koordinationsfähigkeit seitens der Patienten ermittelt werden. Dies zeigt im Gegensatz zu den Ergebnissen dieser Hypothese, dass sich die Gleichgewichtsfähigkeit von Hüft-TEP-Patienten durch regelmäßiges Training in einem mehrwöchigen Zeitraum deutlich steigern lässt. Böer et al. (2007b) beschäftigte sich dafür mit den Auswirkungen eines monate- bis jahrelangen Hüftsporttrainings auf die Gleichgewichts- und Koordinationsfähigkeit der Hüftpatienten. Dabei wurden die Patienten jeweils vor und nach einer sechsmonatigen Trainingsintervention untersucht. Infrage kamen nur Patienten, die mindestens drei Interventionen konsekutiv absolviert hatten.

Obwohl in der Fachliteratur generell propagiert wird, dass regelmäßiges Koordinationstraining über einen längeren Zeitraum die Gleichgewichtsfähigkeit bei TEP-Patienten deutlich verbessert (Froböse & Fiehn, 2003), konnte dies in dieser Untersuchung nicht bestätigt werden.

Regelmäßige Gruppentrainingseinheiten steigern dennoch laut Bauer, Rietsch und Gröger (2009) die Motivation der einzelnen Teilnehmer und geben Impulse auch außerhalb der Trainingsgruppe zuhause weiterzuüben.

Da Ellert und Kurth (2013) zufolge nicht nur die Lebenserwartung deutlich angestiegen ist, sondern auch die Selbstbeobachtung der eigenen Gesundheit, spielt auch das Alter der Patienten eine wichtige Rolle. Außerdem wird die Gleichgewichtsfähigkeit dadurch beeinflusst, ob der Patient erst 60 Jahre alt oder schon über 80 Jahre alt ist. Die Altersmarge der Personenstichprobe dieser Teiluntersuchung ist jedoch relativ gering, das heißt, die TEP-Probanden waren zum Zeitpunkt der Untersuchung zwischen 57 und 89 Jahre alt. Dadurch ist die Personenstichprobe varianzeingeschränkt, was Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben könnte.

Hypothese 7 (Vorhersage der Lebensqualität durch das Gleichgewicht, das Alter und den BMI der Teilnehmer und den WOMAC):

In Hypothese 7 hat man sich dafür interessiert, ob sich die gesundheitsbezogene Lebensqualität (*SF-12*) durch die Gleichgewichtsfähigkeit, Alter, BMI sowie den Funktionszustand von Knie- und Hüftgelenk von Teilnehmern einer Hüftsportgruppe vorhersagen lässt. Es waren jedoch keine signifikanten Ergebnisse ersichtlich. Auch hier könnte die in Hypothese 6 erwähnte eingeschränkte Varianz der Personenstichprobe Einfluss genommen haben, die nicht nur bezüglich des Alters, sondern auch hinsichtlich des BMI gilt. Somit scheint die Lebensqualität nicht durch diese Prädiktoren vorhersagbar, jedoch kann dieses Ergebnis auch aufgrund der Varianzeinschränkung zustande gekommen sein.

Auch in den in Hypothese 6 dargestellten Studien von Böer (2007a) und Böer (2007b) wurde die gesundheitsbezogene Lebensqualität in Verbindung mit einer Trainingsintervention untersucht. Dies erfolgte mittels des SF-36-Fragebogens. Bei Böer (2007a) konnte festgestellt werden, dass sich die gesundheitsbezogene Lebensqualität der Hüftsportgruppenteilnehmer nach einer Trainingsintervention von zwölf Wochen signifikant verbessert hat. Dies konnte ebenfalls für die Langzeitstudie von Böer et al. (2007b) nach einem Interventionszeitraum von mindestens sechs Monaten ermittelt werden. Gleichzeitig konnte in beiden Studien parallel zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität eine signifikante Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit nachgewiesen werden. Dies steht im Gegensatz zu den in dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnissen.

Horstmann et al. (2001a, S. 274, 277) haben subjektive Sicherheits- und Wohlbefinden von Hüftsportgruppenteilnehmern untersucht. Sie stellten fest, dass das subjektive Sicherheits- und Wohlbefinden der Teilnehmer hinsichtlich ihrer TEP durch die wöchentlichen, einstündigen Trainingseinheiten gesteigert wurde. Dieses gesteigerte subjektive Sicherheits- und Wohlbefinden der Hüftsportgruppenteilnehmer steigert seinerseits gleichzeitig auch ihr per-

sönliches Mobilitätsempfinden und erleichtert den Alltag. Außerdem reduziert das gesteigerte Sicherheitsbefinden die Sturzangst und damit teilweise auch das Sturzrisiko. Dennoch muss laut Froböse und Fiehn (2003) gesagt werden, dass ein konstantes, ganzheitliches Training generell zu einer Verbesserung der allgemeinen Lebensqualität beiträgt, auch wenn diese morphologisch nicht nachweisbar ist. Denn die Lebensqualität repräsentiert Radoschewski (2000, S. 167 - 171) zufolge die subjektive Wahrnehmung einer Person hinsichtlich ihrer Rolle im Leben, wenn sie ihre Zielvorstellungen, kulturelle und gesellschaftliche Konventionen und Erwartungen in Betracht zieht. Die Lebensqualität ist sehr komplex und kann nur anhand eines Fragebogens, nicht aber morphologisch gemessen werden. Denn sie ist abhängig vom Gesundheitsempfinden und Wohlbefinden des Patienten und kann somit nur subjektiv beurteilt werden.

Bei TEP-Patienten ist laut Horstmann und Haupt (2005) hierbei auch der Aspekt des Schmerzempfindens im *SF-12* sehr aussagekräftig für das Empfinden ihrer gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Natürlich spielen weitere physiologische Aspekte wie Kraftempfinden, Dehnbarkeit oder Bewegungsempfinden eine wichtige Rolle für die Patienten (Horstmann et al., 2001a, S. 277). Dennoch ist die Messbarkeit der gesundheitsbezogenen Lebensqualität sehr stark abhängig von den einzelnen Probanden und ihrer subjektiven Wahrnehmungsfähigkeit. Die Verbesserung der Lebensqualität zwei Jahre nach einer Hüft-TEP-Implantation wurde von Huber et al. (2006, S. 296) mittels des *WOMAC*- und des *SF-36*-Fragebogens untersucht. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass sich die Ausprägung der Lebensqualität von TEP-Patienten zwei Jahre postoperativ stark an die Ausprägung gesunder Probanden angenähert hat. Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem *WOMAC*-Gesamtwert und dem *SF-36* hergestellt werden. Zudem zeigt sich in Studien von Bak et al. (2008), Böer et al. (2007a) und Gonzalez Sáenz de Tejada et al. (2010), dass eine Verbesserung der *WOMAC*-Messdaten oft auch mit einer Verbesserung der *SF-12/36*-Messdaten einhergeht. Damit scheint eine enge Beziehung zwischen der Verbesserung des Gelenkfunktionszustandes und der Lebensqualität zu bestehen. Radoschewski (2000, S. 165) hebt generell hervor, dass die gesundheitsbezogene Lebensqualität auch als Kriterium zur Erfolgsbewertung einer medizinischen Intervention geworden ist.

In einer Studie von Horstmann et al. (2001b, S. 162) konnte nach einer sechsmonatigen Hüftsportgruppentherapie anhand des *SF-12* eine subjektiv empfundene Verbesserung des Schmerzempfindens und der Aktivitäten des täglichen Lebens gemessen werden. Entgegen morphologischer Messverfahren zum Assessment des Gesundheitszustandes eines Patienten umfasst der *SF-12* multidimensionale Aspekte der Funktionsfähigkeit sowie des Wohlbefindens und geht vom subjektiv empfundenen Wohlbefinden des Patienten aus (Ellert

& Kurth, 2013, S. 643). Knahr et al. (1998, S. 321) beschäftigten sich ebenfalls mit der Lebensqualität von Hüft-TEP-Patienten ein Jahr nach der Implantation. Dabei wurde gleichzeitig untersucht, ob das Alter einen Einfluss auf die Lebensqualität der Patienten hat. Hier konnten allerdings keine signifikanten Ergebnisse gefunden werden. Des Weiteren wird vermutet, dass beispielsweise der Prädiktor Alter einzeln betrachtet nur eine schwache Korrelation mit dem Kriterium *SF-12* aufweist. Ein weiterer kritischer Faktor des Prädiktors Alter könnte seine schwache Varianz sein, da die Personenstichprobe sehr spezifisch ist, beziehungsweise die Altersmarge der TEP-Probanden relativ klein ist.

Allerdings zeigten sich auch bei den Untertest der *Posturographie* keine signifikanten Ergebnisse bezüglich der Vorhersage der Lebensqualität. Grund hierfür könnte sein, dass die einzelnen Prädiktoren eventuell untereinander schon korrelieren.

Generell lässt sich sagen, dass verbesserte Mobilitätsfaktoren auf eine verbesserte Lebensqualität schließen lassen. Dennoch wurde für Hypothese 7 kein signifikantes Ergebnis diesbezüglich ermittelt. Eventuell könnte der *SF-12*-Fragebogen nicht umfangreich genug sein um kleinere Verbesserungsnuancen der Lebensqualität zu erfassen oder es liegt an der in Hypothese 6 erwähnten Varianzeinschränkung durch die sehr spezifische Personenstichprobe.

Hypothese 8 (Zusammenhänge zwischen der Gleichgewichtsfähigkeit und dem Variablenset WOMAC und SF-12):

In Hypothese 8 untersuchte man den Zusammenhang zwischen zwei Variablensets (1. Set: *TUG*, *Posturographie* und *GGT Reha* ; 2. Set: *SF-12* und *WOMAC*). Da vor allem *TUG* (Set 1) und *WOMAC* (Set 2) in die erste kanonische Korrelation eingehen, folgt für die Interpretation der Zusammenhänge, dass diese Variablen ausschlaggebend für die Beziehung zwischen der Gleichgewichtsfähigkeit und den Fragebögen sind. Die Varianzaufklärung lag mit einem $R^2 = .469$ bei 47 %.

In der bereits mehrfach erwähnten Studie von Böer et al. (2007a) ließ sich während der zwölfwöchigen Trainingsphase der Hüftgruppe bei den Patienten eine signifikante Verbesserung der *WOMAC*-Werte für den Faktor Funktionsfähigkeit und Schmerz erfassen.

Bauer et al. (2009, S. 361) kamen mittels *TUG* generell zu dem Schluss, dass ein gezieltes post-AHB-Hüfttrainingsprogramm die gefühlte Gehsicherheit und Mobilität steigert. Zudem gab ein Großteil der Teilnehmer eine subjektive Verbesserung der Kernmobilitätsfaktoren wie beispielsweise des Gelenkfunktionszustandes an.

Der *TUG* kann nicht nur als Indikationsinstrument für das Gleichgewicht verwendet werden, sondern parallel dazu auch als Indikator für die Sturzgefahr von TEP-Patienten.

Die hohe Korrelation zwischen dem motorischen Gleichgewichtstest *TUG* und dem *WOMAC-Fragebogen* mit den Dimensionen *Schmerz*, *Steifigkeit* und *Funktion des Gelenks* lässt darauf schließen, dass je besser die Gelenkfunktion, desto besser ist die Gleichgewichtsfähigkeit des TEP-Patienten ausgeprägt. Gerade auch für Messungen während den ersten beiden Reha-Phasen ist der *WOMAC* ein hilfreiches Messinstrument, da kurz nach der Implantation zuerst die Schmerzen nachlassen bevor die Funktionsfähigkeit des Gelenks zunimmt. Dies gilt Akhavan (2011, S. 95) zufolge auch für die Gehfähigkeit des Patienten während der AHB, da das Schmerzempfinden einen großen Einfluss auf die Gehfortschritte hat.

Es konnte diesbezüglich leider kein Vergleich mit anderen Studien gezogen werden, da bisher keine Studien zu einer direkten Beziehung zwischen *WOMAC* und *TUG* auffindbar waren.

Hypothese 9 (Unterschiede zwischen der Hüftsportgruppe und den drei anderen Gruppen):

In Hypothese 9 untersuchte man die Unterschiede hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit, des Gelenkfunktionszustandes und der Lebensqualität zwischen einer Hüftsportgruppe und drei anderen Gruppen (Hüft-TEP- und Knie-TEP-Patienten sowie Referenzgruppe). Die Literaturanalyse zeigte, dass sich auch mehrere Studien mit dem Thema der Gleichgewichtsfähigkeit bei Hüft-TEP-Sportgruppen befassen (Böer et al, 2007a; Böer et al., 2007b; Boer et al., 2010).

Im Gruppenvergleich der Hüft-TEP- und der Hüftsportgruppe ließ sich ein signifikanter Unterschied beim *GGT-Reha-Gesamtsummenscore* bezüglich der Leistung ermitteln. Ebenfalls ist dies bei der Knie-TEP- und der Hüftsportgruppe, sowie der Referenz- und der Hüftsportgruppe nachzuweisen. Letztlich werden im Bezug zur Hüftsportgruppe gegenüber der Referenzgruppe Leistungsdefizite festgestellt, während die TEP-Patientengruppen deutliche Leistungssteigerungen aufweisen. Ähnlich sieht dies beim Gruppenvergleich zwischen der Hüftsportgruppe und beiden TEP-Patientengruppen für den *TUG* aus.

