

**Universität Bielefeld**

Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft

Abteilung Sportwissenschaft

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades

der Naturwissenschaften

(Dr. rer. nat.)

**Konzeption einer standardisierten Leistungsdiagnostik zur Prävention  
von Sportverletzungen und zur Leistungsoptimierung im  
Leistungs-/Spitzensport Voltigieren**

vorgelegt von:

**Christian Peiler**

**Dennis Peiler**

Gutachter:

**Prof. Dr. med. Elke Zimmermann**

**Prof. Dr. phil. Stephan Starischka**

Bielefeld, im Oktober 2008

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	7
Tabellenverzeichnis .....	13
1 Einleitung .....	22
2 Theoretische Grundlagen.....	25
2.1 Voltigieren .....	25
2.1.1 Definition Voltigieren.....	25
2.1.2 Voltigieren als Leistungssport auf internationaler Ebene.....	26
2.1.3 Voltigieren als Leistungssport in Deutschland .....	27
2.1.4 Anforderungsprofil .....	29
2.1.5 Kaderstrukturen des deutschen Voltigiersports .....	34
2.1.6 Rahmenbedingungen im Voltigieren.....	35
2.1.6.1 Ausrüstungen von Pferd und Humansportler .....	35
2.1.6.2 Trainingsstätte .....	36
2.1.6.3 Trainingsmaßnahmen .....	37
2.2 Anthropometrie in der Sportmedizin – Verfahren zur Analyse von Körperbaumerkmalen und Körperzusammensetzung („body composition“) .....	37
2.2.1 Anthropometrie vs. Körperzusammensetzung.....	37
2.2.2 Ausgewählte Testverfahren zur Erhebung anthro- pometrischer Daten und der Körperzusammensetzung.....	38
2.2.2.1 Der Body-Mass-Index .....	39
2.2.2.2 Die „anthropometrische Methode“ .....	40
2.2.2.3 Die Bioelektrische Impedanzanalyse .....	41
2.2.3 Der Somatotyp.....	43
2.2.3.1 Historische Entwicklung .....	43
2.2.3.2 Der Heath-Carter-Somatotyp .....	44
2.2.3.3 Der Heath-Carter-Somatotyp verschiedener Sportarten .....	49

2.3 Leistungsdiagnostische Verfahren.....	50
2.3.1 Definition Leistungsdiagnostik .....	50
2.3.2 Leistungsdiagnostik der konditionellen Fähigkeiten.....	53
2.3.2.1 Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit .....	54
2.3.2.2 Testverfahren zur Erfassung der Ausdauer .....	57
2.3.2.3 Bestimmung der Krafftähigkeit .....	60
2.3.2.4 Testverfahren zur Erfassung der Kraft .....	65
2.3.3 Leistungsdiagnostik der koordinativen Fähigkeiten .....	72
2.3.3.1 Bestimmung der koordinativen Fähigkeiten .....	72
2.3.3.2 Testverfahren zur Erfassung des Gleichgewichts.....	76
2.3.4 Leistungsdiagnostik der Beweglichkeit .....	79
2.3.4.1 Bestimmung der Beweglichkeit .....	79
2.3.4.2 Testverfahren zur Erfassung der Beweglichkeit... ..	82
2.3.5 Leistungsdiagnostik der Schnelligkeit.....	85
2.3.5.1 Bestimmung der Schnelligkeit.....	85
2.3.5.2 Testverfahren zur Erfassung der Schnelligkeit.....	88
2.3.6 Leistungsdiagnostische und sportmotorische Testverfahren im Voltigiersport.....	90
2.4 Das vegetative Nervensystem.....	92
2.4.1 Vegetatives Nervensystem vs. somatisches Nervensystem.....	92
2.4.2 Aktiviertheit des vegetativen Nervensystems .....	94
2.5 Die Muskelfasertypisierung .....	97
2.5.1 Faserzusammensetzung und Muskelarbeit .....	97
2.5.2 Methoden zur Muskelfasertypisierung im Sport.....	101
2.6 Sportverletzungen und Sportschäden .....	103
2.6.1 Definition Sportverletzungen.....	103
2.6.2 Sportverletzungen im Voltigiersport.....	109
2.6.3 Definition Sportschäden .....	111
2.6.4 Sport-/Überlastungsschäden im Voltigiersport.....	114
2.6.5 Prävention von Sportverletzungen und Sportschäden.....	115
3 Methodik.....	117

3.1 Untersuchungsablauf.....	117
3.2 Personenstichprobe.....	118
3.3 Messgrößen .....	119
3.3.1 Erhebung der anthropometrischen Daten .....	121
3.3.2 Leistungsdiagnostik .....	128
3.3.2.1 Beweglichkeit .....	128
3.3.2.2 Kraft .....	138
3.3.2.3 Koordination (Gleichgewicht) .....	149
3.3.3 Fragebogenanalyse .....	151
3.3.4 Bestimmung der Katecholaminkonzentration .....	155
3.4 Interventionsmaßnahme: Trainingsplan .....	164
3.5 Datenauswertung .....	166
4 Ergebnisse .....	168
4.1 Anthropometrie .....	168
4.1.1 Anthropometrische Daten (Größe, Gewicht, BMI) .....	168
4.1.2 Körperzusammensetzung/Körperfettanteil .....	169
4.1.3 Heath-Carter-Somatotyp .....	172
4.2 Rahmendaten der Kadervoltigierer.....	179
4.2.1 Trainingsalter.....	179
4.2.2 Trainingshäufigkeit .....	181
4.2.3 Zusatzsportarten.....	182
4.2.4 Wettkampfdaten der Kadervoltigierer .....	183
4.2.5 Sportmedizinische Untersuchungen und Leistungsdiagnostik im Voltigiersport.....	184
4.3 Leistungsdiagnostik.....	187
4.3.1 Diagnostik der Beweglichkeit.....	187
4.3.1.1 Beweglichkeit des Hüftgelenks .....	187
4.3.1.2 Beweglichkeit Schultergelenk .....	195
4.3.2 Diagnostik der Kraft .....	202
4.3.2.1 Maximalkraft Kniestrecker und -beuger.....	202
4.3.2.2 Sprungkraft .....	208
4.3.2.3 Maximalkraft Rumpfmuskulatur.....	211
4.3.2.4 Maximalkraft Schulter-/Armmuskulatur .....	216

4.3.3 Diagnostik der koordinativen Fähigkeit Gleichgewicht.....	218
4.4 Anthropometrie und Leistungsdiagnostik.....	222
4.4.1 Alter und Maximalkraft Beinmuskulatur .....	222
4.4.2 Alter und Maximalkraft Rumpfmuskulatur .....	223
4.4.3 Alter und Maximalkraft Schulter-/Armmuskulatur.....	223
4.4.4 Alter und Beweglichkeit .....	223
4.4.5 Alter und Gleichgewicht .....	224
4.5 Pflichtwertnoten und Leistungsdiagnostik.....	225
4.5.1 Aufsprung und Leistungsdiagnostik.....	225
4.5.2 Fahne und Leistungsdiagnostik .....	225
4.5.3 Mühle und Leistungsdiagnostik .....	226
4.5.4 Schere und Leistungsdiagnostik.....	227
4.5.5 Stehen und Leistungsdiagnostik.....	228
4.5.6 Flanke und Leistungsdiagnostik .....	228
4.6 Sportverletzungen, Überlastungssyndrome und Sportschäden bei Kadervoltigierern .....	229
4.6.1 Sportverletzungen .....	229
4.6.2 Sportverletzungen und Leistungsdiagnostik .....	231
4.6.3 Sportverletzungen und Anthropometrie .....	232
4.6.4 Körperliche Beschwerden/Überlastungssyndrome .....	234
4.6.5 Überlastungssyndrome und Leistungsdiagnostik .....	234
4.6.6 Überlastungssyndrome und Anthropometrie .....	234
4.6.7 Sportschäden .....	234
4.6.8 Überlastungssyndrome/Sportschäden und Alter/ Trainingsalter .....	235
4.7 Katecholaminverhalten von Einzelvoltigierern .....	235
4.7.1 Katecholaminverhalten von Einzelvoltigierern im Training	235
4.7.2 Muskelfasertyp und Leistungsdiagnostik .....	247
4.7.3 Katecholaminverhalten im Wettkampf .....	247
4.7.5 Katecholaminverhalten Wettkampf und Eigenwahrnehmung.....	253
4.7.6 Katecholaminverhalten Wettkampf und mentales Training/mentale Wettkampfvorbereitung .....	254

---

4.7.7 Katecholaminverhalten und subjektive Beurteilung der eigenen Leistung im Wettkampf .....	254
4.7.8 Katecholaminverhalten und Kaderstatus .....	254
5 Diskussion.....	257
6 Zusammenfassung.....	309
Literaturverzeichnis .....	315
Anhang.....	340
Erklärung.....	390
Danksagung.....	391

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Der Aufsprung (aus: PEILER/PEILER 2006, 89).....	30
Abb. 2 Der freie Grundsitz vw. (aus: PEILER/PEILER 2006, 103) .....	31
Abb. 3 Die Fahne (aus: PEILER/PEILER 2006, 111) .....	31
Abb. 4 Die Mühle (aus: PEILER/PEILER 2006, 130).....	32
Abb. 5 Die Schere (1. und 2. Teil) (aus: PEILER/PEILER 2006, 144f.).....	33
Abb. 6 Die Flanke (1. und 2. Teil) (aus: PEILER/PEILER 2006, 143) .....	33
Abb. 7 Das Stehen vw. (aus: PEILER/PEILER 2006, 163).....	34
Abb. 8 Vereinfachte Darstellung der Kompartiment-Modelle und Beispiele von Messmethoden der Körperzusammensetzung (CMA 2005, 11).....	39
Abb. 9 Überblick über Methoden der BIA und ihre bevorzugte Verwendung (aus KHAN U. A. 2005, 61) .....	42
Abb. 10 Heath-Carter-Somatochart (aus: DUQUET/CARTER 2001, 56).....	46
Abb. 11 Die Somatotyp-Kategorien nach HEATH-CARTER (aus: DUQUET/CARTER 2001, 57) .....	47
Abb. 12 Verteilung männlicher (•) und weiblicher (x) Athleten einzelner Sportarten auf der Somatochart (aus: ROSS U.A. 1989, 209).....	49
Abb. 13 Einflussfaktoren auf die sportliche Leistung (modifiziert nach GROSSER 1986, aus: PEILER/PEILER 2006, 41) .....	51
Abb. 14 Modell zur Ausdifferenzierung der Kraft-, Schnelligkeits- sowie Ausdauerfähigkeiten und der Beweglichkeit. (modifiziert nach: EL NAIEM HASSAN 2003, 12) .....	54
Abb. 15 Impuls als Fläche unter der Kraft-Zeitkurve (t1 und t2 sind Beispiele für unterschiedliche Stützzeiten; EXK- Explosivkraftwert). (aus: SCHEID/PROHL 2004, 93) .....	63
Abb. 16 Darstellung der Kontraktionsform des Dehnungs- Verkürzungs-Zyklus. (aus: SIALIS 2004, 29; vgl. KOMI 2000).....	64
Abb. 17 Grafische Darstellung mechanischer Einflussgrößen des DVZ beim Drop-Jump. (modifiziert nach BUBECK 2002, 38) .....	70
Abb. 18 Strukturelles Gefüge der koordinativen Fähigkeiten (modifiziert nach ZIMMERMANN 1998, 221) .....	74
Abb. 19 Übersicht über Anatomie und Funktionsbereiche des vegetativen Nervensystems (aus: SCHÄFFLER/ SCHMIDT 1996, 189).....	94

Abb. 20 Muskelfasereinsatz und ansteigende Kraftrealisierung, FT <sub>o</sub> = Fast-Twitch-oxidativ-Faser, FT <sub>G</sub> = Fast-Twitch-glykolytische-Faser, ST= Slow-Twitch-Faser (aus: GROSSER U.A. 2001, 57) .....	100
Abb. 21 Verletzungslokalisation beim Voltigieren nach HERRMANN 1993 (aus: HORSTMANN U.A. 1998, 67) .....	110
Abb. 22 Verletzungslokalisation beim Voltigieren nach PEILER (modifiziert nach PEILER 2005, 83) .....	110
Abb. 23 Prozentuale Häufigkeit der Verletzungsursachen im Voltigiersport ..	111
Abb. 24 Schematische Übersicht über die Entstehung des Sport-/Überlastungsschadens nach GEIGER (aus: GEIGER 1997, 12). .....	112
Abb. 25 Schematischer Überblick über die Topografie von Sportverletzungen und Sportschäden in den verschiedenen Sportarten (aus: HELAL U.A. 1986, 6) .....	114
Abb. 26 Untersuchungsmaterialien zur Bestimmung der anthropometrischen Parameter .....	122
Abb. 27 Schematische Darstellung eines Somatoplots auf der Somatokarte	127
Abb. 28 Geräteaufbau Querspagat .....	129
Abb. 29 Querspagat mit rechtem Bein in Vorhalte .....	130
Abb. 30 Seitspagat an der Sprossenwand .....	131
Abb. 31 Anheben der Beine im Hang an der Sprossenwand .....	133
Abb. 32 Kreuzgriff im Sitzen .....	134
Abb. 33 Aktives Anheben der Arme in Bauchlage (Elevation) .....	136
Abb. 34 Anheben der Arme in Bauchlage (Extension) .....	137
Abb. 35 Leg Extension (Kniestrecke) ohne zusätzliches Oberschenkelpolster .....	139
Abb. 36 Die Startphase beim Drop Jump .....	141
Abb. 37 Drop Jump (modifiziert nach BUBECK 2002, 71) .....	142
Abb. 38 Messung der Rumpfextensoren im Stand .....	144
Abb. 39 Messung der Rumpfflexoren im Stand .....	145
Abb. 40 Frontdrücken mit der Langhantel im aufrechten Sitz .....	148
Abb. 41 Storchstand auf dem Posturomed .....	150
Abb. 42 Sympathikusaktivität in Abhängigkeit des Noradrenalin/Adrenalinquotienten Cat-Q NA/A nach ZIMMERMANN (modifiziert nach RIEDEL 2005, 79) .....	160

Abb. 43 Schematische Darstellung des NA-Verhaltens bei Sprintertypen .....	162
Abb. 44 Schematische Darstellung des NA-Verhaltens bei Mittelstrecklertypen.....	163
Abb. 45 Schematische Darstellung des NA-Verhaltens bei Ausdauerarten ..	163
Abb. 46 Geschlechtsspezifischer Vergleich der Body-Massindices im Prä- und Post-Test.....	169
Abb. 47 Geschlechtsspezifischer Vergleich des Körperfettanteils im Prä- und Post-Test .....	171
Abb. 48 Somatotypentwicklung der Gesamtstichprobe Voltigierern (n = 37) (Prä-Test: 2,8 – 3,7 – 2,9; Post-Test: 2,7 – 3,7 – 3,0).....	174
Abb. 49 Somatotypentwicklung der weiblichen Stichprobe Voltigierern (n = 29) (Prä-Test: 2,9 – 3,7 – 3,0; Post-Test: 2,9 – 3,6 – 3,0).....	175
Abb. 50 Somatotyp der Bundes- und Landeskadervoltigierern im Prä-Test.....	176
Abb. 51 Somatotyp der Bundes- und Landeskadervoltigierern im Post-Test.....	176
Abb. 52 Somatotypentwicklung der männlichen Stichprobe Voltigierern (n = 8) (Prä-Test: 2,4 – 4,3 – 2,9; Post-Test: 2,2 – 4,3 – 3,0).....	177
Abb. 53 Somatotyp der männlichen Bundes- und Landeskadervoltigierern im Prä-Test.....	178
Abb. 54 Somatotyp der männlichen Bundes- und Landeskadervoltigierern im Post-Test .....	178
Abb. 55 Prozentualer Vergleich des Kaderstatus mit der Teilnahme an einer regelmäßigen Leistungsdiagnostik .....	185
Abb. 56 Überblick über sinnvolle Anzahl zukünftig installierter jährlicher Leistungsanalysen nach der Einschätzung der Kadervoltigierern.....	186
Abb. 57 Mittelwerte Querspagat rechtes Bein vorne .....	187
Abb. 58 Mittelwerte Querspagat linkes Bein vorne.....	189
Abb. 59 Mittelwerte Seitspagat.....	191
Abb. 60 Mittelwerte aktive Hüftflexion im Hang mit dem rechten Bein .....	192
Abb. 61 Mittelwerte aktive Hüftflexion im Hang mit dem linken Bein.....	194
Abb. 62 Mittelwerte S-Haltetest mit rechtem Arm oben.....	195
Abb. 63 Mittelwerte S-Haltetest mit dem linken Arm oben .....	197
Abb. 64 Mittelwerte der aktiven Elevation der Schultern in Bauchlage .....	198

Abb. 65 Mittelwerte der aktiven Extension der Schultern in Bauchlage .....	200
Abb. 66 Mittelwerte relative Maximalkraftwerte der Kniestreckler .....	203
Abb. 67 Mittelwerte relative Maximalkraftwerte der Kniebeuger.....	205
Abb. 68 Mittelwerte Kraftverhältnisse von Kniebeugern- und -streckern rechts .....	207
Abb. 69 Mittelwerte Kraftverhältnisse von Beinbeugern- und -streckern links.....	208
Abb. 70 Mittelwerte Drop Jump .....	209
Abb. 71 Kontaktzeiten Drop Jump.....	210
Abb. 72 Mittelwerte isometrische Maximalkraft der Rumpfflexoren.....	213
Abb. 73 Mittelwerte isometrische Maximalkraft der Rumpfextensoren.....	215
Abb. 74 Kraftverhältnisse zwischen Rumpfflexoren und -extensoren .....	216
Abb. 75 Mittelwerte beim Frontdrücken mit der Langhantel im Sitz .....	218
Abb. 76 Mittelwerte beim Storchstand auf dem Kreisel und Posturomed mit dem rechten Bein .....	219
Abb. 77 Mittelwerte beim Storchstand auf dem Kreisel und Posturomed mit dem linken Bein .....	221
Abb. 78 Prozentuale topografische Zuordnung der im Leistungssport Voltigieren auftretenden Sportverletzungen (n = 40) .....	231
Abb. 79 Cat-Q NA/A der im Training getesteten Einzelvoltigierer im Überblick.....	236
Abb. 80 Muskelfaserrekrutierung Athlet 1 im Training (Ausdauerart) .....	238
Abb. 81 Muskelfaserrekrutierung Athlet 2 im Training (Ausdauerart) .....	238
Abb. 82 Muskelfaserrekrutierung Athlet 3 im Training.....	239
Abb. 83 Muskelfaserrekrutierung Athlet 4 im Training (Mittelstreckler) .....	239
Abb. 84 Muskelfaserrekrutierung Athlet 5 im Training (Ausdauerart) .....	240
Abb. 85 Muskelfaserrekrutierung Athlet 6 im Training.....	240
Abb. 86 Muskelfaserrekrutierung Athlet 7 im Training (Mittelstreckler) .....	241
Abb. 87 Muskelfaserrekrutierung Athlet 8 im Training.....	241
Abb. 88 Muskelfaserrekrutierung Athlet 9 im Training (Mittelstrecklertyp) .....	242
Abb. 89 Muskelfaserrekrutierung Athlet 10 im Training (Mittelstrecklertyp) ...	242
Abb. 90 Muskelfaserrekrutierung Athlet 12 im Training (Mittelstrecklertyp) ...	243
Abb. 91 Muskelfaserrekrutierung Athlet 13 im Training (Mittelstrecklertyp) ...	244
Abb. 92 Muskelfaserrekrutierung Athlet 14 im Training (Ausdauerart) .....	244

Abb. 93 Muskelfaserrekrutierung Athlet 15 im Training (Mittelstreckler) .....	245
Abb. 94 Muskelfaserrekrutierung Athlet 16 im Training.....	245
Abb. 95 Muskelfaserrekrutierung Athlet 17 im Training.....	246
Abb. 96 Katecholaminverhalten (Cat-Q NA/A) der Einzelvoltigierer beim Wettkampf im Überblick.....	248
Abb. 97 Katecholaminverhalten der Einzelvoltigierer im Wettkampf differenziert nach Messzeitpunkten (Wettkampfsituation).....	249
Abb. 98 Morgenwert Cat-Q NA/A am Wettkampftag .....	250
Abb. 99 Vorstartwerte Cat-Q NA/A am Wettkampftag.....	251
Abb. 100 Belastungswerte Cat-Q NA/A am Wettkampftag .....	252
Abb. 101 Weibliche und männliche Somatotypen verschiedener Sportarten (vgl. CARTER/HEATH 2005).....	265
Abb. 102 Isometrische Maximalkraftwerte [Nm/kg] der Rumpfstrecker und -beuger in unterschiedlichen Sportarten bei Männern und Frauen im Alter zwischen 15 und 29 Jahren (modifiziert nach VERDONCK u.a. 2003) .....	286
Abb. 103 Vergleich der Rumpfkraftwerte von Männern und Frauen (aus: VERDONCK 2003) .....	288
Abb. 104 Einfluss des vor dem Wettkampf durchgeführten sportartspezifischen Aufwärmtrainings auf den NA/A-Quotienten (modifiziert nach ZIMMERMANN 1986); Morgenwert nach dem Aufwärmen und nach dem Wettkampf .....	305
Abb. 105 Wachstumskurven für den Bodymaßindex (BMI) bei Kindern und Jugendlichen (0 – 18 Jahren), unter Berücksichtigung von Körpergewicht/-größe, Alter und Geschlecht (aus: BZGA 2008) .....	340
Abb. 106 Muster Beurteilungsbogen Leistungsdiagnostik (Seite 1) .....	341
Abb. 107 Muster Beurteilungsbogen Leistungsdiagnostik (Seite 2) .....	342
Abb. 108 Graphische Darstellung der Ergebnisse der Leistungsdiagnostik in Bezug auf die Gesamtstichprobe .....	343
Abb. 109 Legende zum Lesen der graphischen Darstellung der Ergebnisse der Leistungsdiagnostik.....	344
Abb. 110 Trainingsplan Seite1 .....	345
Abb. 111 Trainingsplan Seite 2 .....	346

Abb. 112 Trainingsplan Seite 3 .....	347
Abb. 113 Trainingsplan Seite 4 .....	348
Abb. 114 Allgemeine Hinweise zur Durchführung des Trainings in der Vorbereitungsphase .....	349
Abb. 115 Muster Wochentrainingsplan .....	350
Abb. 116 Trainingsempfehlungen für Athlet 1 nach dem Prä-Test.....	351
Abb. 117 Anschreiben Leistungsdiagnostik (Prä-Test) B/C-Kader.....	352
Abb. 118 Checkliste Katecholaminanalyse Training .....	353
Abb. 119 Erfassungsbogen Katecholamin-Bestimmung .....	354
Abb. 120 Muster Untersuchungsprotokoll Katecholamin-Bestimmung.....	355
Abb. 121 Muster Beurteilungsbogen Stresshormonmessung .....	356
Abb. 122 Fragebogen 1 (Seite 1) .....	357
Abb. 123 Fragebogen 1 (Seite 2).....	358
Abb. 124 Fragebogen 1 (Seite 3) .....	359
Abb. 125 Fragebogen 1 (Seite 4).....	360
Abb. 126 Fragebogen 1 (Seite 5).....	361
Abb. 127 Fragebogen 1 (Seite 6).....	362
Abb. 128 Muster Einverständniserklärung .....	363
Abb. 129 Fragebogen 2 (Seite 1) .....	364
Abb. 130 Fragebogen 2 (Seite 2).....	365
Abb. 131 Fragebogen 3 (Seite 1) .....	366
Abb. 132 Fragebogen 3 (Seite 2).....	367
Abb. 133 Fragebogen 3 (Seite 3) .....	368
Abb. 134 Fragebogen 3 (Seite 4).....	369
Abb. 135 Fragebogen 3 (Seite 5).....	370

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Klassifikation des KFA bei weiblichen und männlichen Erwachsenen zwischen 18 und 30 Jahren (mod. nach DEURENBERG 1998 und BIESALSKI U.A. 1999).....	42
Tab. 2 Definitionen der Somatotyp-Kategorien nach HEATH/CARTER (modifiziert nach CARTER/HEATH 2005, 406) .....	48
Tab. 3 Testformen und ihre Anwendungsmöglichkeiten (aus: MEINEL/SCHNABEL 1998, 356) .....	52
Tab. 4 Tests zur Erfassung der Ausdauer (aus Bös 2001, 258ff.) .....	57
Tab. 5 Hierarchische Gliederung der Kraft in verschiedene Kraftarten und ihre Komponenten aus: GROSSER U.A. 2001, 41) .....	61
Tab. 6 Sportmotorische Testverfahren mit dem eigenen Körpergewicht in Anlehnung an Bös (2001, 238ff.) und FETZ/KORNEXL (1993, 20ff.) ....	66
Tab. 7 Modelle koordinativer Fähigkeiten (mod. nach HEIDEMANN 2006, 41) ...	73
Tab. 8 Arten des Körpergleichgewichts (modifiziert nach HIRTZ U.A. 2000, 55).....	75
Tab. 9 Auswahl nichtapparativer Testmethoden zur Erfassung der Gleichgewichtsfähigkeit in Anlehnung an Bös (2000), HIRTZ (2000) sowie FETZ/KORNEXL (1993).....	77
Tab. 10 Auswahl an sportmotorischen Testverfahren in Anlehnung an Bös (2000) und FETZ/KORNEXL (1993) .....	84
Tab. 11 Praxisorientierte Schnelligkeitsformen und ihre primären Einflusskomponenten (modifiziert nach GROSSER U.A. 2001, 89).....	86
Tab. 12 Auswahl an sportmotorischen Tests zur Erfassung der Schnelligkeit in Anlehnung an RAPP/SCHODER (1977), FETZ/KORNEXL (1993) und GROSSER U.A. (2001) .....	89
Tab. 13 Noradrenalin-/Adrenalin-Quotienten und die der Aktivitätsbereiche....	96
des Sympathikus nach ZIMMERMANN (vgl. RIEDEL 2005, ABD EL-RAHMAN 2001, ZIMMERMANN 1986).....	96
Tab. 14 Übersicht über relevante morphologische und funktionelle Parameter der einzelnen Muskelfasertypen. MF = Muskelfaser (nach WEINECK 2002, 83) .....	99
Tab. 15 Sportverletzung vs. Sportschaden (nach MENKE 2001, 10).....	103