Trotz besserer Mittelwerte konnte beim Vergleich zwischen Referenz- und Hüftsportgruppe bezüglich des *TUG* jedoch kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Daraus folgt, dass sich die Hüftsportgruppe in den Bereichen Mobilität, Gleichgewicht und Gehfähigkeit verbessert hat. Zudem zeigte sich bei Hüft-TEP-Patienten, dass sie innerhalb von vier bis sechs Wochen wieder in ihren Beruf einsteigen konnten. Obwohl sie noch leichte Einschränkungen hatten, konnten sie auch wieder mit sportlichen Aktivitäten beginnen (Cowie et al., 2013).

Zudem haben Schwartz et al. (2012) herausgefunden, dass eine bessere Balance mit verbesserter Mobilität, funktioneller Balance und gesteigerte Gesundheit bezogen auf die Lebensqualität korrelierten. Darüberhinaus scheint die Balance nicht nur die Schmerzlinderung, sondern auch den Erfolg einer Knie-TEP zu beeinflussen. Majewski et al. (2005) zeigten ebenfalls eine signifikante Verbesserung im Bereich der Balance Tests, sowie eine Annäherung der Werte an die Referenzgruppe nach zwölf Monaten. Dies wird auch in einer Studie von Mahoney et al. (2002) verdeutlicht. Eine Knie-TEP-Gruppe, die drei Jahre an einem rehabilitativen Sportprogramm teilgenommen hat, wurde hier mit einer Referenzgruppe bezüglich der Gleichgewichtsfähigkeit verglichen. Dagegen zeigte die Untersuchung der Hüftsportgruppe der vorliegenden Arbeit, dass noch Defizite bei der Referenzgruppe zu erkennen sind. Zu empfehlen wären mehrere zusätzliche Trainingseinheiten. Liao et al. (2013) haben herausgefunden, dass ein separates Balancetraining die Mobilität der Knie-TEP-Patienten verbessert. Die Knie-TEP-Patienten mit diesem zusätzlichen Training zeigten im Gegensatz zu den Patienten ohne zusätzliches Balancetraining signifikante Veränderungen hinsichtlich des *TUG*. Zusätzlich zeigte sich, dass sich die Balance zwei Jahre nach der Operation sowohl sagittal als auch lateral verbessert hat. Einziges Defizit sind die Muskeln um die Hüfte, die kaum ausgebildet sind. Deswegen wäre ein Training dieser Muskeln sinnvoll (Rasch et al., 2010).

Hinsichtlich des Funktionszustandes der Gelenke, gemessen durch den *WOMAC*, ergaben sich in der vorliegenden Arbeit signifikante Unterschiede zwischen der Hüftsport- und der Referenzgruppe. Das bedeutet, dass die Hüftsportgruppe im Vergleich zur Referenzgruppe, Defizite aufweist. Huber et al. (2006) untersuchten mithilfe des *WOMAC* und des *SF-36*-Fragebogens die Verbesserung der Lebensqualität, innerhalb zwei Jahre nach einer Hüft-TEP-Implantation. Das Ergebnis zeigte, dass sich die Lebensqualität von TEP-Patienten zwei Jahre nach Operation, stark an die Ausprägung gesunder Probanden angenähert hat. Laut den Ergebnissen der zu diskutierenden Untersuchung zeigte die Hüftsportgruppe noch Defizite im Bereich des Funktionszustandes vom Hüftgelenk z. B Schmerz, Steifigkeit und körperliche Aktivität.

Huber et al. (2006) und Rasch et al. (2010) haben signifikante Verbesserungen bezüglich des *SF-36*-Fragebogen zwei Jahre nach der OP festgestellt. Die vorliegende Arbeit zeigte dagegen (*SF-12*) keinen signifikanten Unterschied. Lediglich der Vergleich zwischen der Hüftsportgruppe und der Knie-TEP-Gruppe ließ einen signifikanten Unterschied feststellen. Aber letztlich zeigen alle vier Gruppen ähnlich gleiche Mittelwerte auf. Die Lebensqualität symbolisiert die Wahrnehmung einer Person in Bezug zum Lebensstatus, wenn die Erhebung auf ihre Zielvorstellungen, kulturelle und gesellschaftliche Konventionen und Erwartungen eingeht. Da Lebensqualität ein sehr komplexes und multidimen-

sionales Konstrukt ist, kann sie nur subjektiv beurteilt werden, da sie vom individuellen Gesundheitsempfinden und dem Wohlbefinden ausgeht (Radoschewski, 2000).

Generell stützt sich die Fachliteratur auf die Ergebnisse, dass ein regelmäßig durchgeführtes Koordinationstraining über eine längere Zeit die Gleichgewichtsfähigkeit deutlich verbessert (Froböse & Fiehn, 2003).

Allerdings konnte dies in der Referenzgruppe der zu diskutierenden Arbeit nicht nachgewiesen werden. Eine genaue Teilnahmedauer konnte für die Untersuchung nicht generell bestimmt werden, da die Teilnehmer unterschiedlich lange in dieser Hüftsportgruppe trainierten. Die Teilnahmedauer streute von einem Monat bis 12 Jahre.

Außerdem ist bekannt, dass ein chirurgischer Eingriff die Schmerzen im Bereich der Hüfte lindern und die Lebensqualität verbessern kann. Trotzdem haben TEP-Patienten immer noch Defizite im Vergleich zur allgemeinen Bevölkerung. Im Bereich der Hüftendoprothetik sind noch zahlreiche Untersuchungen nötig, um bessere Operationstechniken zu entwickeln und Rehabilitationsprogramme optimieren zu können (Beaulieu et al., 2013).

5.2.3 Methodendiskussion der Teiluntersuchung

Wie auch in der ersten Untersuchung sah man sich hier mit einzelnen, unterschiedlichen Problemfaktoren in der Untersuchungsplanung und Ausführung konfrontiert. Da diese Problemfaktoren die Studienergebnisse beeinflussen können, wird darauf im nachfolgenden Text genauer eingegangen.

Es sollte generell in Betracht gezogen werden, dass das Alter der 35 TEP-Patienten dieser Teiluntersuchung zwischen 57 und 89 Jahren liegt. Dies ist für eine statistische Untersuchung eine sehr geringe Spanne, um Varianz zu erzeugen (Pospeschill & Spinath, 2009). Damit gilt die Variable Alter in dieser Teiluntersuchung als varianzeingeschränkt und ist somit kein optimaler Prädiktor für das Gleichgewicht. Eine TEP-Probandengruppe mit größerer Altersrange zu finden, würde sich allerdings als schwer erweisen, da das Krankheitsbild der Koxarthrose oft erst in fortgeschrittenem Alter auftritt.

Ein großer Nachteil dieser Studie liegt in der geringen Probandenzahl von nur 35 Teilnehmern. Die zur Verfügung stehende Gesamtteilnehmerzahl der Hüftsportgruppe betrug zwar 57 Patienten, allerdings waren 22 dieser Patienten Arthrosepatienten und 35 TEP-Patienten. Somit waren auch nur 35 Patienten der Hüftsportgruppe untersuchungsrelevant.

Dies steht auch mit dem nächsten Problempunkt in Verbindung, denn diese 35 Probanden befanden sich alle auf einem unterschiedlichen rehabilitativen Niveau, da die Trainingsdauer von Teilnehmer zu Teilnehmer zwischen einem Monat

und 144 Monaten variierte. Manche Teilnehmer hatten auch nicht direkt sechs Monate postoperativ, wie laut Horstmann et al. (2001a) empfohlen, mit der Hüftsportgruppe begonnen, sondern erst nach einigen Monaten oder Jahren. Andere wiederum hatten zwischendurch für mehrere Wochen oder Monate mit dem Training pausiert. Dadurch lässt sich diese Hüftsportgruppe nicht exemplarisch mit anderen Gruppen vergleichen. Zudem konnte weder ein genauer Einblick in den Trainingsaufbau, noch direkten Einfluss auf die Trainingsdosierung genommen werden. Denn durch die uneinheitliche Struktur der Trainingsgruppe hinsichtlich der Belastungsfähigkeit, des Alters und des Schmerzempfindens der Teilnehmer ist der Trainingsaufbau recht komplex zu gestalten (Horstmann & Haupt, 2005) und hat dadurch unmittelbare Auswirkungen auf die Fortschritte der Teilnehmer. Des Weiteren sollte man sich die Frage stellen, ob die in der untersuchten Hüftsportgruppe festgelegte Trainingsdosierung von einer Stunde pro Woche zu gering ist. Um diese dadurch eingeschränkten Trainingserfolge ausreichend zu messen, wäre es sinnvoller, einige hundert Probanden zu untersuchen anstatt nur 35. Andererseits kann es ebenso interessant sein, diese Untersuchung an einer Trainingsgruppe durchzuführen, die häufigere und längere Trainingseinheiten durchführt. Des Weiteren ist zu bemerken, dass diese Studie nur an Hüft-TEP-Patienten durchgeführt wurde, da in diesem rehabilitativen Trainingsformat häufig nur Hüftsportgruppen angeboten werden und kaum Kniesportgruppen. Aus diesem Grund war es nicht möglich, Zusammenhänge zwischen der Gleichgewichtsfähigkeit von TEP-Patienten allgemein und anderen Studienfaktoren wie der Teilnahmedauer herzustellen. Ein möglicher Forschungsausblick wäre daher, eine Studie mit der gleichen Fragestellung auch anhand einer Kniesportgruppe durchzuführen. In Hypothese 3 dieser Untersuchung wurde mit dem *WOMAC-Fragebogen* allerdings auch der Funktionszustand von Hüft- und Kniegelenk der Hüft-TEP-Patienten untersucht. Damit wurde das Kniegelenk minimal in die Untersuchung mit einbezogen.

Wie auch in Hauptuntersuchung I und II wurde in der Teiluntersuchung die *Posturographie* parallel zum *GGT Reha* durchgeführt und dauerte je Testparameter nur 15 Sekunden und nicht wie üblich 20 bis 30 Sekunden. Stoll et al. (2004) empfehlen in manchen Fällen sogar eine Messzeit von einer Minute. Auch hier befindet man sich bei der Auswertung der Testergebnisse in einem Zwiespalt, da in der Fachliteratur, wie in Kapitel 2.5.1.3 und Kapitel 5.1.3 beschrieben, unterschiedliche Meinungen hinsichtlich der Deutung der Schwankweglänge zu finden sind.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Ein wichtiger in der ICF festgeschriebener Aspekt der Rehabilitation ist die Förderung der Mobilität. Denn sie ist ein wichtiger Bestandteil zur Erlangung des Hauptrehabilitationsziels und ICF-Ziels: die Wiedereingliederung in das gesellschaftliche und berufliche Leben, beziehungsweise die Aktivität sowie die alltägliche und soziale Teilhabe. Die Einbeziehung der ICF erweist sich auch als äußerst hilfreicher Leitfaden zur Bestimmung von Reha-Zielen und -Maßnahmen. Diese Untersuchung fokussierte daher die beiden Kernmobilitätsfaktoren Gleichgewichtsfähigkeit und Gangbild bei Hüft- und Knie-TEP-Patienten im Rahmen ihrer Rehabilitation. Hierbei wurde untersucht, inwiefern die vorab festgelegten Rehabilitationsziele nach Verwirklichung bewegungstherapeutischer Therapiemaßnahmen unter Einbeziehung der ICF umgesetzt und erreicht wurden. Für diesen Themenbereich finden sich einige nationale und internationale empirische Studien, die sich vor allem mit der Gleichgewichtsfähigkeit und dem Gangbild der Patienten während der stationären Rehabilitationsmaßnahmen auseinandersetzen. Für die weitere rehabilitative Entwicklung der Patienten interessierten sich weitaus weniger Studien. Genau hier knüpft die vorliegende Arbeit an. Die Hauptuntersuchung I und II beschäftigt sich mit dem Zustand der Patienten hinsichtlich des Gleichgewichts, der Gangparameter und ihres subjektiv empfundenen Gesundheitszustandes direkt beim Abschluss der AHB. Die Teiluntersuchung befasst sich anschließend damit, inwiefern die Komponenten *SF-12*, *WOMAC*, Gleichgewichtsfähigkeit, Teilnahmedauer sowie Alter und BMI der TEP-Patienten in einer Hüftsportgruppe, noch Jahre nach Abschluss der AHB miteinander in Verbindung stehen. Bezüglich der Gleichgewichtsfähigkeit konnte ein Unterschied zwischen der Hüftsportgruppe und den anderen (Hauptuntersuchung I und II) Probandengruppen festgestellt werden.

Die vorliegenden Ergebnisse der Hauptuntersuchung I und II zeigen signifikante Unterschiede zwischen der Hüft-TEP-Gruppe und der Referenzgruppe sowie der Knie-TEP-Gruppe und der Referenzgruppe in den Bereichen Gleichgewichtsfähigkeit, Gangparameter, gesundheitsbezogene Lebensqualität (*SF-12*) und Funktionszustand des Hüft- und Kniegelenks (*WOMAC*).

Beim Vergleich beider Patientengruppen hinsichtlich den genannten Faktoren konnten allerdings meistens keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Außerdem wurde eine nicht signifikante Korrelation zwischen dem Gleichgewicht der Patienten und deren BMI ermittelt.

Dies bedeutet, dass die Patienten am Ende ihrer AHB zwar schon Fortschritte hin zu einer alltagserleichternden Mobilität gemacht haben, jedoch von den

Werten der gesunden Referenzgruppe noch weit entfernt sind, sei es bezüglich der Gleichgewichtsfähigkeit, des Gangbildes oder ihres subjektiv empfundenen Lebens- und Körpergefühls. Also reicht das Mobilitätsniveau der TEP-Patientengruppen nach Abschluss der AHB noch nicht an das Mobilitätsniveau der gesunden Referenzgruppe heran. Das Gleichgewicht kann nach einer AHB somit nicht ausreichend wieder hergestellt werden.

Zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit und des Kniewinkels werden eine Steigerung der Muskelkraft durch gezieltes Krafttraining und ein Training zur Verbesserung der Flexibilität empfohlen. Demnach bedarf es für eine vollständige Wiedereingliederung in das berufliche und soziale Geschehen weiterer rehabilitativer Interventionen. Es stellt sich allerdings die Frage, ob es überhaupt möglich ist, für die TEP-Gruppe, das Mobilitätsniveau der Referenzgruppe zu erreichen und, wenn ja, in welchem Zeitraum dies möglich wäre. Hierzu müssten noch weitere Tests nach der AHB zu den oben genannten Parametern untersucht werden. Es müsste allerdings im Voraus festgelegt werden, wie lange die Patientengruppe begleitet wird, ob nur kurzfristig über einige Monate oder langfristig über mehrere Jahre hinweg. Außerdem scheint es interessant zu prüfen, inwiefern rehabilitative Trainingsinterventionen die Fortschritte hinsichtlich der Gleichgewichts- und Gehfähigkeit der Patienten beeinflussen. Hierfür könnte wiederum eine Patientengruppe, die regelmäßig an einer Nachsorgetrainingsintervention teilnimmt, einer Patientengruppe gegenübergestellt werden, die an keinerlei Nachsorgetraining teilnimmt. Beide Gruppen sollten dann wieder jeweils einzeln mit einer gesunden Referenzgruppe verglichen werden. Des Weiteren ist während der Durchführung der einzelnen Gleichgewichts- und Ganganalysetestverfahren aufgefallen, dass einige Patienten verunsichert oder sogar verängstigt, hinsichtlich möglicher Stürze oder Schmerzen waren und somit Mühe hatten, die Tests korrekt auszuführen. Dies zeigte sich vor allem bei der *Posturographie*. Da dies die Testergebnisse erheblich beeinflussen kann, könnte der Faktor Angst bzw. Unsicherheit ebenfalls in Studien dieser Art miteinbezogen werden.

Neben den in dieser Arbeit durchgeführten kinematischen und Zeit-Weg-Parameter-Untersuchungen können die hier genannten Aspekte auch elektromyographisch und kinetisch untersucht werden. Einige Forscher haben sich in dieser Richtung auch schon vorgewagt.

Die Teiluntersuchung setzt an einem anderen Zeitpunkt der Rehabilitation an als die Hauptuntersuchung, nämlich bei der Nachsorge. Die Nachsorge unterstützt das Ziel der Rehabilitation, einen Patienten wieder in das alltägliche Leben einzugliedern.

Man befasste sich mit Hüft-TEP-Teilnehmern einer Hüftsportgruppe, die das Nachsorgetraining mindestens einen Monat und bis zu 12 Jahren besucht hatten. Die einzelnen Verbindungen innerhalb der Komponenten *SF-12*, *WOMAC*, Gleichgewichtsfähigkeit, Teilnahmedauer sowie Alter und BMI der TEP-Patienten wurden untersucht. Es wird empfohlen, einzelne Paare innerhalb des Komponentengefüges genauer zu betrachten.

Eine generelle Anregung, wie oben erwähnt, ist die feste Integration eines Koordinations- und Gleichgewichtstrainings in das Rehabilitationsprogramm von TEP-Patienten. Dies wird auch in einer Studie von Mahoney et al. (2002) verdeutlicht, in der eine Knie-TEP-Gruppe, die drei Jahre an einem rehabilitativen Sportprogramm teilgenommen hat, mit einer Referenzgruppe verglichen wurde. Beide zeigten die gleiche Leistungsfähigkeit. Yamaguchi et al. (2003) untersuchte in dieser Hinsicht eine Hüft-TEP-Gruppe, die durchschnittlich zwei Jahre lang postoperativ ein gezieltes Krafttraining absolviert hatte. Im Vergleich zu einer Hüft-TEP-Gruppe ohne absolviertes Krafttraining, wies die trainierte Gruppe einen besseren Muskelaufbau und eine gesteigerte Muskelkraft auf.

Diese vorliegende Teiluntersuchung sowie deren mögliche Forschungsausblicke könnten idealerweise auch an TEP-Patienten einer Kniesportgruppe durchgeführt werden, da hierzu die Studienlage eher dünn ist.

Zudem zeigten sich weiterhin Leistungsdefizite seitens der Hüftsportgruppe bezüglich des *GGT Reha Gesamtsummenscores* und des *WOMAC* im Vergleich zur Referenzgruppe. Und auch trotz der nicht signifikanten Zusammenhänge zwischen der Teilnahmedauer und der Gleichgewichtsfähigkeit wird empfohlen, dass TEP-Patienten an weiteren angemessenen bewegungstherapeutischen Maßnahmen teilnehmen sollten, um gerade diese Defizite zu minimieren. Diese längerfristigen Trainingsinterventionen kommen einer kontinuierlichen Steigerung der Mobilität zugute und ermöglichen den TEP-Patienten eine stetig bessere Teilhabe am gesellschaftlichen, alltäglichen und beruflichen Leben. Dies reiht sich in die ICF-Prinzipien ein und verbessert auf lange Sicht auch die subjektiv empfundene Lebensqualität der Patienten.

Die einzelnen Schlussfolgerungen dieser Untersuchung werden in der anschließenden Aufzählung auf einen Blick zusammengetragen:

1. Patienten sollten nach Abschluss der stationären Rehabilitation an entsprechenden bewegungstherapeutischen Maßnahmen teilnehmen.
2. Zur Sturzprävention sollten in das Rehabilitationsprogramm vermehrt Trainingseinheiten zur Verbesserung koordinativer Fähigkeiten, insbesondere der Gleichgewichtsfähigkeit, integriert werden.
3. Eine Erhöhung der Gehgeschwindigkeit und Optimierung des Kniewinkels setzen die Steigerung der Muskelkraft voraus. Insbesondere

- für TEP-Patienten werden demnach ein gezieltes Krafttraining und ein Training zur Verbesserung der Flexibilität empfohlen.
4. Hinsichtlich der Ganganalyse könnten weitere Studien die Messung kinetischer Gangparameter (Bodenreaktionskräfte, dynamische Elektromyographie) fokussieren.
 5. Zur Erhöhung der Mobilität von TEP-Patienten wird empfohlen, dass diese nach einer stationären Rehabilitation weiterhin an Rehasportgruppen, insbesondere TEP-Sportgruppen, teilnehmen. Über einen Ausbau der Gruppen in den Bundesländern könnte zukünftig nachgedacht werden.

Literaturverzeichnis

1. Airex AG (2011). Airex(R) und Bebalanced!: Ein Training wie auf Wolken. Zugriff am 15. August 2011 unter <http://www.bebalanced.net/bebalanced.html?&L=1%2523c1569>
2. Alber, U. (2005). *Koordinatives Training bei Coxarthrose – Die Auswirkungen auf das Bewegungsausmaß des Hüftgelenks*. Diplomarbeit, Europa-akademie für health professionals, Hall in Tirol.
3. Altschuck, N. (2010). Reliabilität und Validität von Ganganalyse-Skalen. *Physioscience*, 176(4), 153 - 160.
4. Aminian, K., Rezakhanlou, K., De Andres, E., Fritsch, C., Leyvraz, P. F., & Robert, P. (1999). Temporal feature estimation during walking using miniature accelerometers: an analysis of gait improvement after hip arthroplasty. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 37(6), 686 - 691.
5. Anderson, J. J., & Felson, D. T. (1988). Factors associated with osteoarthritis of the knee in the first National Health and Nutrition Examination Survey (HANES I) evidence for an association with overweight, race, and physical demands of work. *American Journal of Epidemiology*, 128(1), 179 - 189.
6. Anders, J., Dapp, U., Laub, S., & Renteln-Kruse W. (2007). Einfluss von Sturzgefährdung und Sturzangst auf die Mobilität selbstständig lebender, älterer Menschen am Übergang zur Gebrechlichkeit. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 40(4), 255 - 267.
7. Angst, F., Aeschlimann, A., Steiner, W., & Stucki, G. (2001). Responsiveness of the WOMAC osteoarthritis index as compared with the SF-36 in patients with osteoarthritis of the legs undergoing a comprehensive rehabilitation intervention. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 60(9), 834 - 840.
8. Anneken, V. (2007). Zum Stellenwert des Sports für Menschen mit Behinderung-Herausforderungen für den deutschen Behindertensport. In H. Deimel, G. Huber, K. Pfeifer & K. Schüle (Hrsg.), *Neue aktive Wege in Prävention und Rehabilitation* (S. 227 - 242). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
9. Akhavan, F. (2011). *Beurteilung der Rehabilitationsfortschritte nach Gelenkersatz bei älteren Menschen*. Dissertation, Universität Ulm.
10. Bader-Johansson, C. (2000). *Motorik und Interaktion: Wie wir uns bewegen – was uns bewegt*. Stuttgart: Thieme.
11. Bak, P., Strohbach, H., Venbrocks, R. A., & Smolenski, U. (2001). Einfluss der stationären Rehabilitation nach der Hüft-TEP-Implantation auf den allgemeinen und krankheitsspezifischen Gesundheitsstatus -Kurzzeitergebnisse. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, 11(4), 129 - 132.
12. Bak, P., Müller, W.D., Bocker, B., & Smolenski, U. C. (2008). Short-term patterns of recovery from total hip and knee arthroplasty after multidisciplinary inpatient rehabilitation. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, 18(1), 11 - 18.
13. Baldus, A., Huber, G., & Schüle, K. (2012). ICF-Orientierung in der Sport- und Bewegungstherapie: modularisierte Therapieprozesse. In K. Schüle & G. Huber (Hrsg.), *Grundlagen der Sport- und Bewegungstherapie: Prävention, ambulante und stationäre Rehabilitation* (3. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.) (S. 94 - 100). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
14. Baldus, A., & Schüle, K. (2012). Indikationskatalog häufiger Krankheits- und Schadensbilder in Anlehnung an die ICF-Klassifizierung. In K. Schüle & G. Hu-

- ber (Hrsg.), *Grundlagen der Sport- und Bewegungstherapie: Prävention, ambulante und stationäre Rehabilitation* (3. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.) (S. 401 - 493). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
15. Baloh, R. W., Jacobson, K. M., Beykirch, K., & Honrubia, V. (1998a). Static and dynamic posturography in patients with vestibular and cerebellar lesions. *Archives of Neurology*, 55(5), 649 - 654.
 16. Baloh, R. W., Jacobson, K. M., Enrietto, J. A., Corona, S., & Honrubia, V. (1998b). Balance disorders in older persons: quantification with posturography. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 119(1), 89 - 92.
 17. BARMER-GEK. (2010). *BARMER GEK Report Krankenhaus 2010. Trends in der Endoprothetik des Hüft- und Kniegelenks*. Zugriff am 30. Mai 2013 unter http://www.barmergek.de/barmer/web/Portale/Versicherte/Komponenten/gemeinsame__PDF__Dokumente/Reports/Report_20Krankenhaus_202010,property=Data.pdf
 18. Bär, J. (2001). Ganganalyse zur bewegungstherapeutischen Beurteilung des Konzeptes der Masai Barfuss Technologie. Diplomarbeit am Ausbildungszentrum West für Gesundheitsberufe Tilak Ges.m.b.H.
 19. Bascuas, I., Tejero, M., Monleón, S., Boza, R., Muniesa, J. M., & Belmonte, R. (2013). Balance 1 Year After TKA: Correlation With Clinical Variables. *Orthopedics*, 36(1), 6 - 12.
 20. Bauer, C., Rietsch, C., & Gröger, I. (2009). Mobilität und Sicherheit im Alter (MoSi), ein neues Trainingsprogramm zur Verbesserung der Mobilität und Gangsicherheit bei Senioren. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 42(5), 360 - 364.
 21. Bäumler, G., & Schneider, K. (1981). *Sportmechanik – Grundlagen für Studium und Praxis*. München, Wien, Zürich: BLV-Verlagsgesellschaft.
 22. Beaulieu, M. L., Lamontagne, M., & Beaulé, P. E. (2010). Lower limb biomechanics during gait do not return to normal following total hip arthroplasty. *Gait & posture*, 32(2), 269 - 273.
 23. Becker, C., Lindemann, U., & Scheible, S. (2000). Gangstörungen und Stürze. In T. Nikolaus (Hrsg.), *Klinische Geriatrie* (S. 259 - 272) Berlin, Heidelberg: Springer.
 24. Beckers, D., & Deckers, J. (1997). *Ganganalyse und Gangschulung: Therapeutische Strategien für die Praxis*. Berlin: Springer.
 25. Bellamy, N., Buchanan, W. W., Goldsmith, C. H., Campbell, J., & Stitt, L. W. (1988). Validation study of WOMAC: A health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *The Journal of Rheumatology*, 15(12), 1833 - 1840.
 26. Bellamy, N., Kirwan, J., Boers, M., Brooks, P., Strand, V., Tugwell, P., Lequesne, M. (1997). Recommendations for a core set of outcome measures for future phase III clinical trials in knee, hip, and hand osteoarthritis. Consensus Development at OMERACT III. *Journal Rheumatol*, 24(4), 799 - 802.
 27. Berth, A., Urbach, D., Becker, R., & Awiszus, F. (2002). Ganganalyse bei Varusgonarthrosepatienten vor und nach unilateraler Knieendoprothesenimplantation. *Zentralblatt für Chirurgie*, 127(10), 868 - 872.
 28. Bertram, A. M., & Laube, W. (2008). *Sensomotorische Koordination: Gleichgewichtstraining auf dem Kreisel* (1. Aufl.). Stuttgart: Thieme.