Tab. 16 Exogene und endogene Risikofaktoren bei Sportverletzungen (modifiziert nach DE MARÉES 2002, KLÜMPER 1998, MENKE 2001, PARKKARI U.A. 2001) .....	106
Tab. 17 Verletzungsarten und charakteristisches Auftreten in bestimmten Sportarten .....	108
Tab. 18 Alters- und Kaderstruktur der Personenstichprobe .....	119
Tab. 19 Thematischer Aufbau des Fragebogens 1 .....	152
Tab. 20 Thematischer Aufbau des Fragebogens 2 .....	153
Tab. 21 Thematischer Aufbau des Fragebogens 3 .....	155
Tab. 22 Muskelfasertypen mit ihrer individuellen Noradrenalin- ausscheidungsrate in Abhängigkeit vom NA/A-Quotienten und die grafische Zuordnung (modifiziert nach SCHÜRMAN 1997, SCHÜRMAN/ZIMMERMANN 1998) .....	162
Tab. 23 Konstrukt an Bewegungsaufgaben .....	165
Tab. 24 Siebenstufige RPE-Skala (modifiziert nach BOECKH-BEHRENS/BUSKIES 2001, 7) .....	166
Tab. 25 Richtwerte zur Beurteilung der Höhe des Korrelationskoeffizienten nach WILLIMCZIK (1999, 75) .....	167
Tab. 26 Irrtumswahrscheinlichkeit und Signifikanzniveau (vgl. WILLIMCZIK 1999, 5) .....	167
Tab. 27 Anthropometrische Daten der Stichprobe differenziert nach Geschlecht .....	168
Tab. 28 Zusammenhänge zwischen den Testverfahren zur Bestimmung der Körperzusammensetzung im Vergleich Prä-/Post-Testvergleich .....	170
Tab. 29 Einstufung des durch die BIA erhobenen Körperfettanteils (KFA) Vollgierern .....	171
Tab. 30 Die Teilkomponentenwerte des Heath-Carter-Somatotyps aller gemessenen Vollgierer .....	173
Tab. 31 Unterschiede beim Somatotyp zwischen Bundes- und Landeskaderathleten (Gesamtstichprobe) .....	174
Tab. 32 Unterschiede beim Somatotyp zwischen weiblichen Bundes- und Landeskaderathleten .....	175
Tab. 33 Zusammenhänge zwischen den Krafttests und den Mesomorphiewerten bei beiden Testzeitpunkten .....	179

Tab. 34 Trainingsalter der Landes- und Bundeskadervoltigierer.....	180
Tab. 35 Zusammenhang Alter und Trainingsalter im Voltigiersport.....	180
Tab. 36 Deskriptive Statistik Trainingsaufwand pro Woche bei Kadervoltigierern .....	181
Tab. 37 Unterschiede im Trainingsaufwand zwischen Landes- und Bundeskadervoltigierern .....	182
Tab. 38 Überblick über den prozentualen Anteil der von Kadervoltigierern betriebenen Zusatzsportarten und deren wöchentlichem Trainingsaufwand .....	183
Tab. 39 Zusammenhang zwischen den allgemeinen Wettkampfdaten (vor 2006) und denen im Untersuchungszeitraum (Saison 2006).....	184
Tab. 40 Unterschiede zwischen Bundes- und Landeskadervoltigierer hinsichtlich der Wettkampfdaten/Jahr .....	184
Tab. 41 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim Querspagat mit dem rechten Bein in Vorhalte .....	188
Tab. 42 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim Querspagat mit dem linken Bein in Vorhalte .....	190
Tab. 43 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim Seitspagat.....	191
Tab. 44 Geschlechtsspezifischer Unterschied bei der aktiven Hüftflexion im Hang mit dem rechten Bein .....	193
Tab. 45 Geschlechtsspezifischer Unterschied bei der aktiven Hüftflexion im Hang mit dem linken Bein .....	194
Tab. 46 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim S-Haltetest mit dem rechten Arm oben .....	196
Tab. 47 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim S-Haltetest mit dem linken Arm oben.....	198
Tab. 48 Geschlechtsspezifische Unterschiede bei der aktiven Elevation der Schultern in Bauchlage.....	199
Tab. 49 Geschlechtsspezifische Unterschiede bei der aktiven Elevation der Schultern in Bauchlage.....	201
Tab. 50 Geschlechtsspezifischer Unterschied der relativen Maximalkraftwerte der Kniestrecke.....	202
Tab. 51 Geschlechtsspezifischer Unterschied der relativen Maximalkraftwerte der Kniebeuger .....	204

Tab. 52 Geschlechtsspezifischer Unterschied der Sprunghöhe beim Drop Jump .....	211
Tab. 53 Geschlechtsspezifischer Unterschied bei der isometrischen Maximalkraftmessung der Rumpfflexoren .....	212
Tab. 54 Geschlechtsspezifischer Unterschied bei der isometrischen Maximalkraftmessung der Rumpfextensoren.....	214
Tab. 55 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim Frontdrücken mit der Langhantel im Sitz .....	217
Tab. 56 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim Storchstand auf Kreisel und Posturomed mit dem rechten Bein.....	220
Tab. 57 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim Storchstand auf Kreisel und Posturomed mit dem linken Bein .....	222
Tab. 58 Zusammenhang zwischen Alter und Maximalkraft der Beinmuskulatur .....	223
Tab. 59 Zusammenhang zwischen Alter und Maximalkraft der Rumpfmuskulatur.....	223
Tab. 60 Zusammenhang zwischen Alter und Hüftbeweglichkeit .....	224
Tab. 61 Zusammenhang zwischen Alter und Schulterbeweglichkeit.....	224
Tab. 62 Zusammenhang zwischen Alter und Gleichgewicht .....	224
Tab. 63 Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und Wertnote Aufsprung.....	225
Tab. 64 Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und Wertnote Fahne .....	226
Tab. 65 Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und Wertnote Mühle .....	227
Tab. 66 Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und Wertnote Schere.....	227
Tab. 67 Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und Wertnote Stehen.....	228
Tab. 68 Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und Wertnote Flanke .....	229
Tab. 69 Zusammenhang Verletzungshäufigkeit und (Trainings-)Alter .....	230
Tab. 70 Zusammenhang Verletzungshäufigkeit und Volligierwettkämpfe/Jahr .....	230

Tab. 71 Zusammenhang Verletzungshäufigkeit und Anthropometriediagnostik des Prä-Tests sowie zwischen der Verletzungshäufigkeit 2006 und dem Post-Test .....	233
Tab. 72 Unterschiede zwischen den verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Ergebnisse bei ausgewählten anthropometrischen Testverfahren im Prä-Test.....	233
Tab. 73 Unterschiede zwischen den verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Ergebnisse bei ausgewählten anthropometrischen Testverfahren im Post-Test .....	233
Tab. 74 Prüfung auf Alters- und Trainingsjahrunterschiede zwischen den Gruppen mit Überlastungssyndromen bzw. Sportschäden und den beschwerdefreien Sportlern .....	235
Tab. 75 Überblick NA/A-Quotient (Cat-Q NA/A) der Voltigierer.....	236
im Training .....	236
Tab. 76 Überblick NA-Ausscheidungsrate [ng/min] der Voltigierer im Training .....	237
Tab. 77 Unterschiede zwischen den Mittelstrecklertypen (n = 7) und den Ausdauerarten (n = 4) hinsichtlich der relativ aufgebrauchten Maximalkraft bei den verschiedenen Testverfahren .....	247
Tab. 78 Überblick Sympathikusaktivität (Cat-Q NA/A) der Voltigierer im Wettkampf.....	248
Tab. 79 Unterschiedsprüfung zwischen den NA/A-Quotienten im Training und dem Nachbelastungswert im Wettkampf .....	253
Tab. 80 Unterschiedsprüfung auf Eigen- vs. Fremdwahrnehmung der psychischen Verfassung von Einzelvoltigierern vor und während des Wettkampfes.....	253
Tab. 81 Unterschiede des Kaderstatus hinsichtlich der NA/A-Quotienten am Wettkampftag.....	255
Tab. 82 Zusammenhang zwischen dem Kaderstatus Einzelvoltigierern und der Sympathikusaktivität im Training und im Wettkampf (n = 11) .....	255
Tab. 83 Zusammenhang zwischen dem Kaderstatus Gruppenvoltigierern und der Sympathikusaktivität im Training und im Wettkampf (n = 6)	256
Tab. 84 Körperfettanteil verschiedener Sportarten im Vergleich (nach HEYWARD/STOLARCZYK 1996) .....	260

Tab. 85 Klassifikation der Somatotypeteilkomponenten in Anlehnung an CARTER/HEATH (2005).....	261
Tab. 86 Heath-Carter-Somatotyp verschiedener Sportarten/Disziplinen..... (nach CARTER/HEATH 2005) .....	263
Tab. 87 Sprungkraftergebnisse von A-Gruppenvoltigierern Prä-Test (SEIDEL 2004, 62) .....	283
Tab. 88 Sprungkraftergebnisse von A-Gruppenvoltigierern Post-Test (SEIDEL 2004, 63) .....	283
Tab. 89 Hauptformen des Vorstartzustandes nach PUNI (modifiziert nach WEINECK 2002), kombiniert mit den über den Cat-Q NA/A gemessenen Aktivitätsbereichen des Sympathikus nach ZIMMERMANN (1986) .....	302
Tab. 90 Die Sympathikusaktivität (Cat-Q NA/A) verschiedener Sportarten im Wettkampf.....	305
Tab. 91 Zusammenhang Verletzungshäufigkeit und Kraftdiagnostik des Prä- Tests sowie zwischen der Verletzungshäufigkeit 2006 und dem Post-Test .....	371
Tab. 92 Zusammenhang Verletzungshäufigkeit und Beweglichkeitsdiagnostik des Prä-Tests sowie zwischen der Verletzungshäufigkeit 2006 und dem Post-Test .....	371
Tab. 93 Zusammenhang Verletzungshäufigkeit und Gleichgewichts- diagnostik des Prä-Tests sowie zwischen der Verletzungshäufigkeit 2006 und dem Post-Test .....	372
Tab. 94 Unterschiede zwischen den an der Ferse verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test .....	372
Tab. 95 Unterschiede zwischen den am Fuß verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test .....	373
Tab. 96 Unterschiede zwischen den am Sprunggelenk verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test .....	373
Tab. 97 Unterschiede zwischen den am Knie verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test .....	374

Tab. 98	Unterschiede zwischen den am Rücken verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test .....	374
Tab. 99	Unterschiede zwischen den am Unterarm verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test .....	375
Tab. 100	Unterschiede zwischen den am Ellenbogen verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test .....	375
Tab. 101	Unterschiede zwischen den am Schultergelenk verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test .....	375
Tab. 102	Unterschiede zwischen den an der Ferse verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Post-Test.....	376
Tab. 103	Unterschiede zwischen den am Fuß verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Post-Test.....	376
Tab. 104	Unterschiede zwischen den am Knie verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Post-Test.....	377
Tab. 105	Unterschiede zwischen den am Rücken verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Post-Test.....	377
Tab. 106	Unterschiede zwischen den am Ellenbogen verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Post-Test.....	377
Tab. 107	Unterschiede zwischen den am Schultergelenk verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Post-Test.....	378
Tab. 108	Unterschiede zwischen den Voltigierern mit und ohne Überlastungssyndromen am Fuß (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test.....	378

Tab. 109	Unterschiede zwischen den Voltigierern mit und ohne Überlastungssyndromen am Kniegelenk(bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test .....	379
Tab. 110	Unterschiede zwischen den Voltigierern mit und ohne Überlastungssyndromen am Hüftgelenk (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test .....	379
Tab. 111	Unterschiede zwischen den Voltigierern mit und ohne Überlastungssyndromen am Rücken (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test .....	380
Tab. 112	Bewertungstabelle für den Bodymaßindex bei weiblichen und männlichen Erwachsenen (nach WHO 2006).....	381
Tab. 113	Bewertungstabelle für den Körperfettanteil (KFA) bei weiblichen und männlichen Erwachsenen zwischen 18 und 30 Jahren (mod. nach DEURENBERG 1998 und BIESALSKI U.A. 1999) .....	381
Tab. 114	Bewertungstabelle für die Somatotypeteilkomponenten in Anlehnung an CARTER/HEATH (2005) .....	381
Tab. 115	Bewertungstabelle für den Seit- und Querspagat .....	382
Tab. 116	Bewertungstabelle für die aktive Hüftflexion im Langhang an der Sprossenwand .....	382
Tab. 117	Bewertungstabelle für den S-Halte-Test/Kreuzgriff .....	382
Tab. 118	Bewertungstabelle für die aktive Elevation (Schulter) in Bauchlage .....	383
Tab. 119	Bewertungstabelle für die aktive Extension (Schulter) in Bauchlage .....	383
Tab. 120	Bewertungstabelle für die isokinetische relative Maximalkraftmessung (maximales Drehmoment bei einer Winkelgeschwindigkeit 60%/s) beim Test Leg Curl/Leg Extension für Männer 15 – 19 Jahre (mod. nach HÖLTKE/STEUER 2001) .....	383
Tab. 121	Bewertungstabelle für die isokinetische relative Maximalkraftmessung (maximales Drehmoment bei einer Winkelgeschwindigkeit 60%/s) beim Test Leg Curl/Leg Extension für Männer 20 – 29 Jahre (mod. nach HÖLTKE/STEUER 2001) .....	384
Tab. 122	Bewertungstabelle für die isokinetische relative Maximalkraftmessung (maximales Drehmoment bei einer	

	Winkelgeschwindigkeit 60%/s) beim Test Leg Curl/Leg Extension für Männer 30 – 39 Jahre (mod. nach HÖLTKE/STEUER 2001) .....	384
Tab. 123	Bewertungstabelle für die isokinetische relative Maximalkraftmessung (maximales Drehmoment bei einer Winkelgeschwindigkeit 60%/s) beim Test Leg Curl/Leg Extension für Frauen 15 – 19 Jahre (mod. nach HÖLTKE/STEUER 2001) .....	385
Tab. 124	Bewertungstabelle für die isokinetische relative Maximalkraftmessung (maximales Drehmoment bei einer Winkelgeschwindigkeit 60%/s) beim Test Leg Curl/Leg Extension für Frauen 20 – 29 Jahre (mod. nach HÖLTKE/STEUER 2001) .....	385
Tab. 125	Bewertungstabelle für die isokinetische relative Maximalkraftmessung (maximales Drehmoment bei einer Winkelgeschwindigkeit 60%/s) beim Test Leg Curl/Leg Extension für Frauen 30 – 39 Jahre (mod. nach HÖLTKE/STEUER 2001) .....	386
Tab. 126	Bewertungstabelle für die isometrische relative Maximalkraftmessung Rumpffextensoren beim Test Back Extension (Männer) .....	386
Tab. 127	Bewertungstabelle für die isometrische relative Maximalkraftmessung Rumpffextensoren beim Test Back Extension (Frauen) .....	386
Tab. 128	Bewertungstabelle für die isometrische relative Maximalkraftmessung Rumpfflexoren beim Test Abdominal Press (Männer) .....	387
Tab. 129	Bewertungstabelle für die isometrische relative Maximalkraftmessung Rumpfflexoren beim Test Abdominal Press (Frauen) .....	387
Tab. 130	Bewertungstabelle für die Bodenkontaktzeit beim Drop Jump .....	387
Tab. 131	Bewertungstabelle für die Sprunghöhe beim Drop Jump .....	388
Tab. 132	Bewertungstabelle für die relative Maximalkraftmessung beim Test Frontdrücken (Männer) .....	388
Tab. 133	Bewertungstabelle für die relative Maximalkraftmessung beim Test Frontdrücken (Frauen) .....	388
Tab. 134	Bewertungstabelle für den Test Storchstand auf Posturomed und Kreisel .....	389

## 1 Einleitung

Das Thema Leistungssteigerung und Verletzungsprophylaxe im Wettkampfsport rückt im Zuge der zunehmenden sportlichen Professionalisierung in der Trainingssystematik und -steuerung in allen spitzensportlichen Bereichen in den Vordergrund. Eine besondere Brisanz erlangte diese Thematik durch die größte Pferdesportveranstaltung in Deutschland dieses Jahrzehnts, den Weltreiterspielen 2006 in Aachen. Der Pferdesport genoss bei den Weltreiterspielen eine bis dahin nie da gewesene mediale Aufmerksamkeit. Über 500 000 Zuschauer vor Ort erlebten die Weltmeisterschaften in den Disziplinen Dressur, Springen, Vielseitigkeit, Fahren, Distanzreiten, Reining und Voltigieren. Nicht zuletzt durch das öffentliche Interesse bedingt, lastete auf den deutschen Teilnehmern ein besonders großer Erfolgsdruck. Darüber hinaus hat die erfolgreichste Voltigiernation der Welt nicht mehr eine uneingeschränkte Vormachtstellung in dieser Disziplin. Andere Nationen haben aufgeschlossen, sodass die Notwendigkeit leistungsoptimierender Maßnahmen seitens des Deutschen Olympiade-Komitees für Reiterei (DOKR) gesehen wurde.

Die gezielte Leistungssteigerung bedarf einer genauen Diagnostik, um die sportliche Konstitution eines Athleten zu definieren, um daraus geeignete Maßnahmen abzuleiten. Während in etablierten Sportarten wie dem Schwimmen oder der Leichtathletik Verfahren der gezielten Leistungsdiagnostik existieren, sind sie im Voltigiersport bislang noch rudimentär ausgeprägt. Bis dato gibt es in wissenschaftlichen Ausarbeitungen zu dieser Pferdesportart, die bis zu Welt- und Europameisterschaften ausgetragen wird, nur Ansätze zur Erhebung reliabler und valider Messdaten. Die Stichprobengröße vorhandener Arbeiten erlaubten es nicht, eine Aussage über das Leistungsniveau von Leistungs-/Spitzenvoltigierern zu treffen. Folglich können keine Richtwerte für die Trainingssteuerung im Turniersport abgeleitet werden.

RIEDER (vgl. PEILER/PEILER 2004, 9) weist auf die bisher existierenden wissenschaftlichen Publikationen im Bereich des Voltigiersports hin und erwähnt in diesem Zusammenhang die Zahl 85. Aktuell ist von über 100 Qualifikationsarbeiten, sei es als Diplom-, Bachelor-, Magister- oder Lehrfacharbeiten im Stu-

diengang Sport, auszugehen. Nur wenige dieser Arbeiten befassen sich mit einer gezielten Leistungsdiagnostik. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang vor allem REULE (2005), SEIDEL (2004) und ZÜLOW (2006). Auf den gesundheitsorientierten, präventiven Ansatz im Spitzensport wird mehrfach hingewiesen, er ist ein Themenschwerpunkt der vorliegenden Arbeit.

Den beiden Themenschwerpunkten Leistungsoptimierung sowie Prävention von Sportverletzungen und Sportschäden wird mit einem komplexen Untersuchungsapparat nachgegangen. In den theoretischen Grundlagen (2) wird sich befasst mit der Struktur und dem Anforderungsprofil des Voltigiersports (2.1), der Anthropometrie in der Sportmedizin (2.2) und leistungsdiagnostischen Verfahren (2.3). Dem vegetativen Nervensystem (2.4) und der Muskelfasertypisierung (2.5) wird genauso Beachtung geschenkt wie den Sportverletzungen und Sportschäden im Voltigiersport (2.6). Im umfassenden methodischen Teil (3) wird die Leistung der Voltigierer durch folgende Verfahren diagnostiziert: Erfassung anthropometrischer Daten, Bestimmung der Beweglichkeit, Diagnostik der Maximal- und Sprungkraft sowie Charakterisierung der koordinativen Fähigkeit Gleichgewicht. Zusätzlich werden die Sympathikusaktivität im Training und Wettkampf sowie der Muskelfasertyp von Voltigierern gekennzeichnet. Flankiert werden die trainingswissenschaftlichen Tests durch die Erhebung sportmedizinisch relevanter Daten und die Erstellung individueller Trainingspläne basierend auf den Ergebnissen der Leistungsdiagnostik zu Beginn der Vorbereitungsphase. Die daraus resultierenden Ergebnisse (4) werden anschließend diskutiert (5) und zusammengefasst (6), sodass abschließend ein Profil für Spitzenvoltigierer gegeben werden kann. Im Einzelnen verfolgt die Arbeit nachfolgende Ziele:

1. Anthropometrische Daten als Kontrollinstrument zur Trainingssteuerung festzustellen und diese mit anderen Sportarten in Beziehung zu setzen,
2. voltigiersportrelevante konditionelle und koordinative Fähigkeiten zu erheben,
3. Richtwerte aufzustellen, die bei künftigen Leistungsdiagnostiken im Voltigieren und verwandten Sportarten zu Einordnung von Messergebnissen dienen können,

4. die Bedeutung der Athletik für den Erfolg im Wettkampf zu kennzeichnen,
5. sportmedizinisch relevante Daten unter dem Aspekt der Prävention von Sportverletzungen und Sportschäden im Spitzensport zu erheben,
6. den vorherrschenden Muskeltyp in der Voltigierspitze über den Cat-Q NA/A zu charakterisieren,
7. das Stressverhalten der Athleten mithilfe von Katecholaminmessungen im Training sowie Wettkampf zu skizzieren.

## 2 Theoretische Grundlagen

### 2.1 Voltigieren

#### 2.1.1 Definition Voltigieren

Kraft, Dynamik, Show und Teamgeist – Eigenschaften, die dem Voltigiersport häufig zugeschrieben werden. Der Laie erkennt im Voltigieren oft eine Mischform aus zirzensischer Kunst, Tanz auf dem Pferderücken und Gerätturnen. Das Zusammenspiel von Longenführer, Voltigierer und Pferd ist das Kennzeichen dieser athletischsten Pferdesportdisziplin. Nur wenn das vom Longenführer geleitete Pferd einen gleichmäßigen Bogen auf der Zirkellinie in einem harmonischen Galopp beschreibt, ist es möglich, dass der Athlet auf dem Pferderücken seine Leistungen optimal entfalten kann. Die Internationale Reiterliche Vereinigung (FEI 2006) definiert:

„Vaulting is a competitive discipline where both dynamic and static gymnastic elements are combined and performed on a cantering horse. It requires outstanding physical condition from the vaulter and a harmonious relationship with the horse is imperative if a display of strength, coordination, rhythm, suppleness and balance is to be achieved.“

Während bei den klassischen Pferdesportdisziplinen Dressur, Springen, Vielseitigkeit oder Fahren das Pferd als Protagonist gilt, kommt dem Humansportler beim Voltigieren eine höhere Bedeutung zu. Im internationalen Wettkampfsport geht die Leistung des Pferdes nur zu 20 % in die Bewertung ein.

„[...] the introduction of the Horse Score in 2005, as 20 % of the overall score, has very definitely restored vaulting's image [...].“ (FEI 2006)

Das Pferd galoppiert beim Voltigieren auf einer Kreislinie. Der Radius des Zirkels sollte mindestens 7,50 m (vgl. FN 2004, 262) betragen. Geführt wird das Pferd über eine Longe, die die Verbindung zwischen Pferdemaul und den in der Mitte des Zirkels stehenden Longenführer herstellt.

Auch wenn im Fortgang der Arbeit das Voltigieren als Leistungs-/Spitzensport im Mittelpunkt des Interesses steht, werden zur Vollständigkeit die weiteren Facetten und Erscheinungsformen des Voltigierens genannt. Laut aktueller Statistik der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (FN 2006) waren im Jahr 2006 genau 723 Einzelvoltigierer, 1077 Gruppen und 1565 Longenführer im Turniersport registriert. Das bedeutet, dass in Deutschland etwa 13 000 Voltigierer

diese Disziplin als Wettkampfsport betreiben. Experten gehen von einer Gesamtzahl von bis zu 100 000 Voltigierern (vgl. RIEDER 2006) aus, die den Voltigiersport in über 7500 Reit- und Fahrvereinen (vgl. FN 2006) überwiegend als Breitensport ausüben. Als kostengünstige Pferdesportart wird über das Voltigieren einer breiten gesellschaftlichen Schicht der Zugang zum Pferdesport ermöglicht (FN 2004, 13). HESS (1998, 12) betont folgende Komponenten des Pferdesports als Breitensport:

„Für den Breitensportler steht eher Lust vor Leistung, Entspannung vor anstrengendem Sport. Die Mischung aus Sport, Spiel, Spaß und Geselligkeit macht die Faszination des Breitensports aus [...].“

PEILER (2004, 46) unterteilt das Voltigieren als Sport in drei Bereiche und unterscheidet zwischen Breitensport, zu dem er neben dem Freizeit- auch den einsteigenden und fortgeschrittenen Turniersport zählt, sowie zwischen Leistungs- und Spitzensport. Als ergänzende Erscheinungsform lässt sich das Voltigieren als Therapie erwähnen (vgl. KAUNE 1993, 12).

### **2.1.2 Voltigieren als Leistungssport auf internationaler Ebene**

Als nicht olympische Sportart werden Voltigierwettkämpfe auf internationaler Ebene bis hin zu Welt- und Europameisterschaften ausgetragen. WM und EM wechseln sich jährlich ab, sodass eine Weltmeisterschaft nur alle zwei Jahre stattfindet. Das internationale Regelwerk für das Voltigieren sind die „Rules for Vaulting Events“, die ihre Gültigkeit gemeinsam mit dem allgemeinen internationalen Regelwerk, den Veterinärbestimmungen und Richtlinien für Voltgierrichter haben (FEI 2005, 7). Das internationale Regelwerk unterscheidet neben den als Championate bezeichneten WM/EM zwischen Veranstaltungen der Kategorie CVI1\* und CVI2\*\* (FEI 2005, 9 ff.). Hierbei handelt es sich um Turniere, bei denen der leistungssportliche Vergleich im Vordergrund steht. Die internationalen 1\*-Turniere sind dem Juniorensport vorbehalten, d.h., dass Einzelvoltigierer<sup>1</sup> bis zum 18. Lebensjahr und Gruppenvoltigierer bis zum 16. Lebensjahr startberechtigt sind (FEI 2005, 14). 2\*-Turniere sind ohne Altersbeschränkungen im

---

<sup>1</sup> Unterschieden wird im Einzelvoltigieren zwischen Pflicht, Kür und Technikprogramm. Während in der Pflicht vorgegebene Übungen in einer bestimmten Abfolge zu turnen sind, sind im Technikprogramm ausgewählte Elemente in einer freien Komposition zu zeigen. Die Kür kann vom Voltigierer frei zusammengestellt werden. (vgl. FEI 2005, 27 ff.)