29. Best, S., & Gerdes, N. (2005). Praxisrelevante Kooperationen und Vernetzungen in der Rehabilitation. In V. Stein, & B. Greitmann (Hrsg.), *Rehabilitation in Orthopädie und Unfallchirurgie. Methoden – Therapiestrategien – Behandlungsempfehlungen*. (S. 294 - 304). Heidelberg: Springer.
30. Birbaumer, N., & Schmidt, R. F. (2006). *Biologische Psychologie*. Heidelberg: Springer Medizin.
31. Birklbauer, J. (2006). *Modelle der Motorik: Eine vergleichende Analyse moderner Kontroll-, Steuerungs- und Lernkonzepte*. Aachen: Meyer & Meyer.
32. Blagojevic, M., Jinks, C., Jeffery, A., & Jordan, K. (2010). Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 18(1), 24 - 33.
33. Boeer, J., Mueller, O., Krauss, I., Haupt, G., Axmann, D., & Horstmann, T. (2010). Effects of a sensory-motor exercise program for older adults with osteoarthritis or prosthesis of the hip using measurements made by the posturomed oscillatory platform. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 33(1), 10 - 15.
34. Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6. Vollständig überarbeitete und aktualisierte Aufl.). Heidelberg: Springer.
35. Bortz, J., & Döring, N. (2002). *Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler* (3. überarbeitete. Aufl.). Berlin: Springer.
36. Bortz, J., Lienert, G. A., & Boehnke, K. (2000). *Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik*. Berlin, Heidelberg: Springer.
37. Bös, K. (2001). *Handbuch Motorische Tests. Sportmotorische Tests, motorische Funktionstests, Fragebogen zur körperlich-sportlichen Aktivität und sportpsychologische Diagnoseverfahren* (2. überarbeitete und erweiterte Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
38. Bös, K., Hänsel, F., & Schott, N. (2004). *Empirische Untersuchungen in der Sportwissenschaft: Planung - Auswertung - Statistik* (2, vollständig überarbeitete und aktualisierte Aufl.). Hamburg: Czwalina.
39. Bös, K., Wydra, G., & Karisch, G. (1992). *Gesundheitsförderung durch Bewegung, Spiel und Sport: Ziele und Methoden des Gesundheitssports in der Klinik*. Erlangen: Perimed.
40. Böer, J. R. (2006). *Charakterisierung des Balanceverhaltens von Gesunden, Hüft- und Kniepatienten auf dem Posturomed*. Inauguraldissertation, Universität Tübingen, Tübingen.
41. Böer, J., Kaim, E., Haupt, G., Heitkamp, H. C., & Horstmann, T. (2007a). Effektivität verschiedener sporttherapeutischer Interventionsmaßnahmen auf Kraft, Schmerz und Lebensqualität bei Patienten mit Coxarthrose und Hüftprothese. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58(7), 8.
42. Böer, J., Mayer, J., Haupt, G., Krauss, I., & Horstman, H. (2007b). *Gesundheitsbezogene Lebensqualität, Koordination und Kraftausdauer bei Hüftsportteilnehmern im Langzeitverlauf*. Zugriff am 2. März 2012 unter <http://www.hueftschule.de/pdf/356%20Langzeitverlauf%20H%FCftsport.pdf>
43. Braitenberg, V., & Schüz, A. (2006). Allgemeine Neuroanatomie. In R. F. & Schmidt, H. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie* (5. neu bearbeitete Aufl.) (S. 2 - 13). Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg.
44. Brettmann, K., Vogt, L., Galm, R., Hartge, S., & Banzer, W. (2006). Visuelles Feedback-Gehtraining nach hüftendoprothetischer Versorgung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57(7/8), 189 - 194.

45. Bruggencate, G., & Dieringer, N. (2005). Sensomotorische Systeme. Körperhaltung, Bewegung und Blickmotorik. In R. Klinke, H. -C. Pape & S. Silbernagl (Hrsg.), *Physiologie* (5. komplett überarbeitete Aufl.) (S. 735 - 784). Stuttgart: Thieme.
46. Brunner, R. (2006). Ganguntersuchung; Ganganalyse. In F. Hefti (Hrsg.), *Kinderorthopädie in der Praxis* (S. 32 - 35). Berlin, Heidelberg: Springer.
47. Brüggemann, S., & Sewöster, D. (2010). Bewegungstherapeutische Versorgung in der medizinischen Rehabilitation der Rentenversicherung. *Bewegungstherapie und Gesundheitsport*, 26(6), 266 - 269.
48. Bullinger, M., & Kirchberger, I. (1998). *SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand*. Göttingen: Hogrefe.
49. Busato, A., Röder, C., Herren, S., & Eggli, S. (2008). Influence of high BMI on functional outcome after total hip arthroplasty. *Obesity Surgery*, 18(5), 595 - 600.
50. Bürger, W., & Buschmann-Steinhage, R. (2000). Rehabilitative Angebotsformen. In J. Bengel & U. Koch (Hrsg.), *Grundlage der Rehabilitationswissenschaften. Themen, Strategien und Methoden der Rehabilitationsforschung* (S. 139 - 162). Berlin, Heidelberg: Springer.
51. Cameron, I. D., Murray, G. R., Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Hill, K. D., Cumming, R. G., & Kerse, N. (2010). Interventions for preventing falls in older people in nursing care facilities and hospitals. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 1(2), 1 - 96.
52. Carr, A. J., Robertsson, O., Graves, S., Price, A. J., Arden, N. D., Judge, A., & Beard, D. J. (2012). Knee replacement. *The Lancet*, 379 (9832), 1331 - 1340.
53. Çetin, H. N. (1991). *Technikanalyse und Techniktraining*. Sankt Augustin: Academia-Verlag.
54. Chang, J. T., Morton, S. C., Rubenstein, L. Z., Mojica, W. A., Maglione, M., Suttopr, M. J., Roth, E. A., & Shekelle, P. G. (2004). Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *British Medical Journal*, 328, 680 - 686.
55. Conrad, B. (1996). Pathophysiologie der Bewegungsstörungen. In B. Conrad & A. O. Ceballos-Baumann (Hrsg.), *Bewegungsstörungen in der Neurologie* (S. 11 - 29). Stuttgart: Thieme.
56. Cowie, J. G., Turnball, G. S., Ker, A. M., & Breusch, S. J. (2013). Return to work and sports after total hip replacement. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 133(5), 695 - 700.
57. Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297 - 335.
58. De Marées, H., & Heck, H. (2003). *Sportphysiologie* (9. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.). Köln: Sportverlag Strauss.
59. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) (2010). *ICF - Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit* (unveränderter Nachdruck. Aufl.). Köln: DIMDI.
60. Deutsche Rentenversicherung Bund (2008). *Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Reha-Nachsorge in der Rentenversicherung*. Zugriff am 2. August 2013 unter http://www.deutsche-rentenversicherung.de/cae/servlet/contentblob/207030/publicationFile/2264/rahmenkonzept_nachsorge.pdf
61. Deutsche Rentenversicherung Bund (2009). *Rahmenkonzept zur medizinischen Rehabilitation in der gesetzlichen Rentenversicherung*. Zugriff am 12. August 2013 unter <http://www.deutsche-rentenversicherung.de/cae>

- /servlet/contentblob/207036/publicationFile/2127/rahmenkonzept_medizinische_reha.pdf
62. Deutsche Rentenversicherung Bund (2010). *Therapiestandards für die Rehabilitation nach Hüft- und Knieendoprothese. Methodenbericht: Ergebnisse der Projektphasen der Entwicklung der Pilotversion Reha- Therapiestandards Hüft- und Knie-TEP*. Zugriff am 29. August 2013 unter http://forschung.deutscherentenversicherung.de/ForschPortalWeb/re-ssource?key=report_tep.pdf
 63. Deutsche Rentenversicherung Bund (2011). *Reha-Therapiestandards Hüft- und Knie TEP*. Zugriff am 29. August 2013 unter http://www.deutscherentenversicherung.de/cae/servlet/contentblob/207094/publicationFile/23280/ll_tep_download.pdf
 64. Dhesi, J. K., Jackson, S. H., Bearne, L. M., Moniz, C., Hurley, M. V., Swift, C. G., & Allain, T. J. (2004). Vitamin D supplementation improves neuromuscular function in older people who fall. *Age and Ageing*, 33(6), 589 - 595.
 65. Di Monaco, M., Vallerio, F., Tappero, R., & Cavanna, A. (2009). Rehabilitation after total hip arthroplasty: A systematic review of controlled trials on physical exercise programs. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 45(3), 303 - 317.
 66. Döderlein, L., & Wolf, S. (2004). Der Stellenwert der instrumentellen Ganganalyse bei der infantilen Zerebralparese. *Der Orthopäde*, 33(10), 1103 - 1118.
 67. Drabiniok, T., Pfeil, U., & Heisel, J. (2009). AOK-proReha - Prospektive assessmentgestützte Evaluation des Rehabilitationsergebnisses nach KTEP/HTEP bei extern standardisierten Behandlungsvorgaben. *Orthopädische Praxis*, 45(8), 385 - 391.
 68. Edwards, W. H. (2011). *An introduction to motor learning and motor control*. Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning.
 69. Ekdahl, C., Jarnlo, G. B., & Andersson, S. I. (1989). Standing balance in healthy subjects. Evaluation of a quantitative test battery on a force platform. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 21(4), 187 - 195.
 70. Ellert, U., & Kurth, B. M. (2013). Gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Erwachsenen in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 56(5-6), 643 - 649.
 71. Engeln, A. (2003). Zur Bedeutung von Aktivität und Mobilität für die Entwicklung im Alter. *Zeitschrift für Gerontopsychologie & -psychiatrie*, 16(3), 117 - 129.
 72. Erler, K., Neumann, U., & Brückner, L. (2008). Gleichgewichtsfähigkeit – ein wichtiger Faktor in der Sturzprävention bei Knie-TEP-Patienten. *Orthopädische Praxis*, 44(8), 389 - 394.
 73. Ermel, J. (2006). Step by step - Ganganalyse Teil 1: die acht Phasen. *Physiopraxis*, 4(9), 30 - 33.
 74. Eysel, U. (2006). Sehen. In R. F. & Schmidt, H. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie* (5. neu bearbeitete Aufl.) (S. 243 - 286). Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg.
 75. Faraldo-García, A., Santos-Pérez, S., Crujeiras-Casais, R., Labella-Caballero, T., & Soto-Varela, A. (2012). Influence of age and gender in the sensory analysis of balance control. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 269(2), 673 - 677.

76. Farin, E. (2008). Patientenorientierung und ICF-Bezug als Herausforderungen für die Ergebnismessung in der Rehabilitation. *Die Rehabilitation*, 47(2), 67 - 76.
77. Feiste, P. (2003). *Vergleichende Analyse des Gangbildes bei Patienten mit degenerativer Gonarthrose vor und nach Implantation einer Kniegelenkendoprothese mit Hilfe der Ganganalyse*. Inauguraldissertation, Universität Greifswald, Greifswald.
78. Felson, D. T. (1990). Osteoarthritis. *Rheumatic Disease Clinics North America*, 16(3), 499 - 512.
79. Ferrata, P., Carta, S., Fortina, M., Scipio, D., Riva, A., & Di Giacinto, S. (2011). Painful hip arthroplasty: definition. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 8(2), 19 - 22.
80. Fetz, F. (1990). *Sensomotorisches Gleichgewicht im Sport* (2. überarbeitete und erweiterte Aufl.). Wien: Österreichischer Bundesverlag.
81. Findeklee, R., & Büttner, K. (2000). Knieendoprothetik - Ergebnisse der stationären Rehabilitation (AHB) bei 1111 Patienten nach Knie-TEP-Implantation. *Orthopädische Praxis*, 36(5), 280 - 284.
82. Fink, M., & Resch, K. L. (2006). Was bringt die Ganganalyse? - Pro und Contra. *Deutsche Zeitschrift für Osteopathie*, 4(4), 26 - 27.
83. Fischer, G. (2000). Mehrdimensionale Psychodynamische Traumatherapie MPTT. *Manual zur Behandlung psychotraumatischer Störungen*. Heidelberg: Asanger.
84. Flören, M., & Reichel, H. (2011). Implantate. In D. C. Wirtz (Hrsg.), *AE-Manual der Endoprothetik* (S. 57 - 67). Berlin: Springer.
85. Föll, J. (2004). *Gangentwicklung und Bewegungswahrnehmung im Hüftgelenk in der Rehabilitation nach TEP- Implantation bei Dysplasiekoxarthrose*. Dissertation, Universität Berlin, Berlin.
86. Froböse, I., & Fiehn, R. (2003). Das Training in der Therapie - Grundlagen. In I. Froböse, G. Nellessen & C. Wilke (Hrsg.), *Training in der Therapie: Grundlagen und Praxis* (S. 11 - 26). München: Urban & Fischer.
87. Fukui, N., Watanabe, Y., Nakano, T., Sawaguchi, T., & Matsushita, T. (2012). Predictors for ambulatory ability and the change in ADL after hip fracture in patients with different levels of mobility before injury: a 1-year prospective cohort study. *Journal of orthopaedic trauma*, 26(3), 163 - 171.
88. Fürst, G., & Graf, R. (2004). Rehabilitation nach Hüft-TEP. In C. Tschauner (Hrsg.), *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie* (S. 419 - 431). Stuttgart: Thieme.
89. Gandhi, R., Wasserstein, D., Razak, F., Davey, J. R., & Mahomed, N. N. (2010). BMI independently predicts younger age at hip and knee replacement. *Obesity*, 18(12), 2362 - 2366.
90. Gap, G., & Meinecke, I. (2011). Implantate. In D. C. Wirtz (Hrsg.), *AE-Manual der Endoprothetik* (S. 57 - 67). Berlin: Springer.
91. Gassner, K., Einsiedel, T., Linke, M., Görlich, P., & Mayer, J. (2007). Verbessert mentales Training das Erlernen der Gehbewegung mit Oberschenkelprothese?. *Der Orthopäde*, 36(7), 673 - 678.
92. George, L. K., Ruiz, D., & Sloan, F. A. (2008). The effects of total hip arthroplasty on physical functioning in the older population. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(6), 1057 - 1062.

93. Gilbey, H. J., Ackland, T. R., Wang, A. W., Morton, A. R., Trouchet, T., & Tap-per, J. (2003). Exercise improves early functional recovery after total hip arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 408, 193 - 200.
94. Glück, I. M. (2012). *Objektive und subjektive Beurteilung des Behandlungsergebnisses bei Patienten mit Erstimplantation einer Hüfttotalendoprothese*. Dissertation, Universität Ulm, Ulm.
95. Gonzalez Sáenz de Tejada, M., Escobar, A., Herrera, C., García, L., Aizpuru, F., & Sarasqueta, C. (2010). Patient expectations and health-related quality of life outcomes following total joint replacement. *Value in Health*, 13(4), 447 - 454.
96. Götz-Neumann, K. (2006). *Gehen verstehen: Ganganalyse in der Physiotherapie; 18 Tabellen*. Stuttgart: Thieme.
97. Groß, A. F., Fickert, S., & Günther, K. P. (2005). Übergewicht und Arthrose. *Der Orthopäde*, 34(7), 638 - 644.
98. Gstoettner, M., Raschner, C., Dirnberger, E., Leimser, H., & Krismer, M. (2011). Preoperative proprioceptive training in patients with total knee arthroplasty. *The Knee*, 18(4), 265 - 270.
99. Handwerker, H. O. (2006a). Allgemeine Sinnesphysiologie. In R. F. Schmidt & H. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie* (5. neu bearbeitete Aufl.) (S. 182 - 202). Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg.
100. Handwerker, H. O. (2006b). Somatosensorik. In R. F. Schmidt & H. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie* (5. neu bearbeitete Aufl.) (S. 203 - 228). Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg.
101. Hanssen, J. M. (2006). *Gleichgewichts- Koordinationsfähigkeit und Kraftverhalten der Kniegelenksumgebenden Muskulatur bei Patienten vor und nach Implantation einer Kniegelenktotalendoprothese*. Inauguraldissertation, Universität Tübingen, Tübingen.
102. Hanssen J., Böer J., Haupt, G., & Horstmann, T. (2006). *Koordinationsfähigkeit, Gleichgewichts- und Kraftverhalten der Kniegelenksumgebenden Muskulatur bei Patienten vor und nach Implantation einer Kniegelenktotalendoprothese*. Zugriff am 25. Mai 2012 unter [http://www.hueftschule.de/pdf/353%20Koordinationsfähigkeit%20nach%20Knie%20TEP.pdf](http://www.hueftschule.de/pdf/353%20Koordination%20nach%20Knie%20TEP.pdf)
103. Häfelinger, U., & Schuba, V. (2009). *Koordinationstherapie: Propriozeptives Training* (4. überarbeitete Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer.
104. Heisel, J. (2005). Rehabilitation an Hüft- und Kniegelenk. In V. Stein, & B. Greitmann (Hrsg.), *Rehabilitation in Orthopädie und Unfallchirurgie. Methoden – Therapiestrategien – Behandlungsempfehlungen*. (S. 138 - 164). Heidelberg: Springer.
105. Hefter, T., & Götz, K. (2013). *Mobilität älterer Menschen: State of Art und Schlussfolgerungen für das Projekt COMPAGNO*. Zugriff am 12. Februar 2014 unter <http://www.publikationen.stub.uni-frankfurt.de>
106. Heisel, J., & Jerosch, J. (2007). *Rehabilitation nach Hüft- und Knieendoprothese*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
107. Hendrich, S., Zech, A., & Pfeifer, K. (2011). Die Dosis der Bewegungstherapie in der Rehabilitation nach Hüft- und Knieendoprothese - eine Bestandsaufnahme. Zugriff am 20. März. 2014 unter http://nrfb.de/assets/files/2010_NRFB-Symposium_Band-Vortagsabstracts.pdf#page=14
108. Hendrich, S., Zech, A., Schmitt, B., & Pfeifer, K. (2013). Die Dosierung der Bewegungstherapie in der Rehabilitation nach Knie- oder Hüft-TEP. *Bewegungstherapie und Gesundheitsport*, 29(1), 11 - 15.

109. Hendrich, V. (1998). *Arthrose und Sport: Was Aktive und Betreuer zur Arthrose wissen sollten* (1. Aufl.). Köln: Sport und Buch Strauß.
110. Hennerici, M., & Bätzner, H. (2001). *Gangstörungen: Grundlagen und computergestützte Ganganalyse*. Berlin, Heidelberg: Springer.
111. Hesse, S., Werner, C., Seibel, H., von Frankenberg, S., Kappel, E. M., Kirker, S., & Käding, M. (2003). Treadmill training with partial body-weight support after total hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(12), 1767 - 1773.
112. Hinkelmann, U., & Fleischhauer, M. (2007). *Die Endoprothese. Das künstliche Hüft- und Kniegelenk Schritt für Schritt erklärt* (2. Aufl.). München: Elsevier.
113. Hirtz, P. (2002). Was sind koordinative Fähigkeiten? Begriffs- und Wesensbestimmung. In G. Ludwig & B. Ludwig (Hrsg.), *Koordinative Fähigkeiten - koordinative Kompetenz* (S. 39 - 43). Kassel: Universitäts-Bibliothek.
114. Hollmann, W., & Hettinger, T. (1976). *Sportmedizin, Arbeits- und Trainingsgrundlagen*. Stuttgart: Schattauer.
115. Horak, F. B., Dimitrova, D., & Nutt, J. G. (2005). Direction-specific postural instability in subjects with Parkinson's disease. *Experimental Neurology*, 193(2), 504 - 521.
116. Horstmann, T., & Haupt, G. (2005). Leistungsdefizite bei Arthrose und nach Endoprothesen-Implantation - Möglichkeiten ihrer sporttherapeutischen Beeinflussung. In V. Stein & B. Greitemann (Hrsg.), *Rehabilitation in Orthopädie und Unfallchirurgie* (S. 165 - 171). Heidelberg: Springer Medizin.
117. Horstmann, T., Heitkamp, H. C., Haupt, G., Merk, J., Mayer, F., & Dickhut, H. H. (2001a). Möglichkeiten und Grenzen der Sporttherapie bei Coxarthrose und Hüftendoprothesen-Patienten. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52,(10), 274 - 278.
118. Horstmann, T., Jörger, G., Heitkamp, H. C., Mayer, F., Winter, E., & Dickhuth, H. H. (2001b). Auswirkungen von Hüftsport auf Gangbild, Kraftverhalten und Lebensqualität von Koxarthrotikern. *Aktuelle Rheumatologie*, 26(4), 162 - 168.
119. Huber, G., & Baldus, A. (2012). Evaluation in der Sport- und Bewegungstherapie. In K. Schüle & G. Huber (Hrsg.), *Grundlagen der Sport- und Bewegungstherapie: Prävention, ambulante und stationäre Rehabilitation* (3. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.) (S.314 - 329). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
120. Huber, J. F., Satkauskas, I., Theiler, R., Zumstein, M., & Rufin, G. B. (2006). Klinische Resultate 2 Jahre nach Hüfttotalendoprothese (WOMAC/SF-36) und Vergleich mit der Normbevölkerung (SF-36). *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 144(3), 296 - 300.
121. Hue, O., Simoneau, M., Marcotte, J., Berrigan, F., Doré, J., Marceau, P., & Teasdale, N. (2007). Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait & Posture*, 26(1), 32 - 38.
122. Illert, M., & Kuitz-Buschbeck, J. P. (2006). Motorisches System. In R. F. & Schmidt, H. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie* (5. neu bearbeitete Aufl.) (S. 94 - 130). Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg.
123. Illyés, Á., & Kiss, R. M. (2005). Gait analysis of patients with osteoarthritis of the hip joint. *Physical Education and Sport*, 3(1), 1 - 9.
124. Imhof, H. (2005). Arthrose (degenerative Gelenkerkrankungen). In A. Stäbler (Hrsg.), *Handbuch diagnostische Radiologie. Muskuloskelettales System 3* (S. 314 - 356). Berlin, Heidelberg: Springer.

125. Isobe, Y. (1996). Clinical study of arthroplasties for osteoarthritic hip by quantitative gait analysis: Comparison of total hip arthroplasty and bipolar endoprosthetic arthroplasty. *Biomedical Materials and Engineering*, 8(3-4), 167 - 175.
126. Iyengar, K. P., Nadkarni, J. B., Ivanovic, N., & Mahale, A. (2007). Targeted early rehabilitation at home after total hip and knee joint replacement: Does it work?. *Disability & Rehabilitation*, 29(6), 495 - 502.
127. Jamour, M., Becker, P. D. C., Bachmann, S., de Bruin, E. D., Grüneberg, C., Heckmann, J., & Lindemann, U. (2011). Empfehlungen für die Durchführung des motorischen Assessments der unteren Extremität zur ICF-basierten Verlaufsbeurteilung der Mobilität in der stationären geriatrischen Rehabilitation. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 44(6), 429 - 436.
128. Jerosch, J., & Heisel, J. (1999). *Knieendoprothetik: Indikationen, Operationstechnik, Nachbehandlung, Begutachtung*. Berlin: Springer.
129. Jerosch, J., & Heisel, J. (2001). *Künstlicher Gelenkersatz: Hüfte, Knie, Schulter; Grundlagen und Behandlungskonzepte der Endoprothesenschule*. München: Pflaum.
130. Jerosch, J., & Heisel, J. (2006). *Die Endoprothesenschule: aktives Leben mit einem künstlichen Gelenk; Ratgeber für Patienten* (3. neu bearbeitete Aufl.). Münster: Schöningh.
131. Jessel, C. (2010). *Das tut den Gelenken gut: Das Aktiv-programm gegen Arthrose* (3. neu bearbeitete Aufl.). München: BLV-Buchverl.
132. Jones, C. A., Voeklander, D. C., Johnston, D. W., & Suarez-Almazor, M. E. (2000). Health related quality of life outcomes after hip and knee arthroplasties in a community based population. *The Journal of Rheumatology*, 27(7), 1745 - 1752.
133. Jöllnbeck, T., Classen, C., & Olivier, N. (2008). Veränderungen ausgewählter ganganalytischer Parameter bei Patienten mit Knie-TEP während der 3-wöchigen stationären Rehabilitation. *17. Rehabilitationswissenschaftliches Kolloquium*. Zugriff am 28. August 2013 unter http://forschung.deutscherentenversicherung.de/ForschPortalWeb/ressource?key=5-Vortrag_Joellenbeck-Internet.pdf
134. Jöllnbeck, T., & Schönle, C. (2005). Die Teilbelastung nach Knie- oder Hüft-Totalendoprothese - die Unmöglichkeit der Einhaltung, ihre Ursachen und Abhilfen. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 143, 124 - 128.
135. Jöllnbeck, T., Schönle, C., Grebe, B., & Neuhaus, D. (2009). Veränderungen ausgewählter ganganalytischer Parameter bei Patienten mit Hüfttotalendoprothese während der stationären Rehabilitation. *Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, Berlin*. Zugriff am 14. August 2013 unter <http://www.egms.de/en/meetings/dkou2009/09dkou106.shtml>
136. Kahle, W., & Frotscher, M. (2009). *Taschenatlas Anatomie: 3. Nervensystem und Sinnesorgane* (10. überarbeitete Aufl.). Stuttgart: Thieme.
137. Kaiser, U., Lütke-Fremann, H., & Schmitz, M. (1997). Atemwegserkrankungen. In F. Petermann (Hrsg.), *Rehabilitation: Ein Lehrbuch zur Verhaltensmedizin* (S. 165 - 191). (2. erweiterte und korrigierte Aufl.). Göttingen: Hogrefe, Verlag für Psychologie.
138. Kapandji, I. A. (2009). *Funktionelle Anatomie der Gelenke: schematisierte und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Biomechanik*. Stuttgart: Thieme.