Gruppenvoltigieren<sup>2</sup> und setzen beim Einzel- sowie Doppelvoltigieren nur das Mindestalter von 14 Jahren voraus. Bei einem Championat trat die Trennung zwischen Senior- und Juniorteams<sup>3</sup> erstmals 2005 bei den Europameisterschaften im italienischen Brescia in Kraft. Grund der Unterscheidung zwischen Junior- und Senior-Bereich ist die klare Trennung zwischen Jugendleistungssport und Leistungssport. Internationale Turniere im Gruppen-, Einzel- und Doppelvoltigieren definiert die FEI (FEI 2006) wie folgt:

**„Individual events:** Individual competitions are made up of two rounds. Vaulters perform the Compulsory and Free Tests in the first round in order to qualify for the final/second round. In CVI1\* competitions these two tests are repeated in the second round. In CVI 2\* the second round is made up of a Technical Test and a Freestyle Test. Individual vaulters have only one minute for their Freestyle performances. At Championships, men and women compete separately.

**Pairs (pas-de-deux):** Two vaulters, a male and a female, perform a Freestyle programme held over one or two rounds.

**Team events:** A vaulting team consists of a lunge, horse, six vaulters (male and female) plus one alternate vaulter (optional) who must enter and line up with the team. Team competitions are made up of two rounds. During the first round, teams perform a six-minute Compulsory and a four-minute Freestyle Test in an attempt to qualify for the second round where they perform a single Free Test. An exercise will only be scored if two vaulters are in contact with the horse as it is carried out. No more than three vaulters may be on the horse at any one time.“

### 2.1.3 Voltigieren als Leistungssport in Deutschland

Deutschland ist die stärkste Voltigiernation der Welt. Seit der ersten Europameisterschaft 1984 im österreichischen Ebreichsdorf (vgl. PEILER 2004, 39) kehrten deutsche Einzelvoltigierer und Gruppen von Welt- und Europameisterschaften immer mit Edelmetall zurück. Mit über 130 Medaillen<sup>4</sup> (vgl. FN-PRESS, 2006) bei Championaten zählt das Voltigieren auch innerhalb der in der FN organisierten Disziplinen zu den erfolgreichsten Pferdesportarten. Grund des Erfolges ist die stets fortschreitende Entwicklung des Sports in Deutschland (vgl.

---

<sup>2</sup> Die Gruppenpflicht im Seniorenbereich entspricht der Pflicht beim Einzelvoltigieren, Letztgenannte turnen die sieben vorgegebenen Pflichtübungen hintereinander. Beim Gruppenvoltigieren wird die Pflicht in zwei Blöcke unterteilt. Ein Technikprogramm gibt es im Gruppensport bislang nicht. (vgl. FEI 2005)

<sup>3</sup> Juniorteams haben in Pflicht und Kür vereinfachte Anforderungen im Vergleich zum Seniorenbereich. (vgl. FEI 2005, 20)

<sup>4</sup> Dokumentiert werden die Medallenerfolge aller Pferdesportdisziplinen im den Jahresberichten und im Jahrbuch Sport der FN. Die Erfolge des Voltigierens sind seit 1984 im Jahresbericht gelistet (vgl. PEILER 2004, 39).

PEILER 2004, 9 – 41). PEILER/PEILER (2004, 10) akzentuieren in ihren Ausführungen zum Werdegang des Voltigiersports vor allem die Merkmale dieser Pferdesportdisziplin als Spezialdisziplin, die maßgeblich durch die Kenntnisse der Physiotherapie und der Sportwissenschaften beeinflusst wurde und sich dies zunutze gemacht habe. Geregelt ist der Turniersport Voltigieren in der Leistungs-Prüfungs-Ordnung (LPO) und wird durch die Richtlinien Voltigieren und ab 2008 durch das Aufgabenheft Voltigieren (vgl. FN 2007) ergänzt. Das deutsche Reglement, welches nicht nur dem internationalen Regelwerk angeglichen ist, sondern diesem auch in Teilen als Vorlage<sup>5</sup> diente, staffelt seine Turnieranforderungen methodisch und versucht damit der Entwicklung des Sportlers altersgerecht zu begegnen. In Anlehnung an die Konzeption von PEILER (2004, 69 ff.) hat sich der Voltigiersport 2008<sup>6</sup> den klassischen Pferdesportdisziplinen Dressur, Springen, Vielseitigkeit oder Fahren in den Bezeichnungen angeglichen und gliedert den Voltigiersport neben den Leistungsklassen zusätzlich in Altersstufen auf. Die wichtigsten leistungssportlichen Wettkämpfe auf Bundesebene sind zum Zeitpunkt 2007 die Deutschen Meisterschaften, die Bundessichtung zur WM/EM und das Nachwuchschampionat. Seit dem 1. Januar 2008 sind die wichtigsten bundesweiten Veranstaltungen im Voltigieren die Deutschen Meisterschaften, die Deutschen Juniorenmeisterschaften (DJM) und der Preis der Besten. Während das Nachwuchschampionat durch die DJM ersetzt wurde, ist der Preis der Besten an die Stelle der Bundessichtung gerückt. Regelwerk und Wettkämpfe differenzieren somit zwischen Leistungs- und Jugendleistungssport.

---

<sup>5</sup> Bevor die FEI das Juniorprogramm 2005 in ihr Regelwerk aufnahm, war dieses bereits als Bestandteil des deutschen Turniersports in der Leistungsklasse C zu finden (vgl. LPO 2000, PEILER 2004, PEILER/PEILER 2004).

<sup>6</sup> Bis einschließlich 2007 waren die Leistungsklassen im Turniersport alphabetisch (A bis D) geordnet. Seit dem 1. Januar 2008 sind die Leistungsklassen von der schweren Klasse S bis zur Anfängerklasse A gestaffelt. Zudem sind Anforderungen, Bewegungsbeschreibungen und Bewertungskriterien im neuen Aufgabenheft Voltigieren zu finden (vgl. FN 2007).

### 2.1.4 Anforderungsprofil

Voltigieren als Mischform zwischen Turnen, Akrobatik und Tanz auf dem Pferderücken umschreibt das grobe Anforderungsprofil dieser Pferdesportdisziplin. Die Richtlinien für das Voltigieren (vgl. FN 2006, 142 ff.) heben die Bedeutung von konditionellen und koordinativen Fähigkeiten für den Voltigiersport hervor. ZÜLOW (2006, 9 ff.) gibt einen Überblick über die vorhandene Literatur, die sich mit dem Anforderungsprofil des Einzelvoltigierers befasst. Sie betont aber auch, dass es wenig empirische Untersuchungen gebe, die als Grundlage für den Voltigiersport genutzt werden könnten. Sie weist in diesem Zusammenhang auf Werke von KROPP (1996), ENGELKE (1991) und SEEGER (1981) hin, die sich mit einem Anforderungsprofil für Voltigierer befasst haben. ZÜLOW (2006) weitet ihren Blick auf voltigierverwandte Sportarten aus:

„Angelehnt an das Turnen, welches nach MÜHLFRIEDEL (1994, 176) zu den kompositorischen Sportarten gehört, wird dem Voltigiersport eine vollkommene Leistung durch die Kontrolle des Körper und dem Beherrschen der geforderten Techniken bestätigt. Bewegungspräzision, Ausdruck, konditionelle und koordinative Fähigkeiten und Fertigkeiten bezeichnet STROBEL (1998, 61) als Parameter, die für eine gut gelingende und technisch saubere Übungsausführung stehen.“

HELGERT (1997, 45 ff.) richtet ihren Blick bei der Beschreibung der Anforderungen an den Voltigierer ebenfalls auf die konditionellen und koordinativen Fähigkeiten. Sie hebt in Anlehnung an WEINECK (1994) die Wichtigkeit der (psycho-)motorischen Entwicklungsphasen des Kindes hervor. Die motorischen Anforderungen für den Voltigiersport fasst HELGERT (1997, 49) so zusammen:

„Aktive Beweglichkeit im Schulter- und Hüftbereich sowie zur Rotation der Wirbelsäule, exzentrische und konzentrische Sprungkraft (für Absprung und Landung), Maximalkraft und Kraftausdauer sowie Schnellkraft für die Beinschwungbewegungen, statische Stützkraft zum Halten der eigenen Position bzw. die der Partner, dynamische Stützkraft für das Abdrücken bei Schwungübungen, allgemeine und spezielle aerobe Ausdauer (Kraftausdauer bei langer Haltearbeit) sowie vielfältige koordinative Fähigkeiten. Bei den Wettkampfvoltigierern wird zudem Wert auf Musikalität und Ausdruck gelegt, zu deren Schulung sich (voltigierbegleitend) Tanz und Ballett eignen.“

Neben den zuvor erwähnten Werken befassen sich PEILER/PEILER (2004) mit einer sportwissenschaftlichen Betrachtung des Voltigiersports. RIEDER (2004, 9) bezeichnet das Werk als „Trainingslehre des Voltigierens“, RAMGE (2004, 8) als

„Lehrbuch, Nachschlagewerk und Handbuch für die Praxis“. PEILER/PEILER lehnen sich in ihren Ausführungen zum Voltigieren eng an das Regelwerk LPO an. Im Folgenden sollen die physischen Anforderungen<sup>7</sup> an den Voltigierer am Beispiel des Pflichtprogramms veranschaulicht werden. Die Darstellung des Anforderungsprofils des A-Pflichtprogramms<sup>8</sup>, welches auch als Leistungsvoraussetzungstest bezeichnet werden könnte, ist für das weitere Verständnis der Arbeit erforderlich.

### Aufsprung

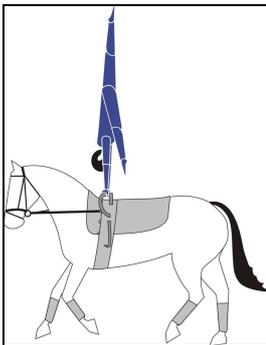


Abb. 1 Der Aufsprung (aus: PEILER/PEILER 2006, 89)

Laut LPO (FN 2004, 288) ist ein Hauptbewertungskriterium zur Beurteilung des Aufsprungs (vgl. Abb. 1) die Höhe und Lage des Körperschwerpunktes. Um eine optimal hohe Lage des Schwerpunktes zu erreichen, definieren PEILER/PEILER (2006, 91) die körperlichen Voraussetzungen Sprungkraft, Stützkraft, Ganzkörperspannung, Hüft- und Schulterbeweglichkeit sowie die koordinativen Fähigkeiten Kopplung, Orientierung und Rhythmus. Das Zusammenspiel von Sprung des Voltigierers und Bewegung des Pferdes zur optimalen Bewegungsausführung bringt WIEMERS (1994, 120) wie folgt zum Ausdruck:

„The jump consists of a combination of best use of the momentum from the horse’s movement (best technique) and the muscular strength of the vaulter.”

ARNOLD/ARNOLD (2003, 67 ff.) erwähnen die Kraftanforderungen Aufsprung-Landung, Zugkraft und Stützkraft und weisen auf die Dehnfähigkeit der Wade

---

<sup>7</sup> Das Anforderungsprofil für Kraft, Beweglichkeit und Koordination der einzelnen Pflichtübungen wird im Folgenden erwähnt. Auf eine detaillierte Darstellung der an der Bewegung beteiligten Muskeln wird verzichtet, da diese bereits in PEILER/PEILER (2006, 87 ff.) beschrieben sind.

<sup>8</sup> Die Bewegungsbeschreibung der Pflicht ist in der LPO (FN 2004) im Aufgabenheft Voltigieren (FN 2007) und bei PEILER/PEILER (2004, 85 ff.) genau geschildert.

hin. Als koordinative Basis für den Aufsprung nennen sie das Gefühl für die richtige Belastung am Boden bzw. auf unsicherem Untergrund.

### Grundsitz

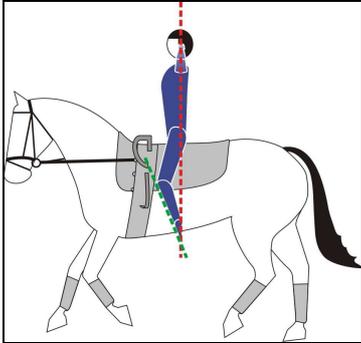


Abb. 2 Der freie Grundsitz vv. (aus: PEILER/PEILER 2006, 103)

Entsprechend LPO (FN 2004, 265) sind die Hauptbewertungskriterien zur Beurteilung des Grundsitzes (vgl. Abb. 2) die Balance in der Bewegung und die Haltung. Als körperliche Voraussetzungen erwähnen PEILER/PEILER (2006, 103 ff.) die Kraft der Schulter- und Rumpfmuskulatur, die Beweglichkeit im Hüftbeuger und die koordinativen Fähigkeiten Gleichgewicht und Rhythmus. „Balance“ und „suppleness“ nennt WIEMERS (1994, 126) als wichtige Basis zu „[...] pick up the motion of the canter stride [...]“. ARNOLD/ARNOLD (2003, 81) legen auf das Muskelgleichgewicht im Rumpf besonderen Wert.

### Fahne

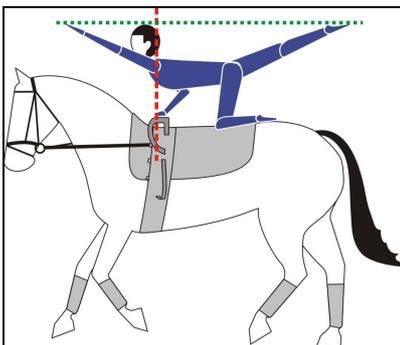


Abb. 3 Die Fahne (aus: PEILER/PEILER 2006, 111)

Gemäß LPO (FN 2004, 289) sind Gleichgewicht und Bewegungsweite im Schulter- und Hüftgelenk Hauptbewertungskriterien zur Beurteilung der Fahne (vgl. Abb. 3). Als körperliche Voraussetzungen werden bei PEILER/PEILER (2006, 112

f.) die Kraft der Bauch- und Rückenmuskulatur, der Hüftstrecker, -ab- und -adduktoren, der Kniestrecker sowie die Kraft der Muskulatur des Schultergürtels genannt. Zudem ist für die optimale Bewegungsweite ein übergroßes Maß an Beweglichkeit im Schulter- und Hüftgelenk erforderlich (vgl. ARNOLD/ARNOLD 2003, 104 ff.). Als wichtigste koordinative Fähigkeit findet das Gleichgewicht Berücksichtigung.

### Mühle

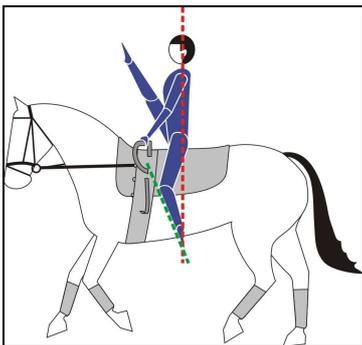


Abb. 4 Die Mühle (aus: PEILER/PEILER 2006, 130)

Nach LPO (FN 2004, 291) sind die Hauptbewertungskriterien zur Beurteilung der Mühle (vgl. Abb. 4) der ausbalancierte, aufrechte Sitz und die Bewegungsweite. Als körperliche Voraussetzungen heben PEILER/PEILER (2006, 131 f.) die benötigte Kraft in der Schulter- und Rumpfmuskulatur, der Hüftbeuger, -ab- und -adduktoren sowie der Hüftrotatoren hervor. Als unbedingte Grundlagen zur korrekten Ausführung der Mühle nennen sie weiter eine gute Beweglichkeit der Hüftbeuger, der Hüftadduktoren und der ischiocruralen Muskelgruppe (vgl. auch ARNOLD/ARNOLD 2003, 118 ff.). Rhythmus und Gleichgewicht werden als wichtigste koordinative Fähigkeit für die Mühle betont. Das Anforderungsprofil der Mühle kennzeichnet WIEMERS (1994, 163) so:

„The essence of this exercise is balance, flexibility, scope (height of legs) and timing (sense of rhythm).“

### Schwungübungen Schere und Flanke

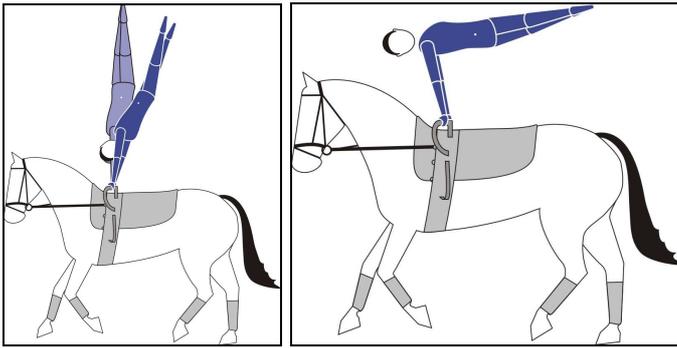


Abb. 5 Die Schere (1. und 2. Teil) (aus: PEILER/PEILER 2006, 144 f.)

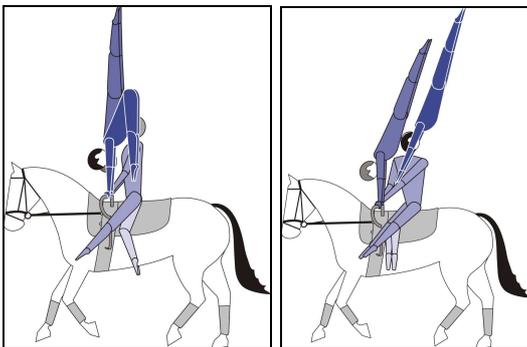


Abb. 6 Die Flanke (1. und 2. Teil) (aus: PEILER/PEILER 2006, 143)

Der LPO (FN 2004, 294) zufolge sind die wichtigsten Hauptbewertungskriterien zur Beurteilung der Schere (vgl. Abb. 5) und Flanke (vgl. Abb. 6) die Höhe und Lage des Schwerpunktes. Für die Schere kommt als wichtiges Kriterium die Koordination der Scherbewegung hinzu. Die Kraft der Schulter- und Armmuskulatur, des gesamten Rumpfes, der Bein- und Beckenmuskulatur, der Hüftstrecker und -beuger, der Knie- und Fußstrecker wird nach PEILER/PEILER (2006, 146 f.) körperlich vorausgesetzt (vgl. auch ARNOLD/ARNOLD 2003, 134 ff.). Um die Koordination der Scherbewegung umsetzen zu können, bedarf es der guten Beweglichkeit der Schultergelenke, der Wirbelsäule und der Hüftstrecker. PEILER/PEILER legen ein besonderes Hauptaugenmerk auf die technisch anspruchsvolle Abfolge der Schwungbewegung und erwähnen in diesem Zusammenhang die Koordination der Teilimpulse.

## Stehen

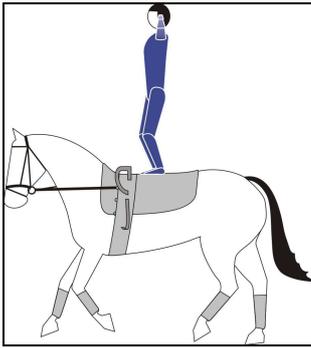


Abb. 7 Das Stehen vw. (aus: PEILER/PEILER 2006, 163)

Gemäß LPO (FN 2004, 297) sind die Hauptbewertungskriterien zur Beurteilung des Stehens (vgl. Abb. 7) Gleichgewicht und Haltung. Rumpfkraft sowie Kraft der Hüftmuskulatur und Kniestrecke, allgemeine Beweglichkeit der Gelenke in Hüfte, Schulter, Wirbelsäule sowie die Beweglichkeit der Sprunggelenke werden bei PEILER/PEILER (2006, 163 f.) als körperliche Voraussetzungen für das Stehen beschrieben. Hinzu kommen die koordinativen Fähigkeiten Gleichgewicht, Rhythmus und kinästhetische Differenzierbarkeit.

### **2.1.5 Kaderstrukturen des deutschen Voltigiersports**

Sportliche Höchstleistungen haben einen Ursprung und müssen über viele Jahre hinweg entstehen. Talente müssen früh erkannt und in entsprechenden Strukturen gefördert werden. Das Nationale Spitzensport-Konzept (DSB 1997, 11) des Deutschen Olympischen Sportbundes (DOSB) formuliert, dass sportliche Spitzenleistungen vorerst als individuelle Leistung des jeweiligen Sportlers zu bewerten seien. Leistungen des Einzelnen seien aber auch das Resultat zielgerichteter Hilfestellungen und Förderleistungen verschiedener Personen und Organisationen. Die Deutsche Reiterliche Vereinigung (FN) fördert die pferdesportlichen Disziplinen in einem Kadersystem, welches den Vorgaben des DOSB angelehnt ist. Dieses sieht in seinem Förderkonzept 2012 (DSB 2004, 14 f.) vor, dass

- „der A-C-Kader weiterhin (wenn auch reduziert) erhalten bleibt
- der B-Kader (als Anschlusskader mit deutlicher Leistungsperspektive) erkennbare bzw. nachvollziehbare Leistungsentwicklungen zum mittelfristigen Erreichen des A-Kader-Status aufweist
- der C-Kader in der bisherigen Form erhalten bleibt (Prüfung Kadergröße)
- der D/C-Kader sportartspezifisch auf dem Prüfstand ist; es wird überprüft, ob die ursprüngliche Zielstellung – Übergangskader – vor dem Hintergrund der hohen Fluktuationen und steigenden Größen erreicht wurde und ob verbandsspezifische Neufestlegungen getroffen werden konnten. (Soll der D/C-Kader erhalten bleiben, muss die Anzahl deutlich reduziert werden.)“

Für die Saison 2008 gehören dem A-Kader Voltigieren nur Teilnehmer der letzten Europameisterschaften 2007 an. Der B-Kader setzt sich aus den Topplatzierten der Deutschen Meisterschaften 2007 und der C-Kader aus ambitionierten Nachwuchssportlern, die sich bereits bei der Bundessichtung, dem Nachwuchschampionat und/oder der Deutschen Meisterschaft 2007 auf vorderen Rängen platziert haben. Die Kader sind nach Geschlecht getrennt besetzt. Das D/C-Kadersystem obliegt den Landesverbänden.

### **2.1.6 Rahmenbedingungen im Voltigieren**

Voltigieren ist ein Hallensport – das bedeutet, die turnerisch-gymnastischen Übungen auf dem Pferderücken werden in der Regel im Wettkampf unter einem Hallendach gezeigt. Die Sondersituation des Pferdesports, insbesondere des Voltigierens, nämlich das Zusammenspiel zwischen Tier und Mensch stellen an Ausrüstung, Trainingsstätte und -maßnahmen besondere Anforderungen.

#### **2.1.6.1 Ausrüstungen von Pferd und Humansportler**

Das nationale und das internationale Regelwerk geben klare Vorgaben, welche Ausstattung beim Voltigieren erlaubt ist und welche nicht. Im Kontrast zu den übrigen Pferdesportdisziplinen, bei denen eine Helmpflicht bei der sportlichen Ausübung auf dem Pferd vorgegeben ist, existiert diese beim Voltigieren nicht. So geben die Richtlinien für das Voltigieren (FN 2006, 93) sogar vor, dass ein Helm die Kopfkontrolle behindert, die Orientierung im Raum erschwert und die schützenden Abrollbewegungen bei unvorhergesehenen Landungen verhindern

kann. PEILER (2005, 31 f.) verweist unter Einbeziehung der LPO auf klare Vorgaben für Trense, Gurt und Gurt-Unterlage sowie für das Voltigierpad, die Bandagen, Ausbindezügel und Longe. Er hebt weiter die sportliche Ausrüstung von Voltigierer und Longenführer hervor. Im Zuge der Entwicklung des Sports, bei der die Show die sportlichen Leistungen vermehrt unterstreichen soll, sind klare Vorgaben im Hinblick auf das Trikot notwendig. Die FEI (FEI 2005, 16) definiert bereits:

„The dress of the vaulters must be safe, form-fitting and suitable for equestrian sport. Allowed are flat cloth appliques and prints on the dress in different colours. Use of dress other than defined will entail elimination. In the team competition the dress must be uniform.“

Während das nationale Regelwerk (FN 2004, 255) bis Ende 2007 nur die sportgerechte und zweckmäßige Kleidung der Teilnehmer vorsah, geht das seit 2008 (FN 2007) gültige Aufgabenheft einen Schritt weiter und passt sich dem internationalen Reglement in weiten Teilen an. Dieses regelt unter anderem, dass Rumpf und Beine bedeckt sein müssen und der Anschein von Nacktheit nicht entstehen darf.

### **2.1.6.2 Trainingsstätte**

Das Turnen in einer Reithalle, die seitlichen Begrenzungen durch die umgebenden Wände und die obere Begrenzung durch das Hallendach, ermöglichen dem Voltigierer eine leichtere Raum-Lage-Orientierung, da er während des Turnens einen festen Bezugspunkt hat. Wettkampf und Training sollten auf einer Fläche von 400 m<sup>2</sup> bei einer lichten Höhe von mindestens fünf Metern stattfinden. Der Boden sollte ein Sandgemisch sein, der dem Pferd genügend Trittfestigkeit und dem Voltigierer einen möglichst ebenen, federnden Untergrund bietet. PEILER (2005, 32 f.) verdeutlicht, dass die zuvor angegebenen Rahmenbedingungen nicht immer gegeben seien. Im Kontext stellt er fest, dass die multifunktionale Nutzung der Reithalle für unterschiedliche Disziplinen mit Kompromisslösungen verbunden sei. Er akzentuiert ausdrücklich das hohe Verletzungsrisiko für Voltigierer bei einem ungeeigneten Boden.