139. Kaplan, F. S., Nixon, J. E., Reitz, M., Rindfleisch, L., & Tucker, J. (1985). Age-related changes in proprioception and sensation of joint position. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 56(1), 72 - 74.
140. Kim, R., & Kim, S. (2001). The influence of step length on the angle and ROM of the lower limb joint during walking. *The Korean Journal of Physical Education*, 40(2), 813 - 820.
141. King Jr, J. T., Horowitz, M. B., Kassam, A. B., Yonas, H., & Roberts, M. S. (2005). The short form-12 and the measurement of health status in patients with cerebral aneurysms: Performance, validity, and reliability. *Journal of Neurosurgery*, 102(3), 489 - 494.
142. Klein-Vogelbach, S. (1995). *Gangschulung zur funktionellen Bewegungslehre*. Berlin: Springer.
143. Klein-Vogelbach, S., Steinlin Egli, R., & Werbeck, B. (2001). *Funktionelle Bewegungslehre: Bewegung lehren und lernen; mit 4 Tabellen* (5. völlig neu bearbeitete Aufl.). Berlin: Springer.
144. Klockgether, T., Bürk, K., & Dichgans, J. (1996). Zerebelläre Bewegungsstörungen (Ataxien). In B. Conrad & A. O. Ceballos-Baumann (Hrsg.), *Bewegungsstörungen in der Neurologie* (S. 254 - 279). Stuttgart: Thieme.
145. Klöpfer-Krämer, I., & Augat, P. (2012). Instrumentelle Ganganalyse. In C. Jürgens (Hrsg.), *Trauma und Berufskrankheit*, (S. 1 - 5). Berlin, Heidelberg: Springer.
146. Knahr, K., Kryspin-Exner, I., Jagsch, R., Freilinger, W., & Kasperek, M. (1998). Beurteilung der Lebensqualität vor und nach Implantation einer Hüft-Totalendoprothese. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 136(4), 321 - 329.
147. Koch, U., & Morfeld, M. (2004). Weiterentwicklungsmöglichkeiten der ambulanten Rehabilitation in Deutschland. *Die Rehabilitation*, 43(5), 284 - 295.
148. Kopp, G., Hinkel, I., & Mau, W. (2009). Hat die Einführung des DRG-Systems im akutstationären Versorgungssektor Folgen für die Anschlussrehabilitation nach Hüft- und Kniegelenksendoprothesen-Operationen? 54. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e. V. (GMDS), 7(10.09).
149. Kossens, M., von der Heide, D., & Maaß, M. (2009). *SGB IX: Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen; mit Behindertengleichstellungsgesetz; Kommentar* (3. Aufl.). München: Beck.
150. Kramers-de Quervain, I. A., Stüssi, E., & Stacoff, A. (2008). Ganganalyse beim Gehen und Laufen. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 56(2), 35 - 42.
151. Krämer, T. (2003). Gangschulung in der Therapie. In I. Froböse, G. Nellesen & C. Wilke (Hrsg.), *Training in der Therapie: Grundlagen und Praxis* (S. 175 - 196). München: Urban & Fischer.
152. Krebs, D. E., Edelstein, J. E., & Fishman, S. (1985). Reliability of observational kinematic gait analysis. *Physical Therapy*, 65(7), 1027 - 1033.
153. Kunert, C. (2009). *Koordination und Gleichgewicht: 73 bewährte Übungen für eine bessere Körperbeherrschung* (1. Aufl.). Wiebelsheim: Limpert.
154. Lang, F., & Lang, P. (2007). *Basiswissen Physiologie* (2. Aufl.). Heidelberg: Springer Medizin.

155. Lehmann-Horn, F. (2010). Motorische Systeme. In R. F. Schmidt, F. Lang & M. Hechmann (Hrsg.), *Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie* (31. überarbeitete und aktualisierte Aufl.) (S. 129 - 162). Heidelberg: Springer Medizin.
156. Leonhart, R. (2004). *Lehrbuch Statistik. Einstieg und Vertiefung*. Bern: Huber.
157. Leuchte, S., Luchs, A., & Wohlrab, D. (2007). Ergebnisse aus Messungen der Bodenreaktionskraft vor und nach Implantation einer Hüfttotalendoprothese bei unterschiedlichen Operationszugängen. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 145(1), 74 - 80.
158. Liao, C. D., Liou, T. H., Huang, Y. Y., & Huang, Y. C. (2013). Effects of balance training on functional outcome after total knee replacement in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 27(8), 697 - 709.
159. Lippens, V., & Nagel, V. (2009). Gleichgewichtsleistungen im Handlungsbezug. Entwurf einer Forschungsmethodik zur Bestimmung der Gleichgewichtsleistung. *Sportwissenschaft*, 39(4), 318 - 329.
160. Ludwig, O., & Fuhr, N. (2006). Standards in der Haltungsmessung bei sensomotorischer Versorgung. *Sonderheft Sensomotorik*, 32 - 37.
161. Ludwig, O. (2012). *Ganganalyse in der Praxis: Anwendungen in Prävention, Therapie und Versorgung* (1. Aufl.). Geislingen Steige: Maurer.
162. Lugade, V., Klausmeier, V., Jewett, B., & Collis, D. (2008). Short-term recovery of balance control after total hip arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 466(12), 3051 - 3058.
163. Luo, X., George, M. L., Kakouras, I., Edwards, C. L., Pietrobon, R., Richardson, W., & Hey, L. (2003). Reliability, validity, and responsiveness of the short form 12-item survey (SF-12) in patients with back pain. *Spine*, 28(15), 1739 - 1745.
164. Lühmann, D., Hauschild, B., & Raspe, H. (2000). *Hüftgelenkendoprothetik bei Osteoarthritis - Eine Verfahrensbewertung* (18. Aufl.). Baden-Baden: Nomos.
165. Lüring, C. (2010). *Künstliche Hüftgelenke: Wege aus dem Schmerz*. Berlin: Springer.
166. Mahoney, O. M., Kinsey, T. L., Casto, S. R., Chamnongkitch, S., Ferrara, M., Simpson, K. J., & Wang, H. (2002). Laboratory demonstration of mechanical and functional advantages of a single-radius TKA design. *Proceedings of 69th American Academy of Orthopaedic Surgeons Meeting*, 3, 442.
167. Mai, S., Mai, B., & Siebert, W. (2010). 3 Jahre Erfahrungen mit einem Hüftpfannenimplantat aus Polycarbonat-Urethan. *Orthopädische Praxis*, 46(7), 335 - 342.
168. Mai, S. (2011). Anwendungen von Poly-Carbonat-Urethan (PCU) in der Orthopädie. *Orthopädische Praxis*, 47(6), 267 - 272.
169. Majewski, M., Bischoff-Ferrari, H. A., Grüneberg, C., Dick, W., & Allum, J. H. J. (2005). Improvements in balance after total hip replacement. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*, 87(10), 1337 - 1343.
170. Martínez-Ramírez, A., Weenk, D., Lecumberri, P., Verdonschot, N., Pakvis, D., & Veltink, P. H. (2013). Pre-operative ambulatory measurement of asymmetric lower limb loading during walking in total hip arthroplasty patients. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 10(1), 41.
171. Maki, B. E., & Mcilroy, W. E. (1996). Postural control in the older adult. *Clinics in Geriatric Medicine*, 12(4), 635 - 658.
172. Mathelitsch, L. (1994). Gleichgewicht – einige physikalische Betrachtungen. *Leibesübungen – Leibeserziehung*, 48(3), 27 - 29.

173. Mathias, S., Nayak, U. S., & Isaacs, B. (1986). Balance in elderly patients: the „get-up and go“ test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 67(6), 387 - 389.
174. Matsumoto, H., Okuno, M., Nakamura, T., Yamamoto, K., & Hagino, H. (2012). Fall incidence and risk factors in patients after total knee arthroplasty. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 132(4), 555 - 563.
175. McClelland, J. A., Webster, K. E., & Feller, J. A. (2009). Variability of walking and other daily activities in patients with total knee replacement. *Gait & posture*, 30(3), 288 - 295.
176. Meinel, K., & Schnabel, G. (1998). *Bewegungslehre - Sportmotorik: Abriß einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (9, überarbeitete Aufl.). Berlin: Sportverlag.
177. Meinel, K., & Schnabel, G. (2007). *Bewegungslehre – Sportmotorik: Abriß einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (11. überarbeitete und erweiterte Aufl.). Berlin: Volk und Wissen.
178. Menche, N., & Engelhardt, S. (2007). *Biologie, Anatomie, Physiologie: Kompaktes Lehrbuch für Pflegeberufe* (6. Überarbeitete Aufl.). München: Elsevier, Urban & Fischer.
179. Merx, H., Dreinhöfer, K. E., & Günther, K. P. (2007). Sozialmedizinische Bedeutung der Arthrose in Deutschland. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 145(4), 421 - 429.
180. Mikkelsen, L. R., Mikkelsen, S. S., & Christensen, F. B. (2012). Early, Intensified Home-based Exercise after Total Hip Replacement - A Pilot Study. *Physiotherapy Research International*, 17(4), 214 - 226.
181. Mittelmeier, W., Souffrant, R., Kluess, D., Bergschmidt, P., & Bader, R. (2011). Biomechanik des endoprothetisch versorgten Kniegelenks. In D. C. Wirtz (Hrsg.), *AE-Manual der Endoprothetik* (S. 73 - 84). Heidelberg: Springer.
182. Moon, S., Kersten, S., Rupp, S., & Wydra, G. (2012). Evaluation der Gleichgewichtsfähigkeit bei Patienten mit Knie- und Hüftendoprothesen. In K. Eckert & P. Wagner (Hrsg.), *Ressource Bewegung - Herausforderung für Gesundheit- und Sportsystem sowie Wissenschaft* (S. 66). Hamburg: Feldhaus.
183. Moon, S., Kaczmarek, C., Rupp, S., & Wydra, G. (2013). Untersuchung des Gangbildes bei Patienten mit Knie- und Hüftendoprothesen nach einer stationären Anschlussheilbehandlung. *Tagung der dvs Sektion Biomechanik Session 6*. Zugriff am 30. Juli 2013 unter <http://www.tu-chemnitz.de/DVS2013/Abstractband/Abstractband.pdf>
184. Murray, M. P., Drought, A. B., & Kory, R. C. (1964). Walking patterns of normal men. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 46-A(2), 335 - 360.
185. Murray, M. P. (1967). Gait as a total pattern of movement: Including a bibliography on gait. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 46(1), 290 - 333.
186. Müller, E., Mittag, O., Gülich, M., Uhlmann, A., & Jäckel, W. (2009). Systematische Literaturanalyse zu Therapien in der Rehabilitation nach Hüft-und Kniegelenks-Total-Endoprothesen: Methoden, Ergebnisse und Herausforderungen. *Die Rehabilitation*, 48(2), 62 - 72.
187. Müller-Fahrnow, W., Schliehe, F., & Spyra, K. (2000). Das Rehabilitationssystem unter sich verändernden ökonomischen Bedingungen. In J. Bengel & U. Koch (Hrsg.), *Grundlage der Rehabilitationswissenschaften. Themen, Strategien*

- und Methoden der Rehabilitationsforschung* (S. 183 - 196). Berlin, Heidelberg: Springer.
188. Müller-Fahrnow, W., Schimpf, S., & Kramer, M. H. (2008). „AOK-proReha-Programm“ in Baden-Württemberg. Zugriff am 29. August 2013 unter http://www.sucht.de/tl_files/pdf/AOK-Programm.pdf
 189. Müller, I., Oehlert, K., & Hassenpflug, J. (2003). Koordinationstraining für Patienten nach Hüft- und Knieprothesenimplantation - ein sportwissenschaftliches Gruppenprogramm. *Orthopädische Praxis*, 39(2), 86 - 91.
 190. Müller, W. D., Arndt, K., Bocker, B., Bak, P., & Smolenski, U. C. (2006). Kurzfristige Effekte der stationären Rehabilitation bei Patienten nach Hüft- und Knie-TEP-Implantation. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, 16(3), 144 - 148.
 191. Müngersdorf, M., & Reichmann, H. (1999). Gangstörungen. *Der Internist*, 40(1), 83 - 93.
 192. Myers, A. H., Young, Y., & Langlois, J. A. (1996). Prevention of falls in the elderly. *Bone*, 18, 87 - 101.
 193. Nallegowda, M., Singh, U., Bhan, S., Wadhwa, S., Handa, G., & Dwivedi, S. N. (2003). Balance and gait in total hip replacement: a pilot study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 82(9), 669 - 677.
 194. Nankaku, M., Akiyama, H., Kanzaki, H., & Kakinoki, R. (2012). Effects of vertical motion of the centre of mass on walking efficiency in the early stages after total hip arthroplasty. *Hip International*, 22(5), 521 - 526.
 195. Nantel, J., Termoz, N., Centomo, H., Lavigne, M., Vendittoli, P. A., & Prince, F. (2008). Postural balance during quiet standing in patients with total hip arthroplasty and surface replacement arthroplasty. *Clinical Biomechanics*, 23(4), 402 - 407.
 196. Nellessen, G., & Froböse, I. (2003). Therapie – gemeinsames Handeln. In I. Froböse, G. Nellessen & C. Wilke (Hrsg.), *Training in der Therapie: Grundlagen und Praxis* (S. 1 - 10). München: Urban & Fischer.
 197. Netter, F. H. (1992). *Bewegungsapparat I: Anatomie, Embryologie, Physiologie und Stoffwechselkrankheiten*. Stuttgart New York: Thieme.
 198. Netter, F. H. (2001). *Netters Orthopädie*. Stuttgart: Thieme.
 199. Neumaier, A. (2006). *Koordinatives Anforderungsprofil und Koordinationstraining: Grundlagen, Analyse, Methodik*. Köln: Sportverlag Strauß.
 200. Nicolakis, P., & Kopf, A. (2005). Klinische Ganganalyse. In V. Fialka-Moser (Hrsg.), *Kompendium der Physikalischen Medizin und Rehabilitation* (S. 79 - 89). Wien: Springer.
 201. Niederle, P., & Knahr, K. (2007). Sport nach Hüft- und Knieendoprothese. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 157(1-2), 2 - 6.
 202. Niethard, F. U., & Pfeil, J. (2005). *Orthopädie* (5. Aufl.). Stuttgart: Thieme.
 203. Nixdorf, K., Farin-Glattacker, E., & Jäckel, W. H. (2012). *Prüfung des Aktualisierungsbedarfs des Behandlungskonzepts AOK-proReha*. Zugriff am 29. August 2012 unter http://aok-bv.de/imperia/md/gpp/bw/reha/abschlussbericht_aok-proreha_recherche.pdf
 204. Nowitzki-Grimm, S., & Grimm, P. (2012). Ernährung. In K. Schüle & G. Huber (Hrsg.), *Grundlagen der Sport- und Bewegungstherapie: Prävention, ambulante und stationäre Rehabilitation* (3. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.) (S. 292 - 302). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
 205. Nüesch, C., Huber, C., Romkes, J., Göpfert, B., & Camathias, C. (2010). Anwendungsmöglichkeiten der instrumentierten Gang- und Bewegungsanalyse in der

- Klinik, der Forschung und im Sport. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, 26(3), 158 - 164.
206. O'Connor, B. P. (2000). SPSS and SAS programs for determining the number of components using parallel analysis and Velicer's MAP test. *Behavior Research Methods, Instrumentation, & Computers*, 32(3), 396 - 402.
207. Oehlert, K., & Hassenpflug, J. (2004). Koordinative Defizite von Endoprothesenpatienten – Wirksamkeit eines Koordinationstrainings. *Zeitschrift für Orthopädie*, 142(6), 679 - 684.
208. Oesch, P., Hilfiker, R., Keller, S., Kool, J., Luomajoki, H., Schädler, S., Tal-Akab, A., Verra, M., & Widmer Leu, C. (2011). *Assessments in der Rehabilitation* (2. Aufl.). Bern: Verlag Hans Huber.
209. Olivier, N., & Rockmann, U. (2003). *Grundlagen der Bewegungswissenschaft und -Lehre*. Schorndorf: Hofmann.
210. Ornetti, P., Maillefert, J., Laroche, D., Morisset, C., Dougados, M., & Gossec, L. (2010). Gait analysis as a quantifiable outcome measure in hip or knee osteoarthritis: A systematic review. *Joint Bone Spine*, 77(5), 421 - 425.
211. Otte, P. (1969). Die konservative Behandlung der Hüft- und Kniearthrose und ihre Gefahren. *Deutsche Medizinische Jahresschrift*, 20, 604 - 609.
212. Pap, G., Meyer, M., Weiler, H. T., Machner, A., & Awiszus, F. (2000). Proprioception after total knee arthroplasty: a comparison with clinical outcome. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 71(2), 153 - 159.
213. Parent, É., & Moffet, H. (2003). Preoperative predictors of locomotor ability two months after total knee arthroplasty for severe osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*, 49(1), 36 - 50.
214. Perka, C., Möckel, G., & Boenick, U. (2000). Kinetische und kinematische Ganganalyse vor und nach Knieendoprothesenimplantation Kinetic and Kinematic Gait Analysis before and after Total Knee Replacement. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 138(3), 191 - 196.
215. Perry, J., Oster, W., Wiedenhöfer, B., & Berweck, S. (2003). *Ganganalyse: Norm und Pathologie des Gehens* (1. Aufl.). München: Urban & Fischer.
216. Pfeifer, K., Ruhleder, M., Brettmann, K., & Banzer, W. (2001). Effekte eines koordinationsbetonten Bewegungsprogramms zur Aufrechterhaltung der Alltagsmotorik im Alter. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52(4), 129 - 135.
217. Pfeifer, K., Sudeck, G., Brüggemann, S., & Huber, G. (2012). Wissenschaftliche Begriffsbestimmung der Sport- und Bewegungstherapie. In K. Schüle & G. Huber (Hrsg.), *Grundlagen der Sport- und Bewegungstherapie: Prävention, ambulante und stationäre Rehabilitation* (3. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.) (S. 43 - 65). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
218. Pierobon, A., & Funk, M. (2007). *Sturzprävention bei älteren Menschen: Risiken-Folgen-Maßnahmen*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
219. Pietschmann, J., & Jöllenbeck, T. (2012). *Feedbacktraining auf dem Laufband zur Normalisierung des Gangbildes bei Patienten nach Hüftgelenkersatz*. 9. Symposium der dvs.Sektion Sportinformatik, 72 - 79. Zugriff am 14. August 2013 unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:352-215536>
220. Piva, S. R., Gil, A. B., Almeida, G. J., DiGioia, A. M., Levison, T. J., & Fitzgerald, G. K. (2010). A balance exercise program appears to improve function for patients with total knee arthroplasty: a randomized clinical trial. *Physical therapy*, 90(6), 880 - 894.

221. Pospeschill, M. (2006). *Statistische Methoden: Strukturen, Grundlagen, Anwendungen in Psychologie und Sozialwissenschaften* (1. Aufl.). München: Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag.
222. Pospeschill, M. (2013). *Empirische Methoden in der Psychologie*. München: UTB.
223. Pospeschill, M., & Spinath, F. M. (2009). *Psychologische Diagnostik*. München: UTB.
224. Prätorius, B., Kimmeskamp, S., & Milani, T. L. (2003). The sensitivity of the sole of the foot in patients with Morbus Parkinson. *Neuroscience Letters*, 346(3), 173 - 176.
225. Prescher, A. (2011). Anatomie des Kniegelenks. In D. C. Wirtz (Hrsg.), *AE-Manual der Endoprothetik* (S. 1 - 18). Berlin, Heidelberg: Springer.
226. Radoschewski, M. (2000). Gesundheitsbezogene Lebensqualität - Konzepte und Maße. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 43(3), 165 - 189.
227. Rasch, A., Dalén, N., & Berg, H. E. (2010). Muscle strength, gait, and balance in 20 patients with hip osteoarthritis followed for 2 years after THA. *Acta orthopaedica*, 81(2), 183 - 188.
228. Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests . *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21 - 33.
229. Reichel, H. -S., & Ploke, C. E. (2003). *Physiotherapie am Wirkort Bewegungssystem: Untersuchung und Behandlung von orthopädischen Erkrankungen*. Stuttgart: Hippokrates.
230. Reginster, J. Y., Gillet, P., & Gosset, C. (2001). Secular increase in the incidence of hip fractures in Belgium between 1984 and 1996: need for a concerted public health strategy. *Bulletin of the World Health Organization*, 79(10), 942 - 946.
231. Rehabilitation Institute of Chicago. (2010). *Rehabilitation Measures Database*. Zugriff am 14. März 2014 unter [http:// www.rehabmeasures.org/default.aspx](http://www.rehabmeasures.org/default.aspx)
232. Rompen, J. C., Ham, S. J., Halbertsma, J. P., & Horn, J. R. V. (2002). Gait and function in patients with a femoral endoprosthesis after tumor resection: 18 patients evaluated 12 years after surgery. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 73(4), 439 - 446.
233. Rossi, M. D., Hasson, S., Kohia, M., Pineda, E., & Bryan, W. (2006). Mobility and perceived function after total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*, 21(1), 6 - 12.
234. Roth, K., & Roth, C. (2009). Entwicklung koordinativer Fähigkeiten. In J. Baur, K. Bös, A. Conzelmann, & R. Singer (Hrsg.), *Handbuch Motorische Entwicklung* (S. 197 - 225). Schorndorf: Hofmann.
235. Rössler, H., & Rüter, W. (1997). *Orthopädie* (17. Aufl.). München: Urban und Schwarzenberg.
236. Runge, M. (1998). *Gehstörungen, Stürze und Hüftfrakturen* (1. Aufl.). Darmstadt: Steinkopff.
237. Rupp, S., & Wydra, G. (2012). Anschlussheilbehandlung nach Knie totalendoprothesenimplantation. *Der Orthopäde*, 41(2), 126 - 135.
238. Sander, K., Layher, F., Babisch, J., & Roth, A. (2011). Vergleich von minimalinvasivem und transglutealem Zugang zur Implantation von Hüfttotalendoprothesen. Klinik und Ganganalyse. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 149(2), 191 - 199.

239. Schaller, A., Froböse, I., & Kausch, T. (2009). Poststationäre Nachsorge nach Totalendoprothese: Konzeption und Evaluation eines aktivitätsorientierten Programms. *Orthopädische Praxis*, 45(8), 392 - 397.
240. Schädler, S., Kool, J., Lüthi, H., Markus, D., Oesch, P., Pfeffer, A., & Wirz, M. (2012). *Assessments in der Rehabilitation: Band 1: Neurologie* (3. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.). Bern: Huber.
241. Schmidt, R. F., Schaible, H., & Birbaumer, N. (2006). *Neuro- und Sinnesphysiologie* (5. neu bearbeitete Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg.
242. Schmitt-Sody, M., Pilger, V., & Gerdesmeyer, L. (2011). Rehabilitation und Sport nach Hüfttotalendoprothese. *Der Orthopäde*, 40(6), 513 - 519.
243. Schnabel, G., Harre, H., Krug, J., & Kaeubler, W. (2008). *Trainingslehre - Trainingswissenschaft: Leistung - Training - Wettkampf*. Aachen: Meyer & Meyer.
244. Schott, N. (2007). Korrelate der Sturzangst im Alter. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 14(2), 74 - 86.
245. Schott, N. (2008). Deutsche Adaption der „Activities-Specific Balance Confidence (ABC) Scale“ zur Erfassung der sturzassozierten Selbstwirksamkeit. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 41(6), 475 - 485.
246. Schott, N., & Kurz, A. (2008). Stürze bei älteren Erwachsenen: Risikofaktoren – Assessment – Prävention. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 15(2), 45 - 62.
247. Schuntermann, M. F. (2009). *Einführung in die ICF: Grundkurs - Übungen-offene Fragen*. Landsberg: Ecomed Medizin.
248. Schüle, K., & Jochheim, K. A. (2012). Konzeption der Sport- und Bewegungstherapie. In K. Schüle & G. Huber (Hrsg.), *Grundlagen der Sport- und Bewegungstherapie: Prävention, ambulante und stationäre Rehabilitation* (3. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.) (S. 67 - 100). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
249. Schwartz, I., Kandel, L., Sajina, A., Litinezki, D., Herman, A., & Mattan, Y. (2012). Balance is an important predictive factor for quality of life and function after primary total knee replacement. *Journal of Bone & Joint Surgery*, 94(6), 782 - 786.
250. Schwed, M., Kersten, S., Scholl, N., & Haas, C. (2009). Assessment von neurologischen Gangstörungen. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 25, 14 - 23.
251. Seuser, A., Schumpe, G., Schuhmacher, M., Lehmacher, K., Oldenburg, J., & Berdel, P. (2009). Haemophilia and knee function. *Hämostaseologie*, 29(1), 69 - 73.
252. Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591 - 611.
253. Singh, A., Gnanalingham, K., Casey, A., & Crockard, A. (2006). Quality of life assessment using the short form-12 (SF-12) questionnaire in patients with cervical spondylotic myelopathy: Comparison with SF-36. *Spine*, 31(6), 639 - 643.
254. Skinner, H. B. (1993). Pathokinesiologie und total joint arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 288, 78 - 86.
255. Sonnekalb, U. E. (2005). *Evaluation der stationären Frührehabilitation nach alloarthroplastischem Hüftgelenkersatz beim älteren Menschen*. Dissertation, Universität des Saarlandes, Saarbrücken.
256. Söder, S., & Aigner, T. (2011). Arthrose. Ätiologie, Typisierung, Stadieneinteilung und histologische Graduierung. *Der Pathologe*, 32(3), 183 - 192.
257. Stoll, W., Most, E., & Tegenthoff, M. (2004). *Schwindel und Gleichgewichtsstörungen*. (4. überarbeitete Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

258. Stolze, H., Vieregge, P., & Deuschl, G. (2006). Gangstörungen und Stürze. In G. Deuschl & H. Reichmann (Hrsg.), *Gerontoneurologie* (S. 19 - 32). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
259. Stolze, H., Vieregge, P., & Deuschl, G. (2008). Gangstörungen in der Neurologie. *Der Nervenarzt*, 79(4), 485 - 499.
260. Stucki, G., Meier, D., Stucki, S., Michel, B. A., Tyndall, A. G., Dick, W., & Theiler, R. (1996). Evaluation einer deutschen Version des WOMAC (Western Ontario und McMaster Universities) Arthroseindex. *Zeitschrift Rheumatology*, 55(1), 40 - 49.
261. Stucki, G., Sangha, O., Stucki, S., Michel, B. A., Tyndall, A. G., Dick, W., & Theiler, R. (1998). Comparison of the WOMAC (Western Ontario und McMaster Universities) osteoarthritis index and a self-report format of the self-administered Lequesne-Algofunctional index in patients with knee and hip osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*, 6(2), 79 - 86.
262. Teipel, D. (1995). *Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit im Sport*. Köln: Sport und Buch Strauss.
263. Theisen, D. (2009). *Untersuchungen zur Gleichgewichtsfähigkeit bei Rehaeteilnehmern*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, Saarbrücken.
264. Theisen, D., & Wydra, G. (2011). Untersuchung der Gleichgewichtsfähigkeit. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 27(6), 231 - 239.
265. Theus, M. (2004). *Kanonische Korrelation – Lehrstuhl für Rechnerorientierte Statistik und Datenanalyse*. Zugriff am 11. März 2014 unter <http://www.stats.math.uni-augsburg.de/lehre/SS04/CCA.pdf>
266. Thews, G., Mutschler, E., & Vaupel, P. (2007). *Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen: 140 Tabellen* (6. völlig überarbeitete und erweiterte Aufl.). Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
267. Tibesku, C. O., Daniilidis, K., Skwara, A., Dierkes, T., Rosenbaum, D., & Fuchs-Winkelmann, S. (2011). Gait analysis and electromyography in fixed-and mobile-bearing total knee replacement: a prospective, comparative study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(12), 2052 - 2059.
268. Tinetti, M. E. (2003). Preventing falls in elderly persons. *The New England Journal of Medicine*, 348, 42 - 49.
269. Tober, H., & Teuschner, R. (2005). Objektivierung der Prothesenversorgung mittels Ganganalyse. *Orthopädie Technik*, 56(9), 640 - 645.
270. Vanden-Abeelee, J., & Schüle, K. (2012). Wissenschaftliche Begründung und Begriffsbestimmung der Sport- und Bewegungstherapie. In K. Schüle & G. Huber (Hrsg.), *Grundlagen der Sport- und Bewegungstherapie: Prävention, ambulante und stationäre Rehabilitation* (3. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.) (S. 9 - 42). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
271. Vogt, L., & Banzer, W. (2005). Standards der Sportmedizin Ganganalyse. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56(4), 108 - 109.
272. Von Eiff, W., Meyer, N., Klemann, A., Greitemann, B., & Karoff, M. (2007). Rehabilitation und Diagnosis Related Groups (REDIA-Studie): Auswirkungen der DRG-Einführung im Akutbereich auf die medizinische Rehabilitation. *Rehabilitation*, 46(2), 74 - 81.
273. Ware, J. E. Jr., Kosinski, M., & Keller, S. D. (1996). A 12-item short-form health survey: Construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Medical Care*, 34(3), 220 - 233.