### **2.1.6.3 Trainingsmaßnahmen**

Voltigierer sind Turner auf dem Pferderücken. Die hohen Anforderungen, die an einen Voltigierer gestellt werden, erfordern geeignete Trainingsmaßnahmen. Neben dem Training am Pferd erfolgt ein Techniktraining am Übungspferd. Konditions- und Koordinationstraining schaffen die körperlichen Grundvoraussetzungen, um die schwierigen technischen Anforderungen umsetzen zu können. Tanz und Ausdrucksschulung helfen, um die Kür und/oder das Technikprogramm thematisch-musikalisch interpretieren zu können. PEILER/PEILER (2006, 200 f.) listen geeignete und ungeeignete Ergänzungsportarten für das Voltigieren auf und geben diesen verschiedene Wertigkeiten hinsichtlich ihres Einflusses auf die motorischen Fähigkeiten. Als begleitende Maßnahmen zum Voltigieren weisen sie auf Physiotherapie, sportmedizinische Untersuchungen, Leistungsdiagnostiken, sportpsychologische Betreuung, Laufbahnberatung für Leistungsvoltigierer oder auch Ernährungsberatung hin.

## **2.2 Anthropometrie in der Sportmedizin – Verfahren zur Analyse von Körperbaumerkmalen und Körperzusammensetzung („body composition“)**

### **2.2.1 Anthropometrie vs. Körperzusammensetzung**

Die Anthropometrie beschäftigt sich mit dem „quantitativen Zusammenhang zwischen Körperbau und Funktion“ (ROSS u. A. 1989, 201). Von Interesse ist in dem auch als „Kinanthropometrie“ (ebd., 201) bekannten Forschungsgebiet unter anderem der Verlauf des Wachstums oder die Entwicklung des Alterns. Des Weiteren können Aussagen über Gesundheits- oder Ernährungszustand gegeben werden. In der Sportmedizin ist der Zusammenhang zwischen Körperbau und Funktion in der Form als besonders bedeutsam, als dass mit derer Analyse eine „Identifikation des sportlichen Potenzials“ (ebd., 201) vorgenommen werden kann. Demnach wird versucht, mittels hochkomplexer Untersuchungen, Wachstum und Entwicklung unter dem Aspekt der körperlichen Leistungsentwicklung in einer bestimmten Sportart einzuschätzen. ESTON/REILLY (2001, 1) definieren die Anthropometrie wie folgt:

„Kinanthropometrists are concerned about the relation between structure and function of the human body, particularly within the context of movement. Kinanthropometry has applications in a wide range of areas including, for example, biomechanics, ergonomics, growth and development, human sciences, medicine, nutrition, physical education and sport science.”

Während sich die Anthropometrie mit der Beurteilung von „äußeren, metrischen“ (HIMMELREICH 2004, 62) Größen des menschlichen Körpers bedient, wird sich bei der Bestimmung der Körperzusammensetzung mit den Verhältnissen von Wasser, Eiweißen, Fett und Mineralien zueinander beschäftigt. Die Beurteilung der so genannten „body composition“ wird von HIMMELREICH (2004, 62) als Bindeglied in der Funktionsdiagnostik des Bewegungsapparates zur inneren Zusammensetzung bezeichnet.

### **2.2.2 Ausgewählte Testverfahren zur Erhebung anthropometrischer Daten und der Körperzusammensetzung**

Die Analyse der Zusammensetzung des menschlichen Körpers erfolgt über Testverfahren zur Bestimmung der Körperhöhe und -masse, Längen-, Breiten- und Umfangmessungen. Ziele der Diagnostik sind, Daten über den Körperfettanteil, der Muskelmasse oder dem Längen-Masse-Verhältnis zu sammeln. Dabei wird sich unterschiedlicher Instrumente und Methoden bedient. Neben der Aussagekraft der Tests ist vor allem die Praktikabilität von großer Bedeutung (vgl. HAWES/MARTIN 2001, ROSS U.A. 1989). Untersuchungen der körperbaulichen Zusammensetzung reichen von densitometrischen und röntgenologischen Methoden über die Bioelektrische Impedanzanalyse bis hin zur Hautfaltendickenmessung (vgl. CMA 2005, DEURENBERG U.A. 1998, FIESEL 2000, HAWES/MARTIN 2001)<sup>9</sup>. Die Bestimmungsmethoden zur Körperzusammensetzung können in Kompartiment-Modelle unterschieden werden (vgl. CMA 2005, HIMMELREICH 2004). Gegenstand der Betrachtung von 1-Kompartiment-Modellen ist zum Beispiel der Body-Mass-Index, der lediglich die einfache Gewichtsdarstellung (vgl. CMA 2005,10) beinhaltet. Zu 2-Kompartiment-Modellen sind die Analysen zusätzlicher anthropometrischer Daten wie Arm- und Beinumfang oder

---

<sup>9</sup> Eine Auflistung und die differenzierte Beschreibung verschiedener Messverfahren zur Bestimmung der körperbaulichen Zusammensetzung ist unter anderem ALETTER 2002, CMA 2005 und HAWES/MARTIN 2001 zu entnehmen. Diese Arbeit bedient sich lediglich ausgewählter Methoden, die für die eigene Untersuchung relevant sind.

Hautfaltendicke zu rechnen. 3-Kompartiment-Modelle, wie die Bioelektrische Impedanzanalyse trennen die Körpermasse noch feingliedriger und integrieren zusätzlich die Differenzierung der Extra- und Intrazellulären Masse und weitergehend des Wasseranteils (vgl. Abb. 8).

„Trotz ihrer Präzision beziehen diese sich verständlicherweise immer nur auf einen Parameter; der Körperbau als Ganzes ist mit diesen Methoden nicht einzuschätzen (FIESEL 2000, 1)“.

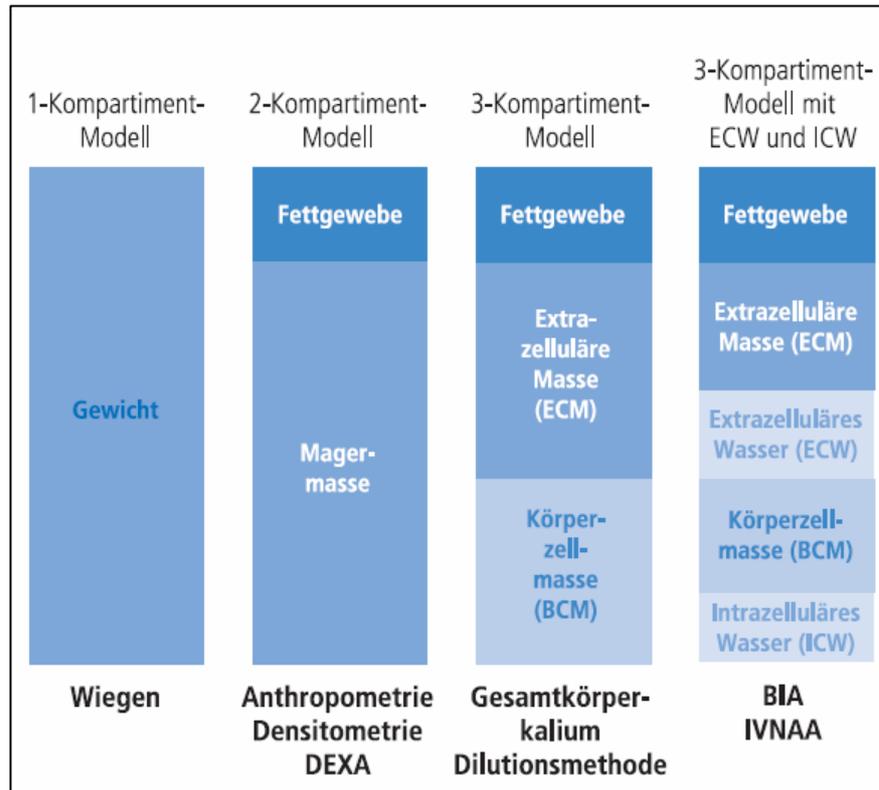


Abb. 8 Vereinfachte Darstellung der Kompartiment-Modelle und Beispiele von Messmethoden der Körperzusammensetzung (aus CMA 2005, 11)

### 2.2.2.1 Der Body-Mass-Index

Der Body-Mass-Index (BMI), oder auch Queteleindex genannt, findet seine Anwendung vor allem in der Adipositasforschung. Der BMI ist folgendermaßen definiert (vgl. DEURENBERG U.A. 1998, HAWES/MARTIN 2001):

$$\text{Body-Mass-Index (BMI)} = \text{Körpergewicht (kg)} / \text{Körperlänge (m)}^2$$

Bezüglich des Vergleiches mit dem Körperfettanteil wird dem BMI eine gute Korrelation bestätigt (vgl. DEURENBERG U.A. 1998, HAWES/MARTIN 2001). ALETTER (2002, 5) nennt Werte von  $r = 0,6$  bzw.  $0,7 - 0,8$ . Für Erwachsene über 20 Jahre gelten laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) Menschen mit einem BMI unter 18,5 als untergewichtig, bis 24,9 als normal und ab 25,0 als übergewichtig (vgl. WHO 2006)<sup>10</sup>. Bei Kindern und Jugendlichen unter 18 Jahren erfolgt die Interpretation des Body-Mass-Indices unter zusätzlicher Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und Wachstumskurven (vgl. Abb. 105 im Anhang) (vgl. BZGA 2006, BZGA 2007, PEILER 2005). DEURENBERG (1998, 1164) fügt neben der Abhängigkeit des BMI von Alter und Geschlecht auch noch die zu beachtende Komponente der „ethnic group“ an. In seiner Untersuchung verschiedener Bevölkerungsgruppen zeigten die Untersuchungsergebnisse,

„that the relationship between percent body fat and BMI is different among different ethnic groups“ (ebd. 1164).

Bei Sportlern ist ein hoher BMI nicht unbedingt als Übergewicht zu interpretieren, da die Muskelmasse des Athleten bei der Interpretation unberücksichtigt bleibt (vgl. DEURENBERG/WESTSTRATE 1987, HAWES/MARTIN 2001). Diese fällt jedoch gerade bei Sportarten wie Schwimmen, Bodybuilding oder Turnen stark ins Gewicht. HAWES/MARTIN (2001, 20) fassen das Messen anthropometrischer Daten mit dem BMI wie folgt zusammen:

“In summary, BMI is a good indicator of fatness in populations whose overweight individuals are overweight because fatness, a condition which may hold for certain populations [...], but not for others such as athletes, for whom it is completely inappropriate.”

### 2.2.2.2 Die „anthropometrische Methode“

Nach den Ausführungen der CMA (2005, 10) gehören die Hautfaltendickenmessungen der „anthropometrischen Methode“ (FIESEL 2000, 24) zum 2-Kompartimentmodell. Die Abgrenzung des Körperfettanteils (KFA) von der übrigen Körpermasse steht dabei im Vordergrund (vgl. ALETTER 2002, CMA 2005, FIESEL 2000). In diesem Zusammenhang hebt KLIMT (1992, 39) hervor, dass der Körperfettanteil im engen Verhältnis zur physischen Leistungsfähigkeit steht

---

<sup>10</sup> Die WHO (vgl. WHO 2006) differenziert Übergewicht zusätzlich in „Pre-obese“ (BMI: 25,0 – 29,9), „Obese“ (BMI: 30,0 – 39,9) und „Very obese“ (BMI: >40).

und es daher wünschenswert ist, dessen Ergebnisse mit anderen biologischen Messgrößen in Verbindung zu setzen. Eine reliable Beurteilung liefert dabei die Hautfaltendickenmessung über einen Harpenden-Hautfaltenkaliper (ROSS U. A. 1989, 203), der die Veränderung des subkutanen Fettgewebes widerspiegelt (vgl. HOLLMANN/HETTINGER 2000, 111). Nach HOLLMANN/HETTINGER (2000, 111) gelten zum Beispiel Hautfalten im Bereich des M. triceps brachii als mager, wenn sie <7 mm betragen. Als akzeptabel nennen die Autoren Werte zwischen 7 – 13 mm. Jenseits der 13 mm werden sie als fett charakterisiert.

Die Mindestanzahl der zu untersuchenden Hautfalten wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Einen Ausschnitt über verschiedene Standpunkte geben FIESEL (2000) oder auch HAWES/MARTIN (2001). Demnach variiert der Umfang der Messstellen zwischen drei und zehn (vgl. FIESEL 2000, 25). Bevorzugte Zonen sind im Bereich des Körperstamms die subscapularen und suprailiacalen Areale, während an der oberen Extremität die Hautfalten im Bereich des M. triceps brachii und an der unteren Extremität im medialen Bereich des M. triceps surae eine exponierte Stellung einnehmen (vgl. FIESEL 2000, HAWES/MARTIN 2001, KLIMT 1992). Lediglich in der Befürwortung einer guten Korrelation mit dem Gesamtkörperfett scheint es eine vorherrschende Meinung zu geben (vgl. FIESEL 2000, 25 f.).

### **2.2.2.3 Die Bioelektrische Impedanzanalyse**

Eine differenzierte Analyse des Körperfettanteils bietet die Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA). Anhand von Wechselströmen, die den Widerstand des Körpers gegen denselben messen, kann eine zuverlässige Aussage über die „Freie Fettmasse (FFM)“ (HAWES/MARTIN 2001, 18) getätigt werden (vgl. ALETTER 2002, CMA 2005, HAWES/MARTIN 2001). Für die BIA geben HAWES/MARTIN (2001, 19) einen Zusammenhang mit der FFM von  $r = 0,76 - 0,92$  an. Ähnliche Korrelationskoeffizienten sehen KHAN U. A. (2005, 65). Außerdem klassifizieren sie verschiedene Methoden bei der BIA-Messung (vgl. ebd. 56). Einen Überblick über Methoden der BIA und ihre bevorzugte Verwendung wird in Abb. 9 gegeben.

<b>Method</b>	<b>Model</b>	<b>Frequency(s)</b>	<b>Theory</b>	<b>Recommended Use</b>
<b>Traditional BIA (Whole body)</b>	Series	50 KHz	Body represents resistors (R) in series	To estimate TBW and FFM in healthy subjects.
	Parallel	50 KHz	Body represents R and capacitors (C) in parallel	To estimate intracellular water (ICW) and body cell mass (BCM)
<b>High-low BIA</b>	Dual frequency	5 & 500 KHz	Low and high frequency currents penetrate extracellular and intracellular body respectively	To estimate extracellular water (ECW) and total body water (TBW)
<b>Multi-frequency BIA</b>	Cole-Cole	Multiple	Plot of reactance versus resistance to identify theoretical value of $R_0$ and $R_\infty$ at zero and infinite frequency.	To estimate ECW, ICW, and TBW; to monitor changes in the ECW/BCM and ECW/TBW ratios in clinical populations.
<b>Multifrequency BIA</b>	Hanai Mixture	Multiple	Tissue resistivity and body geometry alter Cole-Cole model	Based on model developed for use in suspended, spherical cells.
<b>Segmental BIA</b>	Series	Single or multiple	Body represented by up to five cylinders and resistance is measured separately	To measure fluid distribution or regional fluid accumulation in clinical populations.
<b>Upper-body and Lower-body BIA</b>	N/A	50 KHz	System employs stainless steel pressure-contact pad and plate electrodes	To estimate % BF in healthy subjects with normal hydration status and fluid distribution
<b>Laboratory designed BIA</b>	Series	20 KHz	Bridge circuit employed was balanced by varying R and C alternatively.	To predict and analyze simulated parameters of aircraft pilot or aviator under G stress.

Abb. 9 Überblick über Methoden der BIA und ihre bevorzugte Verwendung (aus: KHAN U. A. 2005, 61)

Da die BIA unter anderem durch Sport, Nahrungsaufnahme oder Dehydration beeinflussbar scheint (vgl. HAWES/MARTIN 2001, 19), werden für die Diagnostik zeitliche Abstände als Empfehlungen hinsichtlich der oben angesprochenen Faktoren gegeben (vgl. ebd., 19). Die Interpretation des Körperfettanteils erfolgt alters- und geschlechtsspezifisch. In der Literatur wird der Normalwert für den KFA bei DEURENBERG (1998) bei Frauen mit 20 – 35 % und bei Männern mit 10 – 26 % je nach Altersdekade angegeben. Eine Differenzierung des Körperfettanteils weiblicher und männlicher Erwachsener zwischen 18 und 35 spiegelt Tab. 1 wider.

Tab. 1 Klassifikation des KFA bei weiblichen und männlichen Erwachsenen zwischen 18 und 30 Jahren (mod. nach DEURENBERG 1998 und BIESALSKI U.A. 1999)

Klassifikation	Körperfettanteil (KFA) in %	
	Weiblich	Männlich
Niedrig	< 20.0	< 8.0
Normal	20.0 – 29.0	8.10 – 19,9
Hoch (grenzwertig)	29.1 – 36.0	20.0 – 24,9
Zu hoch (Adipositas)	> 36.0	> 25.0

BURNIAT (1997, 136) merkt zudem an, dass der KFA bei Kindern und Jugendlichen mit zunehmendem Alter sinkt und sich mit Beendigung des Wachstums bei Mädchen zwischen 23 und 26 % und bei Jungen zwischen 10 und 14 % einpendelt.

### 2.2.3 Der Somatotyp

Neben den bereits genannten Diagnostikmöglichkeiten bietet die Somatotypbestimmung eine andere Herangehensweise an die Körperbauklassifizierung. Während die bisher aufgeführten Methoden nur einen Parameter des Körperbaus bzw. seiner Zusammensetzung betrachten, ermöglicht der Somatotyp einen ganzheitlichen Überblick über das „individuelle, körperliche Gesamterscheinungsbild“ (FIESEL, 2000,1).

„Somatotyping is a method for describing the human physique in terms of a number of traits that relate to body shape and composition“ (DUQUET/CARTER 2001, 47).

#### 2.2.3.1 Historische Entwicklung

Die Bestimmung des Somatotyps geht historisch auf die Methode von SHELDON/STEVEN/TUCKER aus dem Jahr 1940 zurück, die mit dem Werk „The Varieties of Human Physique“ ausschlaggebend für die weitere Entwicklung der Körperbauklassifizierung waren (vgl. DANNER 2000, DUQUET/CARTER 2001, CARTER/HEATH 2005). Basierend auf der Hypothese, dass die Einschätzung des Körperbaus mithilfe kontinuierlicher Skalen zwischen eins und sieben erfolgen kann, wurde eine dreidimensionale Darstellung mit den Komponenten Endomorphie, Mesomorphie und Ektomorphie eingeführt (vgl. ebd., 6 f.)

Die Annahme SHELDONS, dass der Somatotyp eines Menschen grundsätzlich genetisch vorgegeben und rigide ist, d.h. im Laufe des Lebens konstant und unveränderlich ist (vgl. DANNER 2000, 4), führte zu einer Reihe von kontroversen Reaktionen bzw. Kritikpunkten<sup>11</sup>. Im Folgenden gab es eine Vielzahl von Versuchen, diese für die Kinanthropometrie unattraktive Methode (vgl. DU-

---

<sup>11</sup> Eine detaillierte Aufzählung der Kritikpunkte ist DANNER 2000 zu entnehmen.

QUET/CARTER 2001, 47) zu modifizieren (vgl. DANNER 2000, DUQUET/CARTER 2001).

Besonders hervorzuheben haben sich dabei mit ihren Werken PARNELL sowie HEATH und CARTER (vgl. DANNER 2000, FIESEL 2000). Aus den jeweiligen Methoden von HEATH und CARTER unter Einfluss von PARNELL hat sich 1967 die Bestimmung des Somatotyps nach Heath-Carter entwickelt<sup>12</sup> (vgl. DUQUET/CARTER 2001, DANNER 2000), mit der sich in dieser Arbeit beschäftigt wird.

### 2.2.3.2 Der Heath-Carter-Somatotyp

Die bis heute gebräuchlichste Form der Somatotypbestimmung ist nach FIESEL (2000, 8) die von HEATH und CARTER vorgeschlagene Methode. DUQUET/CARTER (2001, 48) definieren den Somatotyp als „a quantified expression or description of the present morphological conformation of a person“. HEATH-CARTER differenzieren in Anlehnung an SHELDON die drei Komponenten Endo-, Meso- und Ektomorphie, die als dreistellige Zahl – durch einen Bindestrich miteinander verbunden – den individuellen Somatotyp repräsentieren (vgl. DANNER 2000, FIESEL 2000, DUQUET/CARTER 2001). Diese „3-Komponenten-Bewertung“ (ROSS U.A. 1989, 207) X-Y-Z wird auf einem zweidimensionalen Gitter als „Somatoplot“ (Somatografie) wiedergegeben (vgl. ROSS 1989, DANNER 2000) oder auch als Somatoplot im dreidimensionalen Raum verstanden (vgl. ROSS 1989, 207). Die einzelnen Komponenten werden folgendermaßen definiert (vgl. CARTER/HEATH 2005, DANNER 2000, DUQUET/CARTER 2001, FIESEL 2000, ROSS 1989):

X = Die Endomorphie ist die jeweils erstgenannte Komponente und beschreibt den relativen Körperfettanteil. Die Werte geben den Grad der relativen Adipositas wieder, der sich auf einem Kontinuum zwischen den bisher gemessenen Minima und Maxima befindet. Hohe Ratings spiegeln einen Körperbau mit hohem Fettanteil wider, die Werte weisen dementsprechend auf einen adipösen Zustand hin.

---

<sup>12</sup> Die wesentlichen Komponenten der jeweiligen Methoden werden in dieser Arbeit nicht beschrieben. Für einen differenzierten Vergleich wird auf die Arbeiten von CARTER-HEATH 2005, DANNER 2000 und FIESEL 2000 verwiesen.

- Y = Die zweite Komponente wird als Mesomorphie bezeichnet und gibt die relative muskuloskelettale Robustheit wieder. Niedrige Werte lassen auf einen leichten Knochenbau und ebenfalls geringe muskuläre Ausprägungen schließen. Hohe Einschätzungen weisen auf eine hohe fettfreie Körpermasse (lean body mass) in Relation zur Körperhöhe hin, wie sie oftmals bei durchtrainierten Athleten (z.B. Bodybuilder, Turner) zu sehen ist.
- Z = Als letzte der drei Anteile skizziert die Ektomorphie die relative Länge oder auch Streckung. Kleine, schwere Menschen, die relativ viel Körpermasse in Bezug auf ihre Körperhöhe besitzen, werden mit einem niedrigen Ektomorphiewert gemessen. Dementsprechend sind hohe Werte bei großen, schlanken Personen mit einem hohen „Körperhöhe-Gewichts-Verhältnis“ (FIESEL 2000, 9) (wenig Masse im Vergleich zur Körperhöhe) vorzufinden.

Im Gegensatz zum genotypischen Ansatz von SHELDON (vgl. CARTER/HEATH 2005, DUQUET/CARTER 2001) basiert der Heath-Carter-Somatotyp auf dem Phänotyp. Er beschreibt die aktuelle Körperform, von der konsequent auf die „body composition“ geschlossen werden kann (vgl. FIESEL 2000, 9). HEATH und CARTER unterscheiden drei Möglichkeiten zur Bestimmung des Somatotyps, den Weg der Photoskopie, die anthropometrische und die kombinierte Methode<sup>13</sup>. CARTER/HEATH (2005, 367) heben in diesem Zusammenhang hervor, dass das anthropometrische Verfahren das Mittel der Wahl ist, wenn eine Fotografie nicht zu bekommen ist. Bei Kindern und Personen mit Abweichungen in der Körperhöhe von 170,18 cm wird beim anthropometrischen Weg die „height-corrected“-Methode (CARTER 2002, 6) zur Bestimmung der Endomorphie präferiert (vgl. CARTER 2002, CARTER/HEATH 2005). Die „Bestimmung des anthropometrischen, körperhöhenkorrigierten Heath-Carter-Somatotyps“ (DANNER 2000, 8) erfolgt auf der Grundlage von zehn Messpunkten (vgl. CARTER 2002, CARTER/HEATH 2005, DUQUET/CARTER 2001): Größe, Gewicht, vier Hautfalten (im Bereich des M. triceps brachii, M. subscapularis, der spina iliaca anterior

---

<sup>13</sup> Da in dieser Arbeit lediglich das anthropometrische Verfahren seine Anwendung findet, wird für eine genaue Beschreibung der einzelnen Methoden auf CARTER/HEATH (2005) verwiesen.

superior und der medialen Wadenseite), zwei Knochenbreiten (Biepicondylen des Femurs und Humerus) sowie zwei Umfangmessungen (Oberarm und Wade). Die Berechnung erfolgt anhand eines Formblattes oder mittels mathematischer Formeln (vgl. FIESEL 2000,10 ff.)<sup>14</sup>. Für eine bessere Veranschaulichung des dreidimensionalen Somatotypwertes wird, wie bereits erwähnt, eine Somatokarte benutzt. Wie SHELDON greifen auch HEATH und CARTER zur Darstellung auf ein so genanntes „Reauleaux-Dreieck“ (ROSS U.A. 1989, 208) zurück (vgl. Abb. 10).

„The somatochart is the orthogonal projection of this three-coordinate system, parallel to the bisector of the three axes, on a two-dimensional plane.“ (DUQUET/CARTER 2001, 49).

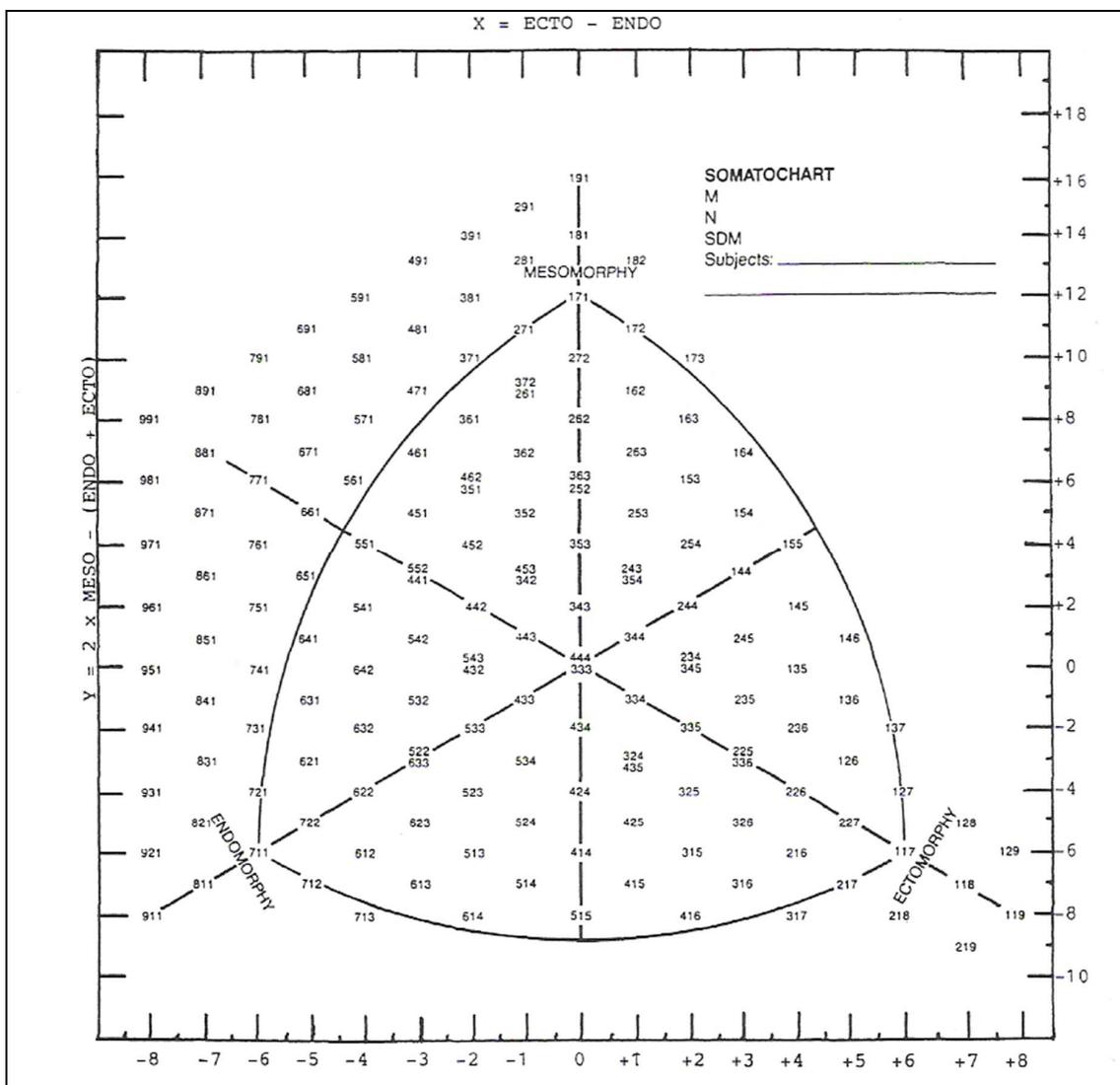


Abb. 10 Heath-Carter-Somatochart (aus: DUQUET/CARTER 2001, 56)

<sup>14</sup> Die genaue Darstellung der Methodik der Datenaufnahme und Bearbeitung erfolgt im Kapitel 3. Eine detaillierte Gegenüberstellung der zwei Bestimmungsmethoden wird in DANNER (2000), FIESEL (2000) ausgeführt.

CARTER/HEATH (2005, 405 f) legen weiterhin dar, dass es in diesem Koordinatensystem 13 Kategorien gibt, die zur weiteren Interpretation des individuellen Somatotyps dienen. Eine Person mit dem Somatotyp 3-5-2 wird als endomorph-mesomorph definiert, da die Mesomorphie dominant ist und die endomorphe Komponente größer ist als die ektomorphe (vgl. ebd. 406). Dieser Somatotyp ist demnach in der Somatochart nord-westlich zu finden (vgl. Abb. 11). Die Definitionen der weiteren 13 Kategorien sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

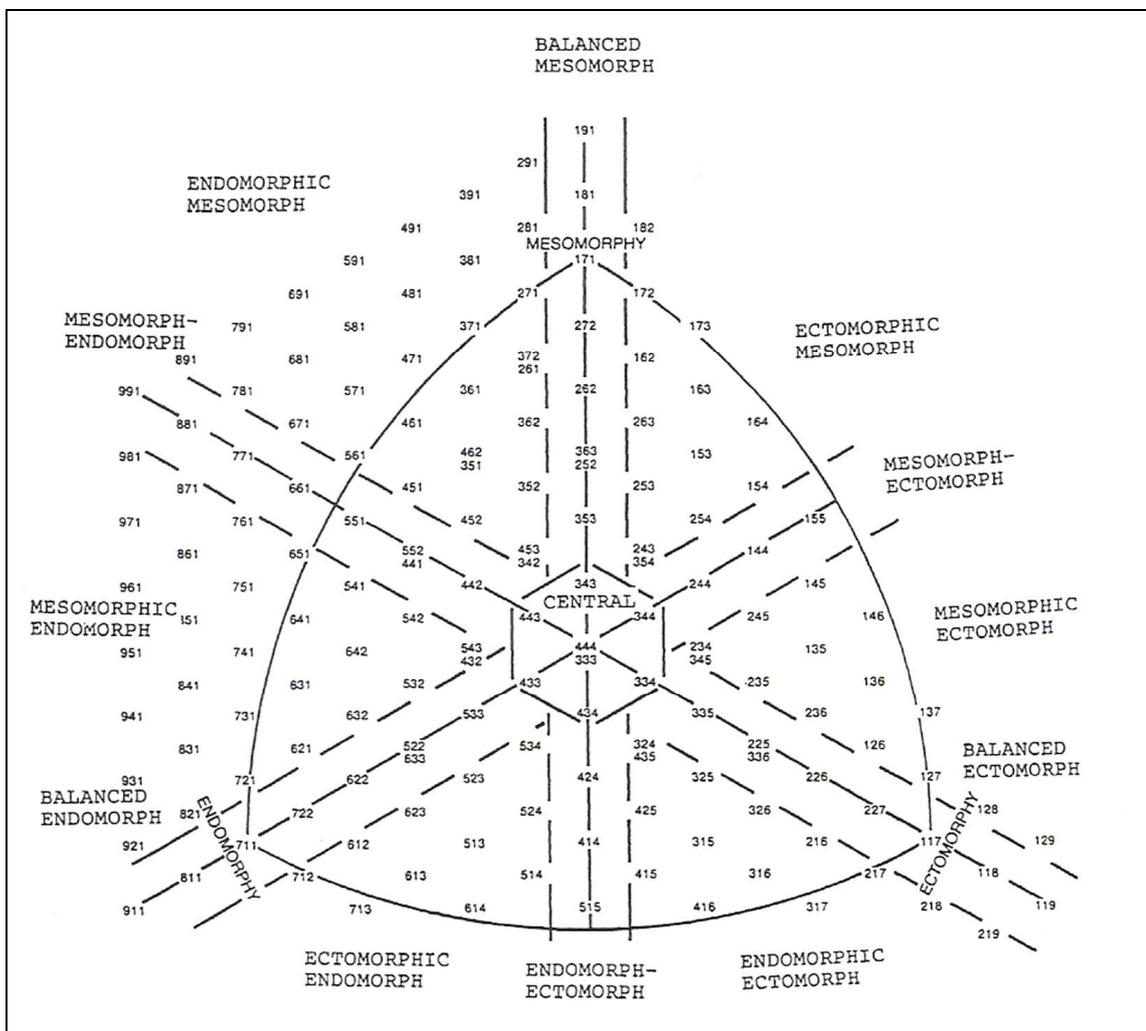


Abb. 11 Die Somatotyp Kategorien nach Heath-Carter (aus: DUQUET/CARTER 2001, 57)

Tab. 2 Definitionen der Somatotyp-Kategorien nach Heath/Carter (modifiziert nach CARTER/HEATH 2005, 406)

Somatotyp-Kategorie	Definition
Balanced endomorph	Endomorphy is dominant and mesomorphy and ectomorphy are equal (or not differ by more than one-half unit).
Mesomorphic endomorph	Endomorphy is dominant and mesomorphy is greater than ectomorphy.
Mesomorph-endomorph	Endomorphy and mesomorphy are equal (or not differ by more than one-half unit), and ectomorphy is smaller.
Endomorphic mesomorph	Mesomorphy is dominant and endomorphy is greater than ectomorphy.
Balanced mesomorph	Mesomorphy is dominant, endomorphy and ectomorphy are less and equal (or not differ by more than one-half unit).
Ectomorphic mesomorph	Mesomorphy is dominant and ectomorphy is greater than endomorphy.
Mesomorph-ectomorph	Mesomorphy and ectomorphy are equal (or not differ by more than one-half unit); and endomorphy is lower.
Mesomorphic ectomorph	Ectomorphy is dominant and mesomorphy is greater than endomorphy.
Balanced ectomorph	Ectomorphy is dominant; endomorphy and mesomorphy are equal and lower (or not differ by more than one-half unit).
Endomorphic ectomorph	Ectomorphy is dominant and endomorphy is greater than mesomorphy.
Endomorph-ectomorph	Endomorphy and ectomorphy are equal (or not differ by more than one-half unit); and mesomorphy is lower.
Ectomorphic endomorph	Endomorphy is dominant and ectomorphy is greater than mesomorphy.
Central	No component differs by more than one unit from the other two, and consists of ratings 2, 3, or 4.

Durch die Interpretation der drei Komponenten ist es möglich, Menschen mit gleicher Größe und gleichem Gewicht sowie dem daraus resultierenden identischen BMI hinsichtlich der Körperkonstitution zu unterscheiden. DUQUET/CARTER (2001, 51) veranschaulichen, dass zwei Männer mit einem jeweiligen Gewicht von 78 kg und der Größe von 1,75 denselben BMI von 25,5 haben, sich dennoch hinsichtlich ihrer „body composition“ deutlich unterscheiden können. So kann die Verteilung von Endo-, Meso- und Ektomorphie bei der einen Person 6-3-1 liegen. Die andere könnte bei 3-6-1 liegen. Erstgenannte hätte einen hohen Endomorphiewert und eine mesomorphe Ausprägung, entsprechend konträr fällt die Interpretation beim zweiten Individuum aus (vgl. ebd., 51).

### 2.2.3.3 Der Heath-Carter-Somatotyp verschiedener Sportarten

Der Heath-Carter-Somatotyp eignet sich im Gegensatz zum Body-Mass-Index gut, um die körperliche Konstitution eines Sportlers zu charakterisieren, Veränderungen durch Wachstum, Alter und Training festzuhalten und verschiedene Sportarten und Geschlechter voneinander zu separieren (vgl. DUQUET/CARTER 2001, 51). BROEKHOFF (1993, 10 f.) ordnet mit Verweis auf Studien von CARTER, männliche Spitzenturner bei 1.4-5.5-2.5 und weibliche bei 2.4-4.1-2.8 ein. DUQUET/CARTER (2001, 51) zeigen die Unterschiede von Bodybuildern (1-9-1) gegenüber Ausdauersportlern (Läufer 1-3-5) und Turnern (1-6-2). Auch KAWCZYK U.A. (1997) weisen in ihren Untersuchungen die unterschiedlichen Ausprägungen der drei Komponenten in den einzelnen Sportarten nach. Eine grafische Übersicht des zu erwartenden Somatotyps geben ROSS U.A. (1989) in Abb. 12.

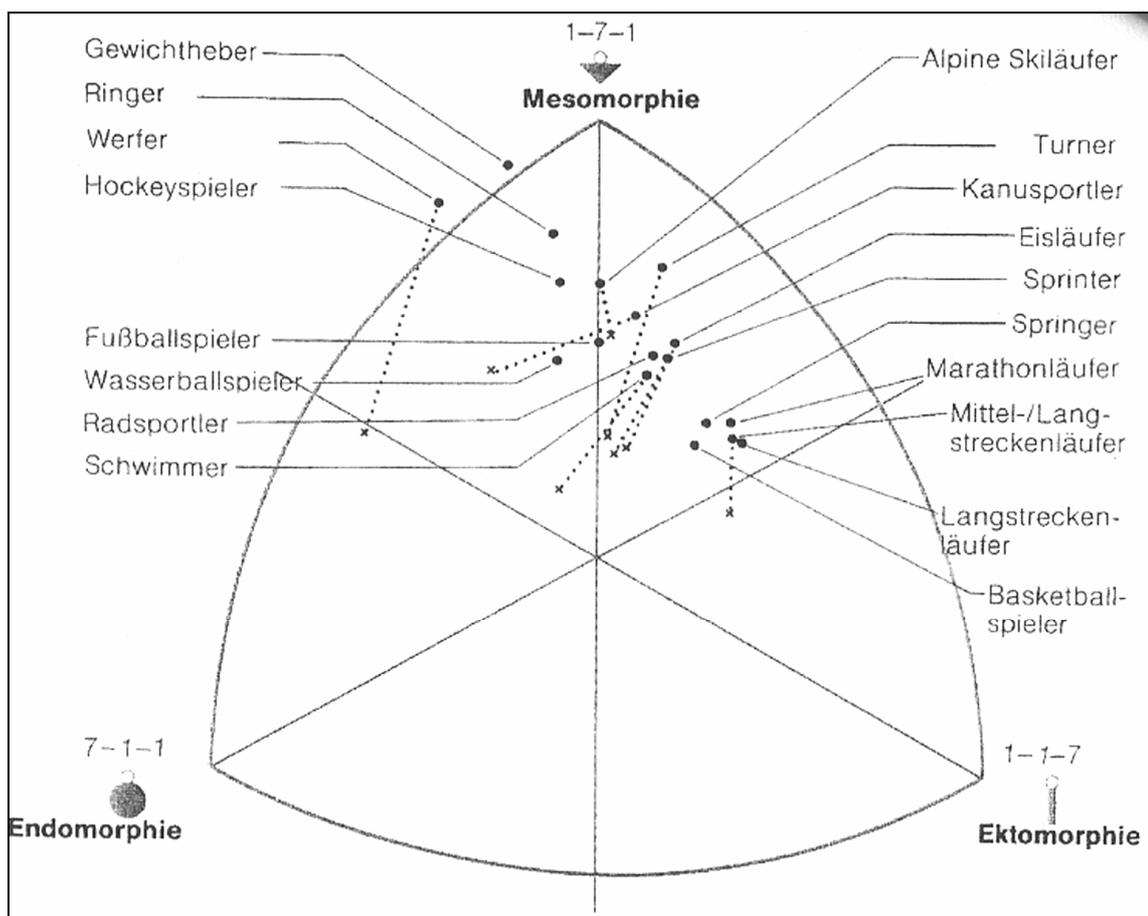


Abb. 12 Verteilung männlicher (•) und weiblicher (x) Athleten einzelner Sportarten auf der Somatochart (aus: ROSS U.A. 1989, 209)

Männliche Turner, Eisläufer und Sprinter sind beispielsweise mit einem hohen Mesomorphieanteil eher als „ectomorphic mesomorph“ einzustufen. Ihre weiblichen Pendanten liegen dagegen zentraler und gruppieren sich in die Kategorie „balanced mesomorph“ ein. Ausdauerathleten wie Mittel- oder Langstreckenläufer zeichnen sich durch einen höheren Ektomorphiewert aus. Sie finden sich auf der Somatochart in der Region „mesomorph ectomorph“ wieder. Wasserballer, Gewichtheber oder Werfer repräsentieren durch eine relativ hohe muskuloskeletale Robustheit und einen höheren relativen Körperfettanteil den nord-westlich gelegenen und als „endomorph mesomorph“ titulierten Sektor. Insgesamt lässt sich erkennen, dass der weibliche Sportler im Gegensatz zum männlichen Äquivalent eine höhere relative Adipositas aufweist. Gleichzeitig werden für diese Gruppe niedrigere Mesomorphiewerte dokumentiert.

## **2.3 Leistungsdiagnostische Verfahren**

### **2.3.1 Definition Leistungsdiagnostik**

Sportliche Leistung (vgl. Abb. 13) ist nach MARTIN (1991, 23) das Ergebnis einer sportlichen Handlung. Im Wettkampfsport findet das Ergebnis seinen Niederschlag in einer Maßzahl, die der Bewegungshandlung nach vorher festgelegten Regeln zugeordnet wird. Körperliche Leistungsfähigkeit kann definiert werden als eine Fülle von sportartspezifischen Bewegungsabläufen, die aus eigenem Willen ausgeführt werden. Diese beinhalten unterschiedliche Anteile an Haltungen in verschiedenen Gleichgewichtsformen. Zudem können Bewegungsabläufe auf ihre Qualität und Quantität weiter unterschieden werden (vgl. DE MARÉES 2002, 437). Mithilfe der Leistungsdiagnostik lassen sich gezielt körperliche Stärken und Defizite sichtbar und vergleichbar machen. Das Feststellen des genauen Trainingszustandes ist die Voraussetzung für ein zielgerichtetes Training. So sagt BARTONIETZ (1992, 12), dass eine wirksame Trainingssteuerung zuverlässige Testwerte voraussetzt. Leistungsdiagnostik beinhaltet, dass der sportliche Leistungsstand erkannt und benannt werden muss (vgl. RÖTHIG 2003). WEINECK (2002, 51) deutet darauf hin, dass eine gezielte Trainingssteuerung erst durch die Kombination von Leistungsdiagnostik und Trainingsplanung möglich ist. In Anlehnung an GROSSER/NEUMAIER (1988, 19) unterscheidet

WEINECK die leistungsdiagnostischen Methoden Befragung, Beobachtung, sportmotorischer Test sowie sportpsychologische, sportmedizinische, funktionell anatomische und biomechanische Verfahren.

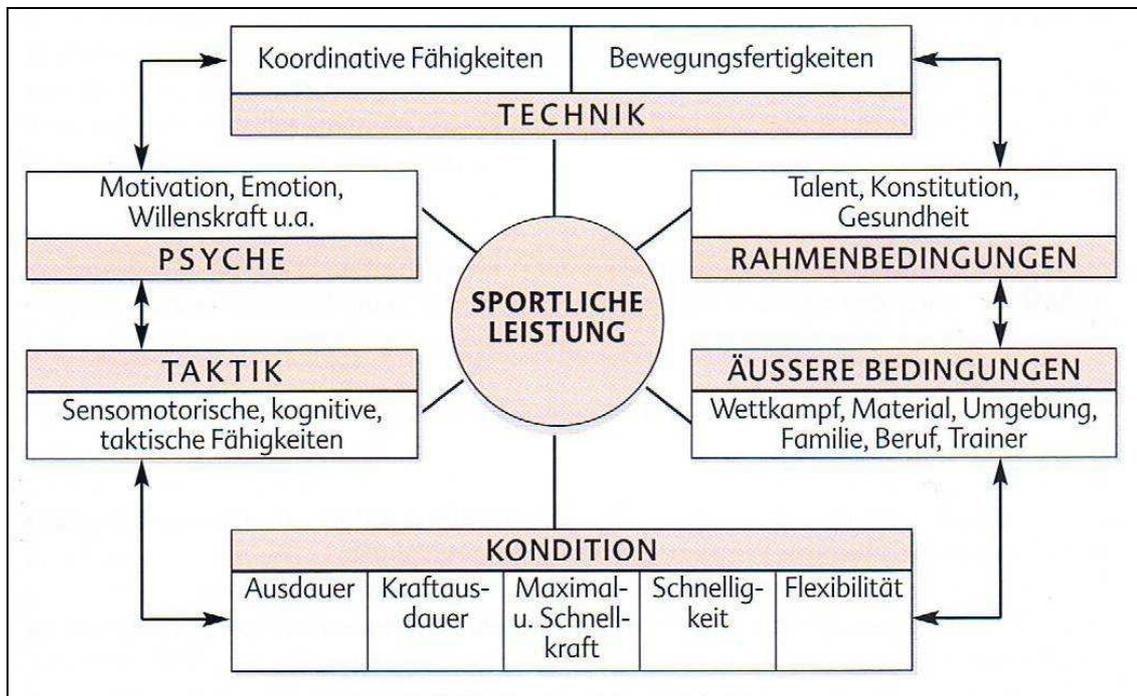


Abb. 13 Einflussfaktoren auf die sportliche Leistung (modifiziert nach GROSSER 1986, aus: PEILER/PEILER 2006, 41)

FÖHRENBACH (2006, 1) betont die gesetzmäßigen Wechselwirkungen, die eine sportwissenschaftliche Leistungsdiagnostik zur Aufgabe hat. Hier sind sowohl externe Größen wie Trainingsumfang, -intensität, -häufigkeit und Art der Belastung als auch interne Faktoren wie biochemische, morphologische und physiologische Adaptationen zu analysieren.

Da im Fortgang der Arbeit sportmotorische Testverfahren als Mittel der Leistungsdiagnostik eine besondere Beachtung finden, gilt es diese zuvor genauer zu kennzeichnen (vgl. auch Tab. 3). ZIMMER (1999, 5) stellt heraus, dass in der Literatur übereinstimmende Auffassungen bezüglich der Definition von sportmotorischen Testverfahren vorherrschen. Er bezieht sich hierbei auf BALLREICH (1970), der festhält, dass sportmotorische Testverfahren definiert sind als

„[...] ein unter Standardbedingungen durchführbares Verfahren zur Untersuchung eines oder mehrerer empirisch abgrenzbarer Merkmale des individuellen motorischen Eigenschafts-, des sportmotorisch-taktischen Fertigkeiteniveaus mit dem Ziel einer möglichst quantitativen Aussage über den relativen Grad der individuellen Merkmalsausprägung“ (BALLREICH 1970, 16 f.).

Tab. 3 Testformen und ihre Anwendungsmöglichkeiten (aus: MEINEL/SCHNABEL 1998, 356)

Typ	Dimensionalität	Strukturmerkmale	Beispiele
<b>Einzeltest:</b> Elementarer Einaufgabentest	eine Fähigkeit oder ein Aspekt einer Fähigkeit	eine Testaufgabe, ein Testendwert	Gleichgewichtstest (nach FLEISCHMANN), Koppeln (nach KIRCHEIS), Tremometertest, Rhythmusresistenztest, Zielhüpfen, Winkelreproduzieren
Lerntest	eine Fähigkeit oder Aspekte einer Fähigkeit	eine oder mehrere Testaufgaben, ein Testendwert/Pädagogisierungsphase	Allgemeiner Lerntest 1 (nach RAUCHMAUL)
Testserie	eine Fähigkeit oder Aspekte einer Fähigkeit	eine Testaufgabe mit Variationen oder mehrere Aufgaben in der Schwierigkeit ansteigend, ein Testwert	Kopplungstest (nach ZIMMER)
<b>Komplextest:</b> Komplexer Einaufgabentest	mehrere Fähigkeiten oder Aspekte einer Fähigkeit	eine Testaufgabe, mehrere Testendwerte	Strecksprungtest
Mehrfachaufgaben-test	mehrere Fähigkeiten oder Aspekte einer Fähigkeit	mehrere Testaufgaben fortlaufend absolviert, mehrere Testendwerte	Vielfachreaktionstest (nach RAUCHMAUL)
Testprofil	mehrere Fähigkeiten oder Aspekte einer Fähigkeit	mehrere Tests, mehrere Testendwerte	Koordinationsstern (nach HIRTZ)
Testbatterie	mehrere Fähigkeiten oder Aspekte einer Fähigkeit	mehrere Tests, ein Testendwert	TB für motorische Lernfähigkeit (nach HERZBERG)

Leistungsdiagnostik, Entwicklungsdiagnostik, Prognose von Eignung und Talent, Dimensionsanalyse und experimentelle Aufgabenbereiche sind gemäß Bös (1987, 41) Gegenstand sportmotorischer Tests. GROSSER/NEUMAIER (1988, 73) weisen auf den Unterschied zwischen sportmotorischen Tests und Kontrollwettkämpfen/Testwettkämpfen hin. Beide Verfahren zur Leistungsüberprüfung lassen sich streng genommen nicht miteinander vergleichen, sondern lediglich Rückschlüsse zu, ob die komplexe Leistung besser oder schlechter ist als bei vorhergegangenen Kontrollwettkämpfen.

Leistungsdiagnostische und sportmotorische Testverfahren unterliegen nach LIENERT/RAATZ (1998 7 ff.) bestimmten Gütekriterien. Als Hauptgütekriterien gelten Objektivität, Validität und Reliabilität. Zusätzlich sollten die Testverfahren nützlich, vergleichbar, normiert und ökonomisch sein. WEINECK (2002, 51 f.) definiert in Anlehnung an GROSSER/STARISCHKA (1986, 12) das Hauptkriterium Objektivität als Grad der Unabhängigkeit der Testleistung von der untersuchenden, auswertenden und beurteilenden Person. Validität oder auch Gültigkeit gibt an, ob der Test gemäß der Fragestellung genügend erfasst hat. Reliabilität bzw. Zuverlässigkeit sagt etwas über die Genauigkeit eines Tests aus. Das wichtigste Kriterium ist hierbei die Messgenauigkeit. Nach FETZ/KORNEXL (1993, 13) sind Tests nützlich, wenn sie Merkmale der Persönlichkeit messen, für deren Kenntnis ein praktisches Bedürfnis existiert. Vergleichbar sind Tests erst dann, wenn es parallele Untersuchungen gibt, die aufgrund ähnlich gelagerter Fragestellungen valide sind (vgl. LIENERT/RAATZ 1998, 12).

Ein Test wird nach WEINECK (2002, 53) als normiert bezeichnet, wenn Erkenntnisse vorhanden sind, die als Bezugsgrößen für die individuelle Einordnung des Testresultats dienen können. WYDRA (2006, 223 ff.) differenziert bei Normen zusätzlich zwischen Majoritäts-, Minimal-, Optimal- und Spezialnormen. Er betrachtet den Begriff Norm als deskriptive wie auch als normative Größe. Er erklärt weiter, dass Normwerte als Beschreibungsgröße an repräsentativen Stichproben erhoben werden sollten. Entsprechende sportmotorische Testdaten gibt es bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht. Damit ein Test als ökonomisch bezeichnet werden kann, sollte er in einer kurzen Zeit, mit wenig Testmaterial, leicht und als Gruppentest durchzuführen sowie ohne großen Rechenaufwand auszuwerten sein (vgl. GROSSER/STARISCHKA (1986, 14).

### **2.3.2 Leistungsdiagnostik der konditionellen Fähigkeiten**

Die konditionellen Fähigkeiten (vgl. Abb. 14) lassen sich als Grundlagen für sportliche Leistungsfähigkeit betrachten. Das Konditionstraining ist ein fundamentaler Bestandteil des Trainings fast aller Sportarten. Ausdauer und Kraft sind den konditionellen Fähigkeiten direkt zuzuordnen, Beweglichkeit und

Schnelligkeit als motorische Fähigkeiten können den konditionellen und koordinativen Fähigkeiten als Mischform zugewiesen werden.

„Konditionelle Fähigkeiten kennzeichnen individuelle Differenzen im Niveau der Systeme der Energiebereitstellung und Energieübertragung. Ihrem Fähigkeitscharakter entsprechend repräsentieren sie jeweils technikübergreifende Leistungsvoraussetzungen“ (ROTH 1999, 242).

EL NAIEM HASSAN (2003, 23) unterscheidet bei den konditionellen Fähigkeiten zwischen allgemeinen und spezifischen Grundlagen für Sportler. Unterschiedliche Sportarten haben verschiedene Anforderungsprofile, an denen sich die konditionellen Fähigkeiten orientieren. Eigenschaften wie Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit und Schnelligkeit als Basis fast aller Sportarten zählt er zu den allgemeinen konditionellen Fähigkeiten, die erst durch ihren Ausprägungsgrad den spezifischen konditionellen Fähigkeiten in allen Sportarten zuzuordnen seien. GROSSER U.A. (2001, 7) sehen den Konditionsbegriff als Summe der körperlichen Fähigkeiten Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit und Flexibilität. Ihrer Meinung nach werden sie durch Bewegungsfertigkeiten/-techniken und durch Persönlichkeitseigenschaften umgesetzt.

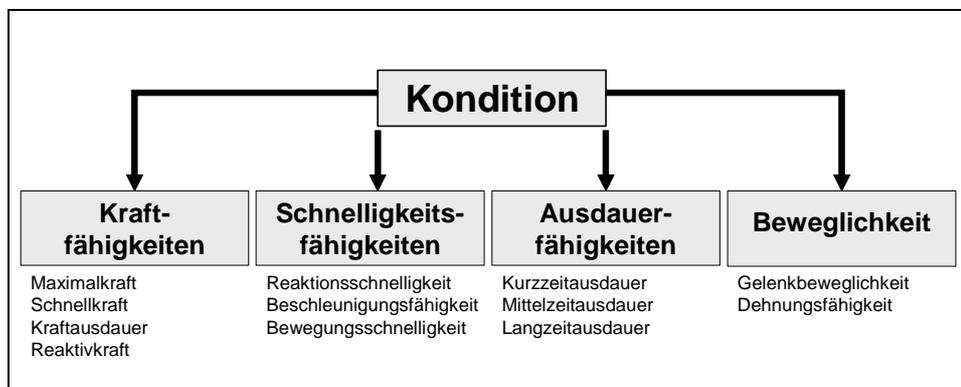


Abb. 14 Modell zur Ausdifferenzierung der Kraft-, Schnelligkeits- sowie Ausdauerfähigkeiten und der Beweglichkeit (modifiziert nach: EL NAIEM HASSAN 2003, 12)

### 2.3.2.1 Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit

Die Fähigkeit, eine bestimmte muskuläre Leistung über einen längeren Zeitraum erbringen zu können, wird als Ausdauer bezeichnet (vgl. DE MARÉES 2002). Ausdauer ist zudem die Fähigkeit, ermüdungswiderstandsfähig zu sein und sich schnell wieder erholen zu können (vgl. GROSSER U.A. 2001). Je nach

Anteil der beteiligten Muskulatur ist zwischen lokaler und allgemeiner Ausdauer zu differenzieren. Ausdauer kann aber auch in zeitliche Kriterien als Kurz-, Mittel- und Langzeitausdauer unterteilt werden. WEINECK (2002, 141) erwähnt ergänzend die aerobe und anaerobe Ausdauer unter dem Aspekt der muskulären Energiebereitstellung sowie die Kraft-, Schnellkraft- und Schnelligkeitsausdauer unter dem Aspekt der beteiligten motorischen Hauptbeanspruchungsformen.

### **Allgemeine Ausdauer/Grundlagenausdauer**

Sobald mindestens ein Sechstel der gesamten Muskelmasse über einen längeren Zeitraum Belastungen ausgesetzt ist, spricht man von Grundlagen- oder allgemeiner Ausdauer (vgl. FIEHN/FROBÖSE 2003, 27). Die Grundlagenausdauer ist die Basis, um weitere Fähigkeiten zu entwickeln (PEILER/PEILER 2006, 51).

### **Spezielle Ausdauer**

Verschiedene Sportarten zeichnen sich durch unterschiedliche Belastungen aus. Die spezielle Ausdauer entsteht aus der individuellen Anpassung an die Belastung.

### **Lokale Ausdauer**

Sobald weniger als ein Sechstel der gesamten Muskelmasse über einen längeren Zeitraum Belastungen ausgesetzt ist, spricht man von lokaler Ausdauer.

### **Kurzzeitausdauer**

Belastungen in einem Zeitraum von ca. 35 Sekunden bis zwei Minuten werden als Kurzzeitausdauer bezeichnet. Diese spezifische Ausdauer kommt bei zyklischen Sportarten mit entsprechender Wettkampfdauer vor (vgl. GROSSER U.A. 2001, 113).

### **Mittelzeitausdauer**

Belastungen in einem Zeitraum von zwei bis zehn Minuten gelten als Mittelzeitausdauer. Diese spezifische Ausdauer kommt bei zyklischen Sportarten mit entsprechender Wettkampfdauer vor (vgl. ebd., 113).

### **Langzeitausdauer**

Belastungen in einem Zeitraum von mehr als zehn Minuten werden als Langzeitausdauer bezeichnet. Diese spezifische Ausdauer kommt bei zyklischen Sportarten mit entsprechender Wettkampfdauer vor (vgl. ebd., 113).

### **Aerobe Ausdauer**

Bei der aeroben Ausdauer reicht der Sauerstoff aus der Atemluft zur Energiegewinnung. EL NAIEM HASSAN (2003, 20 f.) weist zusätzlich auf eine Differenzierung zwischen dynamisch aerober und statisch aerober Ausdauer hin. Erst genannte Ausdauer definiert er wie folgt:

„Unter dynamischer aerober Ausdauer versteht man die Ermüdungswiderstandsfähigkeiten bei dynamischer Arbeit unter Einsatz von mehr als 1/6 bis 1/7 der gesamten Skelettmuskulatur und von 50 % maximaler Kreislaufbelastungsfähigkeit unter einer Belastungsfähigkeit zwischen 3 und 5 Minuten.“ (EL NAIEM HASSAN 2003, 20 f.)

Die statisch aerobe Ausdauer bezeichnet nach JONATH/KREMPEL (1981, 23) die Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei statischer Arbeit. Die Maximalkraft wird mit weniger als 15 % ausgeschöpft.

### **Anaerobe Ausdauer**

Bei der anaeroben Ausdauer reicht der Sauerstoff aus der Atemluft zur Energiegewinnung nicht mehr aus, da die Belastungsintensität zu hoch ist und die Energie anoxydativ gewonnen werden muss (vgl. WEINECK 2002, 142). Von dynamisch anaerober Belastung wird bei maximaler Schnelligkeitsintensität, von statisch aerober Ausdauer bei andauernden Leistungen kleiner Muskelgruppen gesprochen (vgl. JONATH/KREMPEL 1981, 25).

### **Kraftausdauer<sup>15</sup>**

Möglichst gleiche Kraftstöße, die in einer bestimmten Wiederholungsanzahl innerhalb eines definierten Zeitraums gezeigt werden sollen, erfordern die Fähigkeit der Kraftausdauer (vgl. FIEHN/FROBÖSE 2003, 27).

---

<sup>15</sup> Die Mischform Kraftausdauer als Bestandteil der Kraft wie auch der Ausdauer wird genauer im Kapitel 2.3.2.3 zur Bestimmung der Krafftähigkeit erklärt.

### Schnellkraftausdauer

Der DOSB (2007) definiert die Schnellkraftausdauer als Fähigkeit, wiederholte schnellkräftige Arm- beziehungsweise Beinbewegungen oder Rumpfbewegungen durchführen zu können.

### Schnelligkeitsausdauer

Schnelligkeitsausdauer ist die Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei submaximalen Bewegungsgeschwindigkeiten (vgl. GROSSER U.A. 2001, 117). In der Literatur existiert eine Fülle von Testverfahren zur Bestimmung der Ausdauerfähigkeit. Bös (2001, 258 ff.) hat eine Auswahl an Ausdauertests in nachstehender Übersicht (vgl. Tab. 4) gesammelt.

#### 2.3.2.2 Testverfahren zur Erfassung der Ausdauer

Da die Ausdauer im Fortgang der Arbeit nur eine marginale Bedeutung hat, werden die Testverfahren zur Orientierung nur gelistet.

Tab. 4 Tests zur Erfassung der Ausdauer (aus: Bös 2001, 258 ff.)

Verfahren	Art des Verfahrens	Ziel	Quelle
Spiroergometrie	Labortest auf Laufband- oder Fahrradergometer, Spirometrie auch im Feldtest möglich	Bestimmung der maximalen Sauerstoffaufnahme-fähigkeit	ROST/H- OLLMANN 1984, HOLL- MANN/H- ETTIN- GER 2000, ACSM 1994
Belastungsuntersuchung mit EKG	Labortest auf Fahrradergometer (selten auf Laufband)	Bestimmung der individuellen Belastbarkeit in Watt, Beobachtungen/ Ermittlung von pathologischen Herz-Kreislaufreaktionen (z.B. Sauerstoffmangelversorgung des Herzens, Rhythmusstörungen etc.)	z.B.: ROST/ HOLL- MANN 1984, BADTKE 1989, HOLL- MANN/ HETTIN- GER 1990, ACSM 1994
Ergometrie auf Laufband oder Fahrradergometer, ansteigende	Verfahren zur Ermittlung der maximalen Leistungsfähigkeit	Erfassung maximaler Wattbelastungen oder Laufgeschwindigkeiten.	z.B. ROST/ HOLL-

Belastungsuntersuchung		Über die Bestimmung von Stoffwechselgrößen (Laktat) kann indirekt auf die max. Sauerstoffaufnahmen geschlossen werden.	MANN 1984, BADTKE 1989
Feldstufentest	Feldtest mit stufenförmig ansteigendem Belastungsprotokoll	Ermittlung der maximalen Leistungsfähigkeit unter sportartspezifischen Bedingungen (z.B. Laufen, Schwimmen, Radfahren). Über die Bestimmung von Stoffwechselgrößen (Laktat) kann indirekt auf die max. Sauerstoffaufnahmen geschlossen werden.	z.B. ROST/HOLLMANN 1984
Einfache Fahrradergometrie zur Bestimmung der Physical Work Capacity (PWC)	Submaximaler Test zur Ermittlung der Herz-Kreislauf-Arbeitskapazität bei Puls 170 bzw. 150	Beurteilung der erbrachten Leistung bei einer gegebenen Herzfrequenz, Vergleich zu Normdaten möglich	z.B.: WAHLUND 1949, ROST/HOLLMANN 1984, SCHWABERGER ET AL. 1985
YMCA Fahrradergometrie	Submaximaler Stufentest zur Ermittlung der Sauerstoffaufnahmekapazität	Beurteilung der Herzfrequenzen bei gegebenen individuellen Belastungsstufen	ACSM 1994
Ergometrie nach Åstrand-Ryhming	Submaximaler Test zur Ermittlung der Sauerstoffaufnahmekapazität	Beurteilung der Herzfrequenz auf einer 6-minütigen individuellen Belastungsstufe	ÅSTRAND/RYHMING 1954
Zwei-Phasen-Test	Ergometrisches Verfahren auf Laufband oder Fahrradergometer	Bestimmung der anaeroben Kapazität	SZÖGY 1984, 1987
Submaximaler Laufbandtest – Bruce-Protokoll	Submaximaler Test zur Ermittlung der Sauerstoffaufnahmekapazität. Laufbandsteigerung und Geschwindigkeit werden alle drei Minuten bis zum Erreichen von 85% der max. individuellen Herzfrequenz gesteigert.	Die Sauerstoffaufnahmekapazität wird aus der bis zum Belastungsabbruch erbrachten Leistung geschätzt.	ACSM 1994
Submaximaler Laufbandtest – Balke-Protokoll	Submaximaler Test zur Ermittlung der Sauerstoffaufnahmekapazität. Die Laufbandsteigerung wird bei konstanter Geschwindigkeit (3.3 mph) jede Minute bis zum Erreichen von 85 % der max. individuellen Herzfrequenz um 1 % erhöht.	Die Sauerstoffaufnahmekapazität wird aus der bis zum Belastungsabbruch erbrachten Leistung geschätzt.	ACSM 1994
Kletterstufentest	Ergometrisches Verfahren mit ansteigendem Belastungsprotokoll, Ablei-	Testverfahren zur Ermittlung der individuellen Belastbarkeit	KALTENBACH 1974

	tung eines Belastungs-EKG möglich		
Harvard-Stepstest	Einfaches Testverfahren zur Abschätzung der Ausdauerleistungsfähigkeit	Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit mithilfe von Belastungszeit und Erholungsherzfrequenz	BROUHA, GRAY-BIEL/HEATH 1943
Step-Test	Einfaches Testverfahren zur Abschätzung der Ausdauerleistungsfähigkeit	Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit mithilfe von Belastungszeit und Erholungsherzfrequenz	FOX 1973, MCARDLE/CATCH 1986
Step-Test nach Ruffier	Einfaches Testverfahren zur Abschätzung der Ausdauerleistungsfähigkeit	Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit (Leistungsindex) aus Ruhe-, Belastungs- und Erholungsherzfrequenz	IWANOF/BEUKER 1971, BEUKER 1976
Walking-Test	Submaximaler Feldtest	Erfassung der allgemeinen Ausdauerleistungsfähigkeit über die bei zweikilometer Gehen erreichte Zeit und Herzfrequenz	UKK-INSTITUT IN TAMPERE, LAUKANEN/HYNINEN 1991, LAUKKANEN ET AL. 1993
Cooper-Test	Maximaler Feldtest	Beurteilung der Ausdauer über die in 12 Minuten maximal zurückgelegte Strecke	COOPER 1980, 1994
Sechs Minuten-Lauf	Maximaler Feldtest	Beurteilung der Ausdauer über die in 6 Minuten maximal zurückgelegte Strecke	BÖS/M-ECHLING 1983
IPN-Ausdauerstest	Submaximaler Test auf dem Fahrradergometer	Der IPN-Ausdauerstest soll anhand eines individuell bestimmten Belastungssolls (Norm-Soll-Leistungstabelle) die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit ermitteln	LAGERSTRØM/TRUNZ 1997
No exercise Fitness-Test (N-ex Test): Verfahren zur Messung der aeroben Leistungsfähigkeit auf der Basis von subjektiven Einschätzungen der Testpersonen (JACKSON ET AL. 1990).			

FETZ/KORNEXL (1993, 59 ff.) haben ähnlich wie Bös (2001) motorische Ausdauerstests gesammelt. Erwähnung findet der Ausdauerlauf über Distanzen von 600 bis 1500 Metern. Der Ausdauerlauf dient zur Überprüfung der anaeroben und aeroben Ausdauer. Der bereits bei Bös (2001) dargestellte Coopertest beansprucht die gleichen motorischen Eigenschaften wie der Ausdauerlauf. Zum

Testen der allgemeinen motorischen Ausdauer und lokalen Muskelausdauer nennen FETZ/KORNEXL (1993, 62) die sportartspezifische Dauerbelastung. Zum Überprüfen der Schnelligkeitsausdauer bzw. des Stehvermögens eignet sich der Sprint über 100 bis 400 Meter sowie der sportartspezifische Vergleich zwischen Sprint- und Mittelstrecken (vgl. ebd. 1993, 63). Der CONCONI-Test findet vorrangig Verwendung bei der Feststellung der anaeroben Schwelle (vgl. ebd. 1993, 64). Ist es beabsichtigt, die lokale Ausdauer zu testen, bietet sich der Beugehang z.B. am Reck, die Vorhalte oder das Anheben der Beine im Hang z.B. an der Sprossenwand, der Schwebesitz am Boden oder auch Kniebeugen an (vgl. ebd. 1993, 65ff.).

### **2.3.2.3 Bestimmung der Kraftfähigkeit**

Physikalisch gesehen ist Kraft das Produkt aus Masse mal Beschleunigung. Gemessen wird die Kraft in der Einheit Newton [N] (vgl. PREIß 1996, 65 ff.). Im biologischen Sinne ist Kraft die Fähigkeit des Organismus, mit Muskelaktionen Widerstände durch konzentrische Kontraktion zu überwinden, ihnen mit exzentrischer Kontraktion entgegenzuwirken oder sie mithilfe isometrischer Kontraktion zu halten. Nach NETT (1964) ist die Kraftfähigkeit grundlegend in die drei Bereiche Maximalkraft, Schnellkraft und Kraftausdauer zu untergliedern. Diese auf das Jahr 1964 zurückgehende Einteilung ist auch heute noch zutreffend, wird aber weiter differenziert. EHLENZ U.A. (1998, 66) ergänzen diese Subkategorien der Kraft um die Reaktivkraft. Diese Vierteilung der Kraft stützen auch BOECK-BEHRENS/BUSKIES (2001, 37) und MARTIN U.A. (1993, 102). Maximalkraft, Schnellkraft, Reaktivkraft und Kraftausdauer (vgl. Tab. 5) sind aber nicht gleichwertig zu betrachten. Die Maximalkraft ist als Grundlage für Schnellkraft und Kraftausdauer anzusehen. Eine verbesserte Maximalkraft wirkt sich somit auch auf eine höhere Schnellkraft und Kraftausdauer aus (vgl. GÜLLICH/SCHMIDTBLEICHER 1999, 224).

Tab. 5 Hierarchische Gliederung der Kraft in verschiedene Kraftarten und ihre Komponenten aus: GROSSER U.A. 2001, 41)

Basisfähigkeit	Maximalkraft		
	Schnellkraft (statisch, konzentrisch)	Reaktivkraft (exzentrisch-konzentrisch)	Kraftausdauer (statisch, dynamisch)
Subkategorien			
Komponenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximalkraft</li> <li>• Explosivkraft</li> <li>• Startkraft</li> <li>• muskuläre Leistungsfähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximalkraft</li> <li>• Explosivkraft</li> <li>• Startkraft</li> <li>• reaktive Spannungsfähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximalkraft</li> <li>• anaerob-alaktazider Stoffwechsel</li> <li>• anaerob-laktazider Stoffwechsel</li> <li>• aerob-glykolytischer Stoffwechsel</li> </ul>

Die Krafftätigkeit als motorische Hauptbeanspruchungsform nimmt nach DE MARÉES (2002, 186) einen besonderen Stellenwert ein:

„Unbestritten ist, daß der Kraft im motorischen Beanspruchungsprofil eine hervorgehobene Bedeutung zukommt: Weder eine primär auf Ausdauer noch eine auf Koordination, Flexibilität oder gar Schnelligkeit basierende Motorik läßt sich ohne bewegungserzeugende Kraftkomponenten verwirklichen.“

Kraft hat somit Einfluss auf ein breites Spektrum der menschlichen Motorik und tritt in der Praxis in verschiedenen Bereichen in Erscheinung. KLEINÖDER (2004, 58) betont in Anlehnung an WEINECK (2003) Wortkonstruktionen, die in der Trainingspraxis die Mischform der Kraft zum Ausdruck bringen sollen, und nennt hier die Reaktivkraftausdauer, Kraftschnelligkeit oder auch die Kraftausdauer. Er führt weiter die gemischten Arbeitsweisen der Kraft aus, die sich dynamisch und isometrisch bei hohen Lasten aufeinander zubewegen.

### Maximalkraft

Die größte Kraft, die das Nerv-Muskel-System willkürlich erzeugen kann, bezeichnet man als Maximalkraft (vgl. GÜLLICH/SCHMIDTBLEICHER 1999, 224). Neben der Rekrutierungs-/Frequenzierungsfähigkeit, der Faserzusammensetzung der Muskulatur und der Gelenkstellung, ist die Maximalkraft zusätzlich von der Motivation des Trainierenden abhängig (FROBÖSE/FIEHN 2003, 59 f.). Die Maximalkraft lässt sich in statische und dynamische Maximalkraft unterteilen. Als statisch bzw. isometrisch wird die Maximalkraft bezeichnet, wenn sie gegen ei-

nen unüberwindbaren Widerstand aufgebracht wird (vgl. WEINECK 2002, 238). Die dynamische Kraft unterscheidet sich nach KNUTTGEN/KOMI (1994, 16) in konzentrische und exzentrische Kraft. Diese Dreiteilung der muskulären Aktionsformen mit unveränderter, ab- und zunehmender Muskellänge stützen auch MARTIN U.A. (1993, 102). Isometrische Maximalkraft wird an einem unüberwindlichen äußeren Widerstand dynamometrisch gemessen (vgl. KROEMER/MARRAS 1980). Im Sinne eines One-Repetition-Maximums (1-RM) drückt die dynamische Maximalkraft die Fähigkeit unter festgelegten Arbeitsbedingungen aus, eine Last genau einmal heben bzw. bewegen zu können (vgl. KRAEMER/FRY 1995; STONE/O'BRYANT 1987). Konzentrische Maximalkraft bedeutet, dass die zu bewältigende Last nur mit Mühe bewegt werden kann und sich die Kraftwerte etwa fünf bis 20 Prozent unter den isometrischen Werten befinden. Je nach Trainingszustand nähern sich isometrische und konzentrische Maximalkraftwerte an (vgl. MARTIN U.A. 1993, 102). GROSSER U.A (2001, 42) betrachten die Begrifflichkeit der konzentrischen Maximalkraft als unsinnig, da die maximale konzentrische Kraft von der Verkürzungsgeschwindigkeit der Muskulatur abhängt. Sie bevorzugen den Begriff der muskulären Leistung an Stelle der konzentrischen Maximalkraft. Bei der exzentrischen Kontraktion wird der Muskel während einer maximalen Kontraktion gedehnt. Dieses Kraftmaximum liegt fünf bis 40 Prozent höher als die isometrische Maximalkraft (vgl. ebd. 2001, 42). Die höchstmögliche Kraft, die der Organismus leisten kann, ist die Absolutkraft, die sich aus der Maximalkraft und der autonom geschützten Reserve zusammensetzt (vgl. BOECK-BEHRENS/BUSKIES 2001, 35). Letztgenannte Reserve kann der Mensch nur in Extremsituationen, z. B. unter Todesangst, zusätzlich aktivieren (vgl. WEINECK 2002, 237).

### **Schnellkraft**

Schnellkraft ist die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, Widerstände mit möglichst hoher Kontraktionsgeschwindigkeit in der zur Verfügung stehenden Zeit zu überwinden (vgl. SCHMIDTBLEICHER 1987, 358). Körperteile wie Arme oder Beine, Gegenstände wie Speere oder Kugeln können demzufolge in möglichst kurzer Zeit maximal beschleunigt werden. Die maßgebliche Größe für die Geschwindigkeit des physikalischen Körpers ist der Impuls [ $\text{kg} \times \text{m/s}$ ]. Der Anstieg und das Maximum der Kraft sowie die Impulsdauer kennzeichnen den Im-

puls (vgl. SCHMIDTBLEICHER 1987a). Nach BÜHRLE (1985, 104) setzt sich die Schnellkraftfähigkeit aus den Komponenten Maximalkraft, Schnelligkeit und Explosivkraft zusammen und resultiert aus den Steigerungswerten einer Kraft-Zeit-Kurve (vgl. Abb. 15). Als Explosivkraft wird die Fähigkeit bezeichnet, einen möglichst steilen Kraftanstieg zu erzeugen (SCHEID/PROHL 2004, 93). Der Kraftwert, der 50 ms nach Kontraktionsbeginn erreicht wird, ist die Startkraft (GROSSER U.A. 2001, 42).

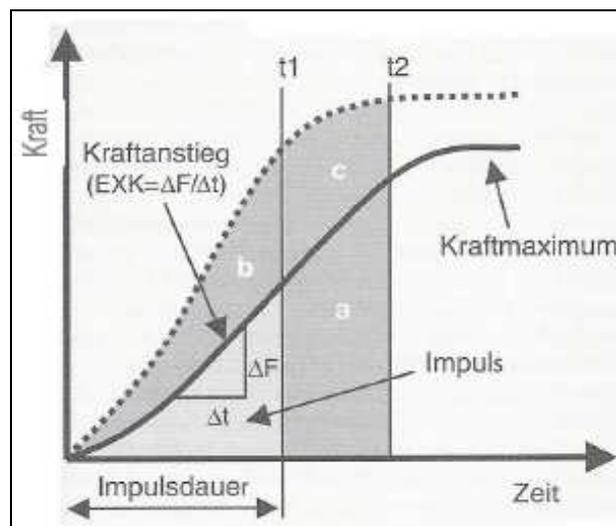


Abb.15 Impuls als Fläche unter der Kraft-Zeitkurve (t1 und t2 sind Beispiele für unterschiedliche Stützzeiten; EXK-Explosivkraftwert). (aus: SCHEID/PROHL 2004, 93)

Die Schnellkraft als Kraftimpulsmaximierung ist abhängig von der Maximalkraft bzw. vom Muskelquerschnitt, der Muskelfaserzusammensetzung und von der Anzahl der Aktionspotenziale pro Zeit. Hinzu kommen Muskellänge bzw. Vordehnung, Gelenkwinkel-Verhältnisse bzw. Hebel sowie die Dauer der geplanten Bewegung (vgl. DE MARÉES 2002, 191 f.).

### Reaktivkraft

Die Reaktivkraft als exzentrisch-konzentrische Krafftätigkeit modifiziert die Schnellkraft dahingehend, dass sie innerhalb eines schnell ablaufenden Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus „DVZ“ einen erhöhten Kraftstoß hervorbringt. Das bedeutet, dass die Aktivierung z.B. der Muskelspindel von Geschwindigkeit und Ausmaß der Dehnung abhängt. Erst wenn der DVZ weniger als 200 ms beträgt, wird die Kraft als reaktiv bezeichnet (vgl. GROSSER U.A. 2001, 44). Der leis-

tungspotenzierende Effekt des DVZ im Vergleich zu einer rein konzentrisch ausgerichteten Bewegungsform kann als wesentlichstes Merkmal der reaktiven Bewegung angesehen werden (vgl. KRAUS 2006, 22). Ist der Organismus in der Lage, aus einer exzentrischen Bewegung in möglichst kurzer Zeit einen konzentrischen Kraftstoß zu produzieren, so bezeichnet man diese Fähigkeit als Reaktivkraft (SCHMIDTBLEICHER/GOLLHOFER 1985, 271). Der Niedersprung z. B. von einem Kasten auf den Boden mit sofortigem Absprung, wie er beim Drop Jump gekennzeichnet ist, ist ein Beispiel für einen schnell ablaufenden Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (vgl. Abb. 16) und somit für eine reaktive Sprungkraftbewegung.

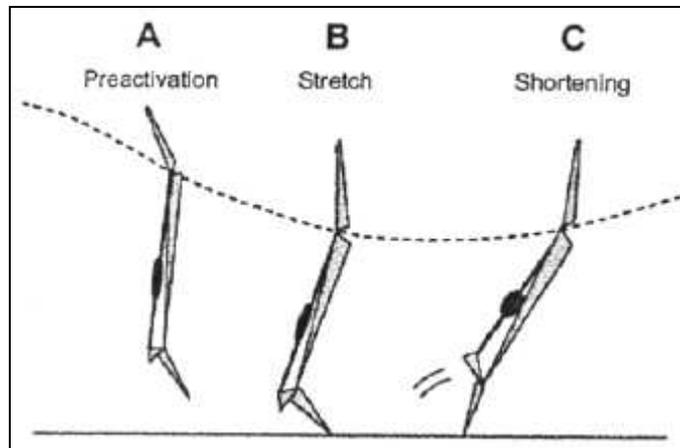


Abb. 16 Darstellung der Kontraktionsform des Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus. (aus: SIALIS 2004, 29; vgl. KOMI 2000)

Weitere schnell ablaufende DVZ kommen beim Sprint mit 100 bis 110 ms oder auch beim Weitsprung mit einem DVZ von etwa 120 ms vor (vgl. BÜHRLE 1989; ZATSIORSKY 1997).

### **Kraftausdauer**

Als Kraftausdauer kann die Ermüdungswiderstandsfähigkeit des Organismus bei statischen und dynamischen Krafteinsätzen, also bei länger dauernden oder sich wiederholenden Kontraktionen (vgl. WEINECK 2002, 242) bezeichnet werden. Wie bereits erwähnt, ist die Kraftausdauer eine kombinierte Erscheinungsform, bestehend aus Kraft und Ausdauer. Ihre Ausrichtung ist abhängig von Höhe, Kinetik und Dauer der Krafteinsätze pro Muskelaktion, der Frequenz der Krafteinsätze sowie der Anzahl und Dauer der Muskelaktionen (vgl. SCHMIDT-

BLEICHER 1983, 210). SCHMIDTBLEICHER (1989, 13) versucht mit folgender Definition die Kraftausdauer weiter zu konkretisieren:

„Mit Kraftausdauer wird die Fähigkeit des neuromuskulären Systems bezeichnet, eine möglichst große Impulssumme in einem definierten Zeitraum (längstens 2 Minuten bei maximaler Auslastung) gegen höhere Lasten (mehr als 30 % der Maximalkraft) zu produzieren und dabei die Reduktion der produzierten Impulse im Verlauf der Belastung möglichst gering zu halten.“

Diese Definition ergänzt die Komponente „Ermüdungswiderstandsfähigkeit“ um das Merkmal „Impulsanzahl“, also die Anzahl der Kraftstöße in einem vorgegebenen Zeitraum. Nach STEMPER (2003) ist die Stärke der Kraftstöße von der Maximalkraft abhängig. Erstgenannte Komponente, nämlich die Fähigkeit der Muskulatur, einen Kraftwert über einen definierten Zeitraum auf einem annähernd gleichem Level halten zu können, kann als statische Kraftausdauer tituliert werden. Dynamische Kraftausdauer hingegen bezieht sich auf die Wiederholungszahl und Qualität der Kraftstöße in einer festgelegten Zeitspanne (vgl. GROSSER U.A. 2001, 44). Nach FRÖHLICH (2003, 23) wird die Kraftausdauerfähigkeit charakterisiert durch eine kraftgeprägte Komponente als Voraussetzung zur Lastbewältigung und einer muskelstoffwechselbezogenen Komponente als Voraussetzung für die Lastbewältigungsdauer (vgl. auch NICOLAUS 1995, 19). Letztgenannte Komponente hängt also von der Energiebereitstellung ab. Diese erfolgt bei intensiven Kurzzeitbelastungen anaerob, bei länger andauernden Belastungen hingegen aerob (vgl. LOTTMANN 2002, 21 f.). Nach der Intensivität der Kraftausdauer und damit auch nach der Größe des Krafteinsatzes lässt sich diese motorische Fähigkeit in Maximalkraftausdauer, submaximale Kraftausdauer und aerobe Kraftausdauer unterteilen (vgl. GROSSER U.A. 2001, 44).

#### **2.3.2.4 Testverfahren zur Erfassung der Kraft**

Im Folgenden (vgl. Tab. 6) werden Verfahren zur Messung der Muskelkraft und der Kraftausdauer aufgelistet. Die Muskelfunktionstests stellen eine Auswahl der in der Praxis verwendeten Testverfahren dar.

Tab. 6 Sportmotorische Testverfahren mit dem eigenen Körpergewicht in Anlehnung an BÖS (2001, 238 ff.) und FETZ/KORNEXL (1993, 20 ff.)

Verfahren	Ziel	Quelle
Isometrische Kraftausdauer der Rückenmuskulatur	Kraftausdauer der Rückenmuskulatur, Ermittlung von Risikofaktoren für die Entstehung von Rückenschmerzen (low back pain)	BIERING-SØRENSEN (1984)
Leg-Lowering-Test	Bauchmuskelkraft	KENDALL/KENDALL (1983)
Rücken- und Bauchmuskelkraftbestimmung	Rumpfstreckkraft der Rücken- und der Rumpfbeugekraft der Bauchmuskulatur	BRENKE/DIETRICH (1986)
Einminütiger halber Sit-Up-Test	Bauchmuskelkraft	DIENER/LAWRENCE/ GOLDING/DIENER (1995)
Curl-Ups	Bauchmuskelkraft mit besonderem Hauptaugenmerk auf gesundheitsorientiertes Sporttreiben	WYDRA (1995)
Kraftausdauer von Rumpfbeuge- und -Streckmuskulatur nach ITO ET AL. (1996)	Kraftausdauer der Rückenmuskulatur mithilfe einfacher Geräte	ITO/ SHIRADO/ SUZUKI/ TAKASHI/ KANEDA/STRAX (1996)
Beidbeiniger Hochsprung aus dem Stand (Jump and Reach)	Sprungkraft	FETZ/KORNEXL (1993), BECK/BÖS (1995)
Standweitsprung	Sprungkraft	BEUKER (1976)
Dreierhop	Sprungkraft	CRASSELT/FORCHEL/STEMMLER (1985)
Einbeiniges Kniebeugen und -strecken	Kraftschnelligkeit und lokale Ausdauer der Beinstrecker	FETZ/KORNEXL (1993)
Klimmzüge	Kraftschnelligkeit und lokale Ausdauer der Armbeuger	BÖS (1987), BECK/BÖS (1995)
Klimmzüge im Hangstand (erleichterte Klimmzüge)	Kraftschnelligkeit und lokale Ausdauer der Armbeuger	FETZ/KORNEXL (1993)
Tauhängeln	Kraftschnelligkeit und lokale Ausdauer der Armbeuger und Schultermuskulatur	FETZ/KORNEXL (1993)
Armzugkrafttest	Statische Maximalkraft der Armbeuger und Schultermuskulatur (teilweise Rückenmuskulatur)	FETZ/KORNEXL (1993)
Liegestütz	Kraftschnelligkeit und lokale dynamische Ausdauer der Armstrecker	BÖS (1987), BEUKER (1976), BECK/BÖS (1995)
Erleichterte Liegestütze	Kraftschnelligkeit und lokale dynamische Ausdauer der Armstrecker	FETZ/KORNEXL (1993)
Beugestütze	Kraftschnelligkeit und lokale dynamische Ausdauer der Strecker im Ellbogengelenk	FETZ/KORNEXL (1993)
Aufbäumen rückwärts	Schnellkraft, Kraftschnelligkeit, lokale dynamische Ausdauer der Rückenmuskulatur	FETZ/KORNEXL (1993)

Im Gegensatz zu apparativen Messverfahren eignen sich die dargestellten sportmotorischen Tests (vgl. Tab. 6) in Schule und Verein zur Überprüfung des aktuellen Leistungszustandes oder des Trainingserfolges, da sie keine kostspieligen Geräte mit entsprechender Computersoftware erfordern. KLEINÖDER (2005, 60 f.) unterscheidet zwischen drei Ebenen der Leistungsdiagnostik. Zunächst nennt er einfache Tests mit geringem Aufwand, die auch in die Trainingspraxis leicht integrierbar sind. Auf der nächsthöheren Stufe folgen Verfahren, die umfangreiche Messergebnisse liefern, mit Geräteaufwand verbunden, aber auch durch eine schnelle Durchführbarkeit geprägt sind, z.B. Kontaktmatten zur Sprungkraftermittlung. Die Verfahren der Labordiagnostik auf der dritten Stufe sind mit hohem Aufwand verbunden und beinhalten medizinische Untersuchungen, Spirometrien und komplexe Krafftagnostiken. Zur Labordiagnostik äußert sich auch WIEK (1997), der ihre Bedeutung im Bereich biokinetischer Diagnose- und Therapieverfahren in Orthopädie und Sportmedizin hervorhebt. Er stellt fest, dass diese einen zunehmenden praktischen Stellenwert bekommen haben. Zu biokinetischen Messverfahren zählt er unter anderem die Isokinetik, Isometrie oder die Messung der Bodenreaktionskraft.

### **Isokinetische Kraffttests**

Die isokinetische Belastungsform zeichnet sich dadurch aus, dass bei gleichbleibender Bewegungsgeschwindigkeit über das gesamte Ausmaß der Bewegung gegen einen maximalen Widerstand gedrückt und die gesamte Bewegung apparativ kontrolliert wird (vgl. HOLLMANN/HETTINGER 1990). Die Isokinetik bietet sich zur Bestimmung der Kraffteigenschaften von Muskelgruppen an, da detaillierte Erkenntnisse bei dynamischen Bewegungen gewonnen werden können. Neben der individuellen Anpassung des Widerstandes ermöglicht die Krafftbestimmung mittels isokinetischer Geräte Aussagen über konzentrische, isometrische und exzentrische Arbeitsweisen (vgl. MAYER U.A. 1994, 272). Die Isometrie ist ein Bestandteil der Isokinetik, allerdings mit der Geschwindigkeit null. Die willkürliche und in einer bestimmten Position gegen einen fixierten Widerstand aufgebrachte Muskelkraft wird hierbei gemessen (vgl. WIEK 1997). WESTERKAMP (1997, 5) stellt heraus, dass durch die Entwicklung von Diagnostik- und Trainingssystemen Kraft objektiv zu quantifizieren und zu reproduzieren ist, da die isokinetischen Krafftmessungen die drei Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität erfül-

len. BALZPOULOS/GLEESON (2001, 13) sprechen ebenfalls von einer hohen Reliabilität der Isokinetik bei der Diagnostik, im Training und der Rehabilitation. Die Objektivität isokinetischer Messungen für isolierte Muskelgruppen und Bewegungen bestätigen auch Mayer u.A. (1994, 272). Der Erfüllung der Gütekriterien sind Aussagen von WIEK (1997) entgegenzuhalten, der z.B. über unterschiedliche Testergebnisse bei vergleichbaren Geräten oder über teilweise pathologische Messfehler von Geräten berichtet, die modernen Standards entsprochen haben. Den Nutzen der Isokinetik für die Kraftdiagnostik kennzeichnen MAYER u.A. (1994, 272) darin, dass Erkenntnisse über Maximalkraftentwicklung und lokale Kraftausdauerverhalten möglich sind. Als kritisch hingegen ist das Messen der Schnellkraftfähigkeit mittels Isokinetik zu beurteilen, da hierbei eine erhöhte Gefahr an Messungenauigkeiten und Störfaktoren vorliegt (vgl. ebd.). Neben der Einsetzbarkeit isokinetischer Messverfahren in der Diagnostik wird auf die Problematik der Interpretation isokinetisch gemessener Kraftwerte hingewiesen, denn vergleichbare Referenzwerte fehlen in der Regel (ebd. 1994, 278). Sind diese Referenzwerte nicht vorhanden, so bleibt oft nur der Seitenvergleich der Gliedmaßen oder der Agonist-Antagonistvergleich, z.B. der Kraft-/Geschwindigkeitsverlauf der Knieextension und -flexion. Im Bereich des Leistungssports erfolgt zusätzlich der Vergleich innerhalb der Testgruppe. Das Anlegen einer Längsschnittstudie mit der gleichen Testperson über eine längere Dauer bietet eine weitere Möglichkeit.

### **Messung der Bodenreaktionskräfte**

Neben den sportmotorischen Tests mit dem eigenen Körpergewicht und den isokinetischen Messverfahren ist im weiteren Verlauf der Arbeit die Messung der Bodenreaktionskräfte von Interesse. Vor allem im Zusammenhang mit der Sprungkraftmessung sind Bodenreaktionskräfte von Bedeutung. Zum Einsatz kommen hier Kontaktmatten, die es ermöglichen, Schnellkraftleistungen der unteren Extremitäten möglichst detailliert zu erfassen. Die Kontaktmatte ist hierbei mit einem Computer vernetzt, der mit einer entsprechenden Software ausgestattet, die Kontakt- und Flugzeiten ermittelt. Über das Flugzeitverfahren lässt sich daraus die Flughöhe bestimmen (vgl. NEUMAIER/RIEDER 1992, 41 f.). Gängige Tests zur Erfassung der Sprungkraft mittels Kontaktmatte sind der Squat-Jump, der Counter-Movement-Jump und der Drop-Jump.

### **Squat-Jump**

Der Squat-Jump ist ein vertikaler Sprung aus der gehockten Stellung. Die Hände befinden sich in der Hüftbeuge, d.h. die Sprungbewegung findet ohne Ausholbewegung der Arme und der Beine statt. Die Aufgabe der Testperson ist es also, aus der gehockten Stellung ohne Ausholbewegung maximal nach oben zu springen. Dieser Test misst die konzentrische Krafftähigkeit der Sprungmuskulatur und erfasst somit die maximale Schnellkraft der Beinstreckerschlinge (YOUNG U.A. 1999). Entscheidende Messgrößen sind die Absprungdauer und die Sprunghöhe (vgl. NEUMAIER/RIEDER 1992, 43 f.).

### **Counter-Movement-Jump**

Der Counter-Movement-Jump erweitert den Squat-Jump um die Ausholbewegung nach unten. Die Aufgabe der Testperson lautet, aus dem aufrechten Stand mit einer einleitenden Ausholbewegung maximal noch oben zu springen. Bedingt durch die Auftaktbewegung stellt dieser Sprung einen höheren Anspruch an die Koordination. Durch die Krafterzeugung im unteren Umkehrpunkt der Sprungbewegung kommt das biomechanische Prinzip der Anfangskraft zum Wirken und so ist, bedingt durch die Kraftverstärkung, die Sprunghöhe in der Regel höher als die beim Squat-Jump.

„Die Schnellkraftparameter (Schnellkraft, Explosivkraft) können nicht ohne Weiteres auf die statische Situation übertragen werden (Bewegungen mit Ausholbewegung); so kann beispielsweise der maximale Kraftanstieg (Explosivkraft) bei Sprüngen mit Ausholbewegung in der exzentrischen Phase liegen.“ (ebd. 1992, 44)

Die unterschiedlichen Sprunghöhen liegen unter anderem in der Krafftähigkeit des Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus begründet (vgl. BÜHRLE U.A. 1987). Der DVZ kann als langsam ablaufend interpretiert werden, da die Bodenkontaktzeit mehr als 200 ms beträgt (vgl. BRUHN U.A. 2002, 35).

### **Drop-Jump**

Der Drop-Jump ist ein Tief-Hoch-Sprung und wird aus einer definierten Fallhöhe ausgeführt. Die Hände befinden sich wie beim Squat-Jump und beim Counter-Movement-Jump in der Hüftbeuge, um einer Schwungbewegung der Arme entgegenzuwirken. Der Niedersprung ist so zu wählen, dass der Körperschwerpunkt beim Absprung möglichst wenig nach unten verlagert wird. In der Praxis

erfolgt die Umsetzung in der Regel so, dass ein Bein beim Niedersprung leicht nach vorne in gestreckter Haltung angehoben wird und das Stützbein sich in leicht gebeugter Haltung befindet. Durch diese Absprunghaltung springt die Testperson deutlich weniger nach oben ab als bei einem beidbeinigen Niedersprung. Die Aufgabe lautet für die Testperson, den Sprung so zu wählen, dass er bei möglichst kurzer Bodenkontaktzeit eine maximale Höhe erzielt. Ziel des Drop-Jumps (vgl. Abb. 17) ist die Überprüfung der reaktiven Krafftähigkeit. BRUHN U.A. (2002, 35) betonen, dass die Bodenkontaktzeit kleiner als 200 ms sein sollte, da nur dann die Querbrückenverbindung von Aktin- und Myosinfilamenten in den kontraktile Elementen bewahrt bleibt. Diese Verbindung ist die Basis einer reaktiven Sprungbewegung (vgl. BOSCO/BRUSCO 1983). Ist die Bodenkontaktzeit größer als 200 ms, so geht der schnell ablaufende DVZ in einen langsam ablaufenden DVZ über. Der Sprung ist laut BRUHN U.A. (2002, 35) dann nicht mehr als Drop-Jump, sondern eher als Countermovement-Jump zu kennzeichnen.

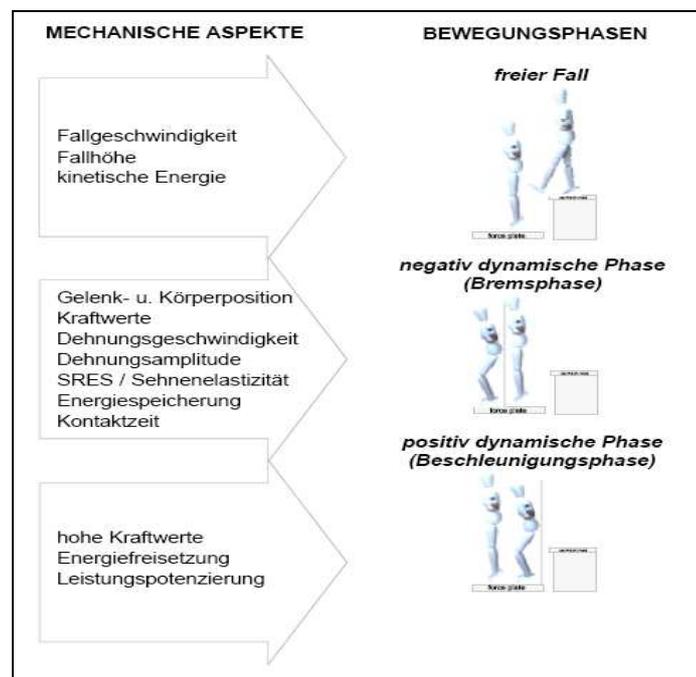


Abb. 17 Grafische Darstellung mechanischer Einflussgrößen des DVZ beim Drop-Jump. (modifiziert nach BUBECK 2002, 38)

### **Test der Maximalkraft mit der Langhantel**

Alle Maximalkrafttests lassen sich als reine Niveautests klassifizieren, da das Kriterium Zeit bei der Bewältigung der Aufgabe keine Rolle spielt (vgl. BLUME 1998, 255). Der Maximalkrafttest mit der Langhantel, wie sie beim Schulter- oder Bankdrücken zum Einsatz kommt, ist somit auch ein Niveautest. Getestet wird die Kraft des Sportlers, die 100 % der momentanen Kraft widerspiegelt und somit genau einmal bewältigt werden kann. Diese Testform heißt auch One-Repetition-Maximum „1-RM“ und ist streng genommen in dieser Form in der Praxis nicht umsetzbar, da das einmalige Bewältigen der maximalen Last mit einem hohen Verletzungsrisiko verbunden ist (vgl. GIEßING 2003, 26 f.). Ein Verletzungsrisiko besteht vor allem dann, wenn der Sportler nicht genügend aufgewärmt ist oder noch keine Erkenntnisse vorliegen, wie viel die Testperson im Stande ist, zu bewältigen, wie es beim Eingangstest der Fall ist. Um das Verletzungsrisiko zu limitieren, tastet sich die Testperson an das maximale Gewicht heran. STEINHÖFER (2003, 156) spricht von fünf bis zehn submaximalen Gewichtssteigerungen bis zum Erreichen des maximalen Gewichts, GIEßING (2003, 27) sogar von 25 bis 30 sehr anstrengenden Wiederholungen. Zwar wird auf diese Weise das Verletzungsrisiko minimiert, es liegt aber nahe, dass die Muskulatur bei angesprochener Zahl nicht nur aufgewärmt, sondern auch ein gewisses Maß an Ermüdung vorweist. Somit stellt sich also die Frage, ob der Sportler bei einer geringeren Anzahl an Wiederholungen vielleicht ein höheres Maximalgewicht bewältigt hätte. Wird dieses Verständnis des 1-RM als Testform zugrunde gelegt, so lässt sich nach BLUME (1998, 356) auch von einer Testserie sprechen, da die Testaufgaben, also die Steigerung des Gewichtes bis zum Maximalgewicht, in ihrer Schwierigkeit kontinuierlich wachsen. Die Testserie gewährleistet auch bei erhöhtem Fähigkeitsniveau die Sicherung einer ausreichenden Trennschärfe.

### 2.3.3 Leistungsdiagnostik der koordinativen Fähigkeiten

#### 2.3.3.1 Bestimmung der koordinativen Fähigkeiten

Nach WEINECK (2002, 537 ff.) gehören die koordinativen Fähigkeiten neben den konditionellen Fähigkeiten zu den motorischen Hauptbeanspruchungsformen. Auch als Gewandtheit bekannt, werden die koordinativen Fähigkeiten durch Prozesse der Bewegungssteuerung und -regelung bestimmt (vgl. HIRTZ 1981, 348). Konditionelle Fähigkeiten hingegen werden überwiegend durch energetische Prozesse gesteuert. Kennzeichen koordinativer Fähigkeiten sind die Qualität und das Tempo der Bewegungsausführung. Die koordinativen Fähigkeiten grenzen sich von den Fertigkeiten ab, allerdings sind die Fähigkeiten als Voraussetzung für die Fertigkeiten zu betrachten (vgl. ZIMMERMANN 1998, 204). Laufen, Springen, Hüpfen oder auch Gehen sind elementare motorische Fertigkeiten, die in der Regel im frühen Kindesalter erlernt werden. Nach HIRTZ (1994, 127) bezeichnen sie

„[...] speziell erworbene und gespeicherte dispositionelle Eigenschaften im Sinne von relativ stabilen motorischen Handlungen bzw. von automatisierten Komponenten, Teilhandlungen bzw. Operationen. Es handelt sich also um den konkreten, individuellen koordinativen Aneignungsgrad bestimmter motorischer Handlungen und Handlungskombinationen.“

Eine Definition für koordinative Fähigkeiten lautet nach ZIMMERMANN (2004, 207) wie folgt:

„Eine Klasse motorischer Fähigkeiten, die vorrangig durch die Prozesse der Steuerung und Regelung der Bewegungstätigkeit bedingt sind. Sie stellen weitestgehend verfestigte und generalisierte Verlaufsqualitäten dieser Prozesse dar und sind Leistungsvoraussetzungen zur Bewältigung dominant koordinativer Anforderungen.“

Allgemeine und spezielle koordinative Fähigkeiten lassen sich voneinander abgrenzen. Während erstgenannte aus einer vielfältigen Bewegungsschulung im Training resultieren und in der alltäglichen Bewegung zum Ausdruck kommen, richten sich die speziellen Fähigkeiten am sportartspezifischen Anforderungsprofil aus (vgl. WEINECK 2002; PEILER/PEILER 2006). Die Ökonomie und Exaktheit der Bewegung stehen in Abhängigkeit zum Ausbildungsgrad der koordinativen Fähigkeiten. So bewirkt eine gute Technik in einer Bewegung, dass diese zielgerichteter ist und dadurch weniger Energie für die aufzubringende muskuläre Kraft benötigt. Die Folge sind eine spätere Ermüdung und somit auch ein ge-

ringeres Verletzungsrisiko (vgl. HEIDEMANN 2006, 33). Koordinative Fähigkeiten zeichnen sich durch ihre Komplexität aus, d.h., es wirken immer mehr als eine einzige Fähigkeit an der sportlichen Leistung mit. Die koordinativen Fähigkeiten stehen eng miteinander in Beziehung und sind nach ZIMMERMANN (1998, 208) oft mit konditionellen, musischen oder auch intellektuellen Eigenschaften verbunden. Die nachstehende Übersicht (vg. Tab. 7) zeigt, dass es zurzeit keine einheitlichen Auffassungen über die Struktur der koordinativen Fähigkeiten gibt, sodass folglich von keinem allgemeingültigen und wissenschaftlich abgesicherten Strukturkonzept ausgegangen werden kann (vgl. ebd. 1998, 211).

Tab. 7 Modelle koordinativer Fähigkeiten (mod. nach HEIDEMANN 2006, 41)

<b>Koordinative Fähigkeiten</b>	<b>Quelle</b>
Geschicklichkeit, Präzision, Zeitgefühl, Raumgefühl, Rhythmusgefühl	PUNI (1961)
Allgemeine motorische Steuerungsfähigkeit, motorische Steuerungsfähigkeit der oberen Extremitäten, Finger- sowie Handgeschicklichkeit, Reaktionsschnelligkeit, Kombinations-, Anpassungs- und Umstellungsfähigkeit	FLEISHMAN (1964; 1971)
Differenzierungs-, Kopplungs-, Reaktions-, Orientierungs-, Gleichgewichts- und Umstellungsfähigkeit	BLUME (1978)
Kinästhetische Differenzierungsfähigkeit, räumliche Orientierungsfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, komplexe Reaktionsfähigkeit, Rhythmusfähigkeit	HIRTZ ET AL. (1979; 1985)
Reaktions-, Steuerungs-, Koordinations-, rhythmische Umsetzungs-, Kombinations-, motorische Ausdrucksfähigkeit; auf höherer Ebene motorische Anpassungs- und Lernfähigkeit und motorische Transferabilität	PÖHLMANN/ KIRCHNER (1979)
Oberste Ebene: Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck, Fähigkeit zur genauen Kontrolle von Bewegungen; darunter: Fähigkeit zur schnellen motorischen Steuerung, Fähigkeit zur schnellen motorischen Anpassung und Umstellung, Fähigkeit zur präzisen motorischen Steuerung, Fähigkeit zur präzisen motorischen Anpassung und Umstellung	ROTH (1982)
Zwei Grundklassen: Die körperbezogene und die gerätebezogene Gewandtheit mit jeweils acht koordinativen Sonderfähigkeiten	LJACH (1983;1984;1997)
Fähigkeit zur Stabilisierung der Bewegungskoordination bei Ablaufkonstanz, Fähigkeit zur Stabilisierung der Bewegungskoordination bei Ablaufvariation; untergeordnet: Kopplungs-, Orientierungs-, Rhythmisierungs-, Reaktions-, Gleichgewichts-, Umstellungs- und Differenzierungsfähigkeit	ZIMMER (1984)
Anpassungs- und Umstellungsfähigkeit, Differenzierungs- und Steuerungsfähigkeit, Reaktions-, Orientierungs-, Rhythmisierungs-, Gleichgewichts- sowie Kombinations- und Kopplungsfähigkeit	MEINEL/SCHNABEL (1987)
Motorische Lernfähigkeit, motorische Steuerungsfähigkeit, motorische Antizipationsfähigkeit	ZIMMERMANN (1987)
Koordinative Fähigkeiten für feinmotorische Handlungen, koordinative Fähigkeiten für grobmotorische Handlungen	TEIPEL (1988)
Fähigkeit zur präzisen Bewegungsregulation, Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck, Fähigkeit zur situationsadäquaten motorischen Umstellung und Anpassung	HIRTZ (1994)
Keine koordinativen Fähigkeiten, sondern sechs koordinativ ausgerichtete Anforderungskategorien	NEUMAIER/ MECHLING (1995)
Kinästhetisch-propriozeptive Differenzierungsfähigkeit, Reaktions-, Gleichgewichts-, Rhythmus-, Antizipations-, Orientierungs-, Wahrnehmungs- und Beobachtungsfähigkeit	LOOSCH (1999)

ZIMMERMANN (1998, 221) entwickelte auf der Grundlage von HIRTZ (1979), dem Arbeitsmodell von BLUME (1978) sowie der Systematik von ROTH (1982) ein strukturelles Gefüge der koordinativen Fähigkeiten (vgl. Abb. 18), auf das sich vielfach in der Literatur bezogen wird. Von den sieben koordinativen Fähigkeiten, Kopplungsfähigkeit, Differenzierungsfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, Orientierungsfähigkeit, Rhythmisierungsfähigkeit, Reaktionsfähigkeit, Umstellungsfähigkeit, wird im Folgenden die Gleichgewichtsfähigkeit vorgestellt, da diese im weiteren Verlauf der Arbeit eine Bezugsgrundlage darstellt.

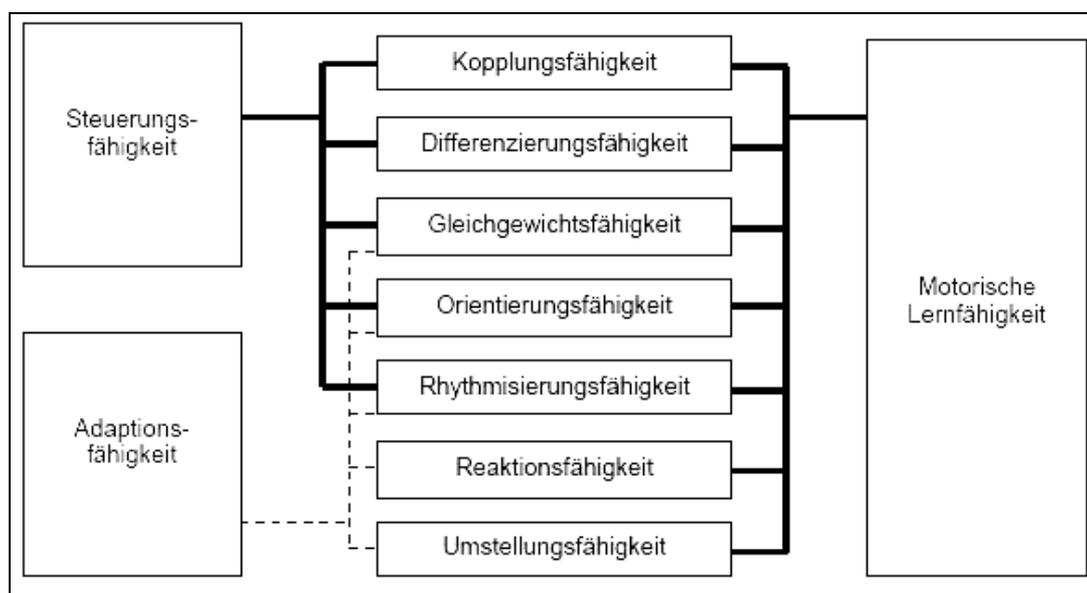


Abb. 18 Strukturelles Gefüge der koordinativen Fähigkeiten (modifiziert nach ZIMMERMANN 1998, 221)

### Gleichgewichtsfähigkeit

Gleichgewicht benötigt jeder, egal ob er nur aufrecht auf seinen Beinen stehen oder, wie beim Voltigieren, einen Handstand auf einem galoppierenden Pferd zeigen möchte. Unabhängig davon, ob der Körper sich in einer ruhenden oder in einer beweglichen Situation, also der Verlagerung des Körpers befindet, gilt es den Gleichgewichtszustand zu bewahren oder wiederherzustellen (vgl. ZIMMERMANN 1998, 217). Das Gleichgewicht wird klassisch in statisches, dynamisches und Objektgleichgewicht unterteilt (vgl. FLEISHMAN 1964, FETZ 1990). Als statisch wird das Gleichgewicht bezeichnet, wenn der Körper ruhig in einer bestimmten Position während einer relativen Ruhestellung oder einer langsamen Bewegung gehalten werden kann. Die Dauer, in der der Körper in Gleichge-

wicht ist, und die Geringfügigkeit der Ausgleichsbewegungen zum Erhalt der Position sind Kennzeichen der Qualität des statischen Gleichgewichts (vgl. ZIMMERMANN 1998; NEUMAIER 2003). Auch als Lageempfinden bekannt, ist das statische Gleichgewicht Basis für alle motorischen Aktionen. Gelingt es dem Körper, sich bei ausweitenden und schnellen Lageveränderungen in den Zustand des Gleichgewichts zu bringen, so spricht man von einem dynamischen Gleichgewicht (vgl. FETZ 1990; TEIPEL 1995). Das Lageempfinden im statischen oder auch dynamischen Gleichgewicht ist eng verbunden mit der koordinativen Orientierungsfähigkeit. Gilt es zum Beispiel, einen Gegenstand auf einem labilen Untergrund zu balancieren, so wird diese Fähigkeit im Bereich Objektgleichgewicht eingeordnet (vgl. FETZ 1990). Objektgleichgewicht beschreibt also die Fähigkeit, einen Gegenstand im Gleichgewicht zu halten. HIRTZ (2000, 54) betont die Systematisierungsproblematik bei der Einteilung des Gleichgewichts in ein statisches, dynamisches und Objektgleichgewicht. Letzteres ist seiner Auffassung nach kaum ein Bestandteil des Körpergleichgewichts. Sondern es kommt bei der Balance eines Objekts eher die kinästhetisch-taktile Differenzierungsfähigkeit zum Tragen. HIRTZ (2000, 55) teilt das Körpergleichgewicht in folgende Arten auf (vgl. Tab. 8):

Tab. 8 Arten des Körpergleichgewichts (modifiziert nach HIRTZ U.A. 2000, 55)

<b>Standgleichgewicht</b>	<b>Balanciergleichgewicht</b>	<b>Drehgleichgewicht</b>	<b>Fluggleichgewicht</b>
beidbeinig, einbeinig	auf stabiler Unterlage	um die Längsachse	während kürzerer oder länger andauernder (stützloser) Flugphasen
auf stabiler Unterlage	auf begrenzter Unterlage	um die Breitenachse	
auf begrenzter Unterlage	auf labiler Unterlage	um die Tiefenachse	
auf labiler Unterlage	mit Richtungs- und Geschwindigkeitsänderung	um verschiedene Achsen	
nach äußeren Störungen	auf „körperverbundenen“ Geräten		

### 2.3.3.2 Testverfahren zur Erfassung des Gleichgewichts

Grundsätzlich gibt es auch zum Überprüfen der koordinativen Fähigkeiten apparative und nicht apparative Tests. Die Überprüfung der konditionellen Fähigkeiten, wie zum Beispiel das Testen der Maximalkraft, ist deutlich leichter durchführbar als das Testen der koordinativen Fähigkeiten. Während bei den konditionellen Fähigkeiten überwiegend die Messergebnisse von Interesse sind, steht bei koordinativen Testverfahren der Bewegungsablauf im Vordergrund (vgl. NEUMAIER 1983, 68). Apparatives Messen des Gleichgewichts hat erst in den 1990er-Jahren Einzug in die Wissenschaft erhalten (vgl. Bös 2001, 161). Die subjektive Überprüfung der Gleichgewichtsfähigkeit hingegen geht mit dem Romberg-Test bereits auf das Jahr 1853 zurück. Der Romberg-Test ist ein neurologisches Verfahren zum Feststellen der Gleichgewichtsfähigkeit, bei dem die Testperson mit geschlossener Beinhaltung, ausgestreckten Armen und geschlossenen Augen möglichst ruhig steht. Dieses Testverfahren ist rein subjektiv, genügt nicht den Gütekriterien und ist somit nur als Screeningverfahren zu sehen (vgl. ebd.). Wie bei allen motorischen Tests gilt es auch bei der Diagnostik des Gleichgewichts, dass das Ungleichgewicht benannt und das Gleichgewicht erkannt werden muss. HIRTZ (2000, 164) benennt mit der Bewegungsbeobachtung, dem sportmotorischen Test und dem biomechanischen Messen/Objektivieren drei Diagnosemethoden, die in der sportpraktischen Gleichgewichtsbestimmung Anwendung finden und ihre Berechtigung haben. Ebenso merkt er an, dass zwischen allgemeinen und sportartspezifischen Gleichgewichtstests zu unterscheiden ist. Tabelle 9 zeigt eine Auswahl an nicht apparativen Testverfahren zur Bestimmung der Gleichgewichtsfähigkeit in Anlehnung an Bös (2000), HIRTZ (2000) sowie FETZ/KORNEXL (1993).

Tab. 9 Auswahl nicht apparativer Testmethoden zur Erfassung der Gleichgewichtsfähigkeit in Anlehnung an BÖS (2000), HIRTZ (2000) sowie FETZ/KORNEXL (1993).

Verfahren	Ziel/Aussagebereich	Quelle
Clinical Test of Sensory Interaction and Balance – CTSIB	Interaktion verschiedener Sinneskanäle bei der Aufrechterhaltung des Körpergleichgewichts	SHUMWAY-COOK/HORAK (1986)
„Get-up- and Go“-Test	Körpergleichgewichtsfunktion von älteren Menschen und Personen mit eingeschränkter Gleichgewichtsfähigkeit	MATHIAS U.A. (1998)
Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA)	funktionsbezogene Untersuchung zur Beurteilung des Gleichgewichts und des Gangs bei älteren Menschen	TINETTI (1986)
Berg-Balance-Scale (BBS)	Körpergleichgewichtsfunktion von älteren Menschen und Personen mit eingeschränkter Gleichgewichtsfähigkeit; Auswahl einfacher und funktionsbezogener Testaufgaben zur Operationalisierung des Gleichgewichts	BERG U.A. (1989)
„Functional Reach“-Test	funktionsbezogenes Gleichgewicht; Aussagen zum Gleichgewicht bei Alltagsbewegungen	DUNCAN U.A. (1990)
Timed „Up- and Go“-Test	Körpergleichgewichtsfunktion von älteren Menschen und Personen mit eingeschränkter Gleichgewichtsfähigkeit	PODSIADLO/RICHARDSON (1990)
Sway-Meter	Körperschwankungen unter verschiedenen Bedingungen des aufrechten Stands	LORD/CASTELL (1994)
Gleichgewichtstest (GGT)	statische und dynamische Gleichgewichtsfähigkeit	BÖS U.A. (1992)
Motometrische Skala	Basiskompetenz Gleichgewicht von lern- und entwicklungsauffälligen Kindern im Grundschulalter	OSERETZKY (1929); GÖLLNITZ (1952)
Auf einem Bein stehen	statisches Gleichgewicht 3- bis 6-jähriger Kinder	VOGT (1978)
Balancieren	Gleichgewicht 3- bis 6-jähriger Kinder	VOGT (1978)
Balancier-Gleichgewichtstest (BGT)	Gleichgewichtsfähigkeit 8- bis 14-jähriger Schulkinder (Balanciergleichgewicht unter Zeitdruck)	HOFMANN (1972); HIRTZ (1985)
Drehungen auf der Turnbank	Gleichgewichtsfähigkeit von 6 bis 18-jährigen Mädchen und Jungen (Drehgleichgewicht unter Zeitdruck)	JUNG (1985)
Balanciertest	dynamische Gleichgewichtsfähigkeit von Vorschulkindern	LUDWIG (1989)
Dortmunder modifizierter Romberg-Test für Senioren	Gleichgewichtsfähigkeit (statische Komponente) 40- bis 80-Jähriger	STARISCHKA (1991)
Ballprellen von der Schwebekante	Grobdiagnose von Koordinationsschwächen für 6- bis 17-Jährige; Beurteilung des personenbezogenen Fähigkeitsniveaus	RUSCH/IRRGANG (1998)
Stabbalancieren	Objektgleichgewicht	FETZ/KORNEXL (1993)
Einbeiniges Schwebestehen	statisches Gleichgewicht in aufrechter Stellung bei einbeinigem Schwebestehen im Querstand	FETZ/KORNEXL (1993)
Einbeiniges Schwebestehen im Querstand	statisches Gleichgewicht in aufrechter Stellung (vorwärts/rückwärts)	FETZ/KORNEXL (1993)
Rollbrettstehen im Querstand	statisches Gleichgewicht in aufrechter Stellung bei links-rechts-beweglicher Unterlage	FETZ/KORNEXL (1993)
Rollbrettstehen im	statisches Gleichgewicht in aufrechter Stellung bei	FETZ/KORN

Seitstand	vor-rück-beweglicher Unterlage	EXL (1993)
Einbeiniges Stehen nach Drehungen um die Längsachse	statisches Gleichgewicht in aufrechter Stellung nach Drehungen um die Längsachse	FETZ/KORN EXL (1993)
Einbeiniges Stehen nach Drehungen vorwärts	statisches Gleichgewicht nach sensorischen Belastungen durch Drehungen vorwärts	FETZ/KORN EXL (1993)
Einbeiniges Stehen nach Drehungen rückwärts	statisches Gleichgewicht nach sensorischen Belastungen durch Drehungen rückwärts	FETZ/KORN EXL (1993)
Einbeiniges Stehen nach Drehungen seitwärts	statisches Gleichgewicht nach sensorischen Belastungen durch Drehungen um die Tiefenachse	FETZ/KORN EXL (1993)
Beidbeiniges Stehen auf dem Sportkreisel	statisches Gleichgewicht bei allseitig kippbarer Unterlage	FETZ/KORN EXL (1993)
Stabilometer-Test	statisches Gleichgewicht	FETZ/KORN EXL (1993)
Drehungen auf der Langbank	dynamisches Gleichgewicht bei Drehungen um die Längsachse auf schmaler Standfläche	FETZ/KORN EXL (1993)
Schwebegehen	dynamisches Gleichgewicht im Gehen	FETZ/KORN EXL (1993)
Gehen auf der Rolle	dynamisches Gleichgewicht in der Vorwärtsbewegung	FETZ/KORN EXL (1993)
Slalom auf dem Gleitrollbrett	dynamisches Gleichgewicht auf beweglicher Unterlage; Armschubkraft	FETZ/KORN EXL (1993)
Drei Drehungen seitwärts auf Zeit	dynamisches Gleichgewicht bei Drehungen um die Tiefenachse auf einem 70 cm breiten Streifen (von Fertigkeitenbeherrschung abgesehen)	FETZ/KORN EXL (1993)

Apparative Testverfahren zur Erfassung des Gleichgewichts benötigen Messgeräte, in der Regel in Form von Messplatten, um Veränderungen der Körperlage zu visualisieren. Die Kraftmessplatten registrieren Veränderungen in der Horizontalebene anhand des Druckmittelpunktes auf der Plattform (vgl. BÖS 2000, 287). Die Gewichtsverteilung des Körpers entspricht der Lage des Druckmittelpunktes. Das Verfahren zur Kenntlichmachung der Haltung wird Posturografie genannt und leitet sich vom englischen Wort „posture“ ab. Im Blickpunkt steht die Registrierung von Körperschwankungen im aufrechten Stand. (vgl. HIRTZ 2000, 166). Unterschieden wird zwischen statischer und dynamischer Posturografie (vgl. ebd.). Zur statischen Posturografie, bei der die Kraftmessplatte unbeweglich ist, werden in der Praxis oft die Kistler- oder Tönnies-Platte verwendet. Häufige Anwendung in der Posturografie finden auch der Balance Master nach NASHNER oder das Multi-Plate-Tetrax-System nach KOHEN-RAZ (vgl. GRANERT 2005, 2). Bei der dynamischen Posturografie sind Bewegungen der Kraftmessplatte nach vorn oben und hinten unten möglich (vgl. TIMMANN 1997, 90). Die Anwendung statischer Systeme geht auf die 1980er Jahre zurück und wurde unter anderem von WALL and BLACK (1983) oder WEISEMANN (1988) verwendet.

Nicht nur bei nicht apparativen sportmotorischen Testverfahren sind Einbeinstände Gegenstand der Untersuchung, sondern auch bei apparativen Gleichgewichtstests mittels Kraftmessplatte. Als Beispiel lässt sich hier der Einbeinstand auf der Kraftmessplatte nach AGEBERG U.A. (1998) nennen. Gegenstand der Untersuchung ist das Messen des posturalen Gleichgewichts, das anhand der Veränderungen des Druckmittelpunkts auf der Kraftmessplatte kenntlich gemacht wird. Reliabilitätskoeffizienten zwischen  $r = .68$  und  $r = .83$  lassen auf eine gute Zuverlässigkeit dieses Tests schließen. Ein Rückschluss auf die Reproduzierbarkeit dieses Einzeltests mit hohem Standardisierungsgrad ist aufgrund des Fehlens von Angaben zu Messfehlern nicht möglich (vgl. BÖS 2000, 295).

Gemäß Bös (2000, 289) muss die apparative Messbarkeit des Gleichgewichts kritisch beurteilt werden. Methodische Schwächen dieser Testverfahren, die sich im Fehlen systematischer Untersuchungen ausdrücken, die oft mit fehlender Verfahrensvalidierung oder auch großer Streubreite erhobener Daten einhergehen, zeigen den noch jungen Stand der Wissenschaft im Bereich der apparativen Posturografie.

### **2.3.4 Leistungsdiagnostik der Beweglichkeit**

#### **2.3.4.1 Bestimmung der Beweglichkeit**

Beweglichkeit, Gelenkigkeit, Biogsamkeit oder auch Flexibilität beschreiben eine Fähigkeit, die den konditionellen und koordinativen Fähigkeiten zugeordnet werden kann. Bei vielen Autoren sind diese Begriffe Synonyme, die letztendlich die Bewegungs- oder Schwingungsweite in den Gelenken (Gelenkigkeit) und die Dehnfähigkeit von Muskeln, Sehnen oder Bändern beschreiben (vgl. MARTIN U.A. 1993, 213). Egal, welche Begrifflichkeiten gewählt werden, es wird deutlich, dass die Beweglichkeit, die sich aus Gelenkigkeit und Dehnfähigkeit zusammensetzt, eine komplexe Eigenschaft des Organismus kenntlich macht. Im alltäglichen Leben bedarf es einer grundlegenden Beweglichkeit, um Fehlhaltungen bedingt durch neuromuskuläre Dysbalancen vorzubeugen. Im Sport wie z.B. beim Sprint ist eine gewisse Gelenkigkeit in den Hüft-, Knie- und Sprunggelenken erforderlich, um eine optimale Lauftechnik zu haben. Ebenso wird hier-

bei einer optimalen Vordehnung der Muskulatur benötigt, damit diese ihre volle Kraft ausschöpfen kann. Beweglichkeit, insbesondere die Dehnfähigkeit ist in nahezu allen Sportarten von Bedeutung, denn die verschiedenen Dehnmetho- den sind ein integraler Bestandteil des täglichen Trainings. Während die Dehn- fähigkeit in Muskeln, Sehnen und Bändern trainierbar ist und somit verbessert werden kann, ist die Gelenkstruktur, die den Aktionsradius vorgibt, anatomisch bedingt und nicht beeinflussbar (vgl. ÜCKERT 2003, 137). Die Beweglichkeit als Mischform zwischen Koordination und Kondition macht einerseits Bewegungen qualitativ hochwertiger und ist Basis einer besseren Technik. Andererseits hilft sie dem Organismus, kraftvoller und schneller agieren zu können (vgl. WEINECK 2002, 489). Grundsätzlich lassen sich allgemeine, spezielle, passive und aktive Beweglichkeit voneinander abgrenzen. Zusätzlich ist eine Unterscheidung in lo- kale und globale Beweglichkeit (vgl. ÜCKERT 2003, 138 f.) oder auch eine Diffe- renzierung zwischen statischer und dynamischer Beweglichkeit möglich (vgl. THIENES 2000; WEINECK 2002; GROSSER U.A. 2001).

### **Allgemeine Beweglichkeit**

Die allgemeine Beweglichkeit bezieht sich auf die wichtigsten Gelenke wie Schulter- und Hüftgelenke sowie die Wirbelsäule. Sie kennzeichnet ein ausrei- chendes bzw. normales Bewegungsausmaß (vgl. ÜCKERT 2003; WEINECK 2002; MARTIN U.A. 1993). Die allgemeine Beweglichkeit regt z.B. die Durchblutung der Muskulatur an, trägt zur Mobilität bei und wirkt sich positiv auf das psychophysi- sche Wohlbefinden aus (vgl. FROBÖSE/FIEHN 2003, 73). In den meisten Sportar- ten reicht die allgemeine Beweglichkeit alleine nicht aus, sondern es wird ein übergroßes Maß an Beweglichkeit verlangt.

### **Spezielle Beweglichkeit**

Unterschiedliche Sportarten stellen auf Grund ihres Anforderungsprofils ver- schiedene Ansprüche an konditionelle und koordinative Fähigkeiten. Auf die Beweglichkeit bezogen spricht man auch von einer sportartspezifischen Beweg- lichkeit, die sich auf das Bewegungsausmaß bestimmter Gelenke bezieht, So benötigt z.B. ein Voltigierer nicht nur eine große Schwingungsweite im Hüft- und Schultergelenk, sondern auch eine große Dehnfähigkeit in den angrenzenden Muskelgruppen.

**Passive Beweglichkeit**

Mithilfe äußerer Krafteinwirkung wird das größtmögliche Bewegungsausmaß in den beteiligten Gelenken, Muskeln, Sehnen und Bändern erreicht (ebd. 2003, 72). Der Sportler nähert sich mit passiver Dehnung, d.h. mit Unterstützung der Schwerkraft, dem Partner oder dem Gerät, der anatomischen Bewegungsgrenze an (vgl. ÜCKERT 2003, 138).

**Aktive Beweglichkeit**

Die aktive Beweglichkeit ist kleiner als die passive Beweglichkeit, da sie willkürlich aus eigener Muskelkraft erzeugt wird. Es ist also deutlich leichter, sich mit einer passiven Bewegung der anatomischen Bewegungsgrenze anzunähern als aktiv. Denn aufgrund der vorhandenen Muskelkraft erreicht der Sportler nur die physiologische Bewegungsgrenze (vgl. ebd.). Das Zusammenwirken von Agonist und Antagonist ist entscheidend für eine optimale Bewegungsweite. So muss der Agonist die nötige Kraft entwickeln, um z.B. das Bein möglichst weit in eine bestimmte Richtung zu führen. Der Antagonist muss die Bewegung zulassen, somit über ausreichend Elastizität verfügen (vgl. THIENES 2000, 34). Je besser ein Sportler trainiert ist, desto kleiner ist der Unterschied zwischen anatomischer und physiologischer Bewegungsgrenze.

**Lokale Beweglichkeit**

Die Anzahl bzw. der Anteil der an der sportlichen Bewegung beteiligten Gelenksysteme erlaubt nach ÜCKERT (2003, 139) eine weitere Klassifizierung der Beweglichkeit. Ist nur ein Gelenksystem an der Bewegung beteiligt, z.B. das Handgelenk, so wird von lokaler Beweglichkeit gesprochen.

**Globale Beweglichkeit**

Die Beweglichkeit wird als global bezeichnet, wenn mehrere Gelenksysteme oder größere Gelenkbereiche an der Bewegung mitwirken. Eine Delfinbewegung beim Schwimmen, bei der viele Gelenksysteme des Körpers beteiligt sind, erfordert ausreichende globale Beweglichkeit (vgl. ebd.).

### **Statische Beweglichkeit**

Das Halten einer Gelenkstellung über einen bestimmten Zeitraum, d.h. mehrere Sekunden bis zu einer Minute, wird als statische Beweglichkeit bezeichnet. Das Halten der Gelenkstellung erfolgt ausschließlich über Muskelkraft, die Endposition hingegen kann aktiv oder passiv eingenommen werden (vgl. THIENES 2000; WEINECK 2002; GROSSER U.A. 2001).

### **Dynamische Beweglichkeit**

Die dynamischen Bewegungsamplituden übertreffen die statischen und werden z.B. durch Wippen oder Nachfedern erreicht. Die Gelenkwinkelstellung wird nur für einen kurzen Zeitpunkt eingenommen. Ausholbewegungen bei leichtathletischen Würfen oder auch Spreizsprünge in gymnastischen Sportarten sind Beispiele für die dynamische