274. Weber-Falkensammer, H., & Vogel, H. (1997). Versorgungsstrukturelle Voraussetzungen der Rehabilitation. In F. Petermann (Hrsg.), *Rehabilitation: Ein Lehrbuch zur Verhaltensmedizin* (S. 27 - 56). (2. erweiterte und korrigierte Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
275. Weber, U., Holzmann, M., & Vieregge, P. (2000). Die Erfassung alltagsrelevanter Mobilität in der Geriatrie mittels statischer Posturographie – Eine bevölkerungsbezogene Studie. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 33(5), 401 - 409.
276. Weber, L. (2010). *Hüft- TEP und Knie- TEP in der ambulanten Rehabilitation - eine prospektive Kohortenstudie*. Dissertation, Humboldt - Universität Berlin, Berlin.
277. Weineck, J. (2010). *Sportbiologie* (10. überarbeitete und erweiterte Aufl.). Balingen: Spitta.
278. Welti, F. (2005). *Behinderung und Rehabilitation im sozialen Rechtsstaat: Freiheit, Gleichheit und Teilhabe behinderter Menschen*. Tübingen: Mohr Siebeck.
279. WHO. (2001). *International Classification of Functioning, Disability and Health: Children & Youth Version: ICF-CY*. Geneva: WHO.
280. Wick, D., Thielscher, W., Ohlert, H., & Krüger, T. (2005). *Biomechanische Grundlagen sportlicher Bewegungen: Lehrbuch der Biomechanik*. Balingen: Spitta-Verlag.
281. Wilke, C., & Froböse, I. (2003). Sensomotorisches Training in der Therapie: Grundlagen und praktische Anwendung. In I. Froböse, G. Nellesen & C. Wilke (Hrsg.), *Training in der Therapie: Grundlagen und Praxis* (S. 139 - 174). München: Urban & Fischer.
282. Willimczik, K., & Singer, R. (2009). Motorische Entwicklung: Gegenstandsreich. In J. Baur, K. Bös, A. Conzelmann & R. Singer (Hrsg.), *Handbuch Motorische Entwicklung* (S. 15 - 24). Schorndorf: Hofmann.
283. Winkelmann, J., Geiger, P., Decking, R., Mattes, T., Reichel, H., Müller, N. H. (2012). Präoperative Vorbereitung. In L. Claes, P. Kirschner, C. Perka, & M. Rüdert (Hrsg.), *AE-Manual der Endoprothetik*. (S. 129 - 159). Heidelberg: Springer.
284. Wittmann, W. W. (1981). Zur Zielbestimmung bei therapeutischen Maßnahmen. In U. Baumann (Hrsg.), *Indikationen zur Psychotherapie* (S. 169 - 181) München: Urban & Schwarzenberg.
285. Wydra, G. (1993). Bedeutung, Diagnose und Therapie von Gleichgewichtsstörungen. *Motorik*, 16(3), 100 - 107.
286. Wydra, G. (2003). *Wissenschaftliches Arbeiten im Sportstudium. Manuskript und Vortrag*. Aachen: Meyer & Meyer.
287. Wydra, G. (2006). Assessmentverfahren in der Bewegungstherapie. *Krankengymnastik – Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 57, 942 - 951.
288. Wydra, G. (2011). *Das Bewegungssystem im professionellen Handlungsfeld der Physiotherapie. Diagnostik und Bedeutung der ICF für das klinische Assessment*. Unveröffentlichtes Manuskript. Universität des Saarlandes, Saarbrücken.
289. Wydra, G. (2012). Problemorientierte Diagnosestrategie für die Sport- und Bewegungstherapie. In K. Schüle & G. Huber (Hrsg.), *Grundlagen der Sport- und Bewegungstherapie: Prävention, ambulante und stationäre Rehabilitation* (3. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.) (S. 182 - 194). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
290. Zaiß, A. (2012). *DRG: Verschlüsseln leicht gemacht*. (10. aktualisierte Aufl.). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag

291. Yamaguchi, T., Naito, M., Asayama, I., Kambe, T., Fujisawa, M., & Ishiko, T. (2003). The effect of posterolateral reconstruction on range of motion and muscle strength in total hip arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, 18(3), 347 - 351.
292. Zenner, H. P. (2006). Gleichgewicht. In R. F & Schmidt, H. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie* (5. neu bearbeitete Aufl.) (S. 312 - 327). Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg.
293. Zimmermann, C. (2008). *Knie und Hüftendoprothesen: Das sportliche Verhalten von Endoprothesenträgern präoperativ und 3 Jahre postoperativ – eine empirische Untersuchung*. Inauguraldissertation, Universität Heidelberg, Heidelberg.

Anhang

- **Anamesebogen**
- **Testbogen GGT Reha**
- **Bewertungskriterien GGT Reha**



Arbeitsbereich Sport- und Gesundheitspädagogik
(Leiter: Univ.-Prof. Dr. Georg Wydra)



Blietal Kliniken
Fachklinik für Orthopädie und Rheumatologie
(Leiter: Prof. Dr. med. Stefan Rupp)

Anamnese

Datum: _____

Allgemeine Angaben

Geburtsdatum: _____

Geschlecht: m w

Größe (cm): _____

Gewicht (kg): _____

OP – Datum: _____

Erkrankungen: _____

Medikamenteneinnahme zum Testzeitpunkt: _____

Sprungbein: links rechts

Prothese vorhandenes Bein :

 Knie: links rechts

 Hüfte: links rechts

 Sprunggelenk: links rechts

 Zuletzt operiertes Bein: links rechts

Testbogen GGT Reha (Theisen, 2009)

Testaufgaben im Stand sollen 15 Sekunden gehalten werden.

Betreuer: _____

Patient Nr: _____ Datum: _____ Uhrzeit: _____ Protokoll: _____

		3	2	1	0	Punkte
1	Füße parallel zusammen					
2	Füße parallel zusammen mit geschlossenen Augen					
3	Füße hintereinander					
4	Einbeinstand (operiertes Bein)					
5	Füße hintereinander mit geschlossenen Augen					
6	Einbeinstand mit geschlossenen Augen (operiertes Bein)					

7 a	Zonengang vorwärts					
b	halbe Drehung					
c	rückwärts					
8 a	Liniengang vorwärts mit beliebiger Schrittlänge					
b	halbe Drehung					
c	rückwärts					
9 a	Seiltänzerengang vorwärts					
b	halbe Drehung					
c	rückwärts					
10 a	Balancieren vorwärts					
b	halbe Drehung					
c	rückwärts					
11 a	Balancieren seitwärts (rechtes Bein vor)					
b	halbe Drehung					
c	seitwärts (linkes Bein vor)					
12	Liniengang mit geschlossenen Augen	0 cm	<25 cm	>25 cm	>50 cm	

13	Hüftbreiter Stand auf instabiler Unterlage					
14	Füße parallel zusammen auf instabiler Unterlage					
15	Hüftbreiter Stand mit geschlossenen Augen auf instabiler Unterlage					
16	Füße parallel zusammen mit geschlossenen Augen auf instabiler Unterlage					
17	Füße hintereinander auf instabiler Unterlage					
18	Füße hintereinander mit geschlossenen Augen auf instabiler Unterlage					

Bewertungskriterien GGT Reha (Theisen, 2009)

Alle Testaufgaben im Stand sollen 15 Sekunden gehalten werden.

Testaufgaben	Kriterien zur Punktevergabe
<ul style="list-style-type: none"> • FüÙe parallel zusammen • FüÙe hintereinander • FüÙe parallel zusammen mit geschlossenen Augen • FüÙe hintereinander mit geschlossenen Augen • Hüftbreiter Stand auf instabiler Unterlage • FüÙe parallel zusammen auf instabiler Unterlage • FüÙe hintereinander auf instabiler Unterlage • Hüftbreiter Stand mit geschlossenen Augen auf instabiler Unterlage • FüÙe parallel zusammen mit geschlossenen Augen auf instabiler Unterlage • FüÙe hintereinander mit geschlossenen Augen auf instabiler Unterlage 	<p>0 = keine 15 sec. Geschafft; Ausfallschritt (Gleichgewichtsverlust); fehlender Kontakt von Ferse und Fußspitze (bei Übungen mit FüÙen hintereinander); Augen werden geöffnet</p> <p>1 = starke Körperschwankungen; Arme werden ständig zur Balancesicherung hinzugenommen; FüÙe verändern ihre Position</p> <p>2 = leichte Körperschwankungen; einmal kurzzeitiger Einsatz der Arme zur Balancesicherung</p> <p>3 = keine Ausgleichsbewegungen; ruhiger und sicherer Stand</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Einbeinstand (auf dem „operierten“ Bein) • Einbeinstand mit geschlossenen Augen 	<p>0 = keine 15 sec. Geschafft; Ausfallschritt bzw. zweiter Fuß berührt den Boden (Gleichgewichtsverlust); Augen werden geöffnet</p> <p>1 = starke Körperschwankungen; Arme werden ständig und/oder zweites Bein wird zur Balancesicherung hinzugekommen; Standfuß verändert seine Position</p> <p>2 = leichte Körperschwankungen; einmal kurzzeitiger Einsatz der Arme zur Balancesicherung</p> <p>3 = keine Ausgleichsbewegungen; ruhiger und sicherer Stand</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Zonengang 	<p>0 = Gleichgewichtsverlust; Zone wird verlassen</p> <p>1 = unsicherer Gang mit starken Körperschwankungen; Arme werden ständig zur Balancesicherung hinzugenommen</p> <p>2 = unsicherer Gang mit leichten Körperschwankungen; einmal kurzzeitiger Einsatz der Arme zur Balancesicherung</p> <p>3 = ruhiger/sicherer Gang innerhalb der Zone</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Liniengang • Seiltänzerengang • Balancieren • Balancieren seitwärts 	<p>0 = Gleichgewichtsverlust; Verlassen der Linie ; Fuß berührt den Boden; fehlender Kontakt von Ferse und Fußspitze (bei Übungen mit Füßen hintereinander)</p> <p>1 = starke Körperschwankungen; Arme bzw. Beine werden ständig zur Balancesicherung hinzugenommen</p> <p>2 = leichte Körperschwankungen; einmal kurzzeitiger Einsatz der Arme zur Balancesicherung</p> <p>3 = sichere Schritte auf der Linie bzw. dem Balken ohne Ausgleichsbewegungen oder Schwanken</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Liniengang mit geschlossenen Augen 	<p>0 = Augen werden geöffnet; seitliches Abweichen von der Linie über 50 cm</p> <p>1 = seitliches Abweichen von der Linie über 25 cm</p> <p>2 = seitliches Abweichen von der Linie unter 25 cm</p> <p>3 = sicherer Gang, wobei die Linie von mindestens einem Fuß berührt wird</p>

Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt allen, die mir bei der Anfertigung meiner Doktorarbeit geholfen haben.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Georg Wydra, der meine Arbeit unermüdlich und herzlich unterstützte und jederzeit gut betreute. Zudem war er stets verständnisvoll.

Außerdem danke ich meinem Zweitgutachter, Herrn Prof. Dr. med. Stefan Rupp, der die Studie vielfältig unterstützte, freundlich kooperierte und mir mit zahlreichen Hilfestellungen entgegen kam.

Des Weiteren danke ich dem Team der Sport- und Physiotherapie, sowie dem Sekretariat der Bliestal Kliniken. Besonderen Dank gilt Frau Tanja Merz, Frau Doris Behr, Herrn Markus Breyer und Herrn Kasra Roshdi für die kompetente Unterstützung bei der Testdurchführung.

Durch die hervorragende Kooperation und Unterstützung von Frau Susanne Rupp, die die Hüftsportgruppe betreute, konnte die Teiluntersuchung reibungslos durchgeführt werden.

Mein Dank gilt auch allen Probanden, die sich zur Verfügung gestellt haben.

Besonderer Dank geht an dieser Stelle an Christian Kaczmarek und Thomas Haab, für ihre große Hilfsbereitschaft und Motivation bei der Zusammenarbeit während der Testdurchführung. Des Weiteren möchte ich meinen Kollegen Dr. Markus Schwarz, Beatrix Giese-Manzone, Katharina Rausch, Christina Lutz, Claudia Silberberg und ehemaligen Kollegen Stephanie Kersten, Mohammed Mahli und Jaime Carcamo für ihre herzliche Hilfe und Freundschaft während meiner Promotion danken. Weiterhin danke ich Alena Löw für ihre Hilfe beim Korrekturlesen. Und herzlichen Dank an Heiko Hettmann, Tobias Schuh, Julia Matheis, Sabine Pogrzebny für ihre freundliche, liebevolle Hilfe und ihre Motivation.

Mein persönlicher Dank gilt meinen Eltern für ihre vielfältige Unterstützung und auch meiner Freundin Jane Shin, die mir stets mit Geduld und Ratschlägen zur Seite gestanden hat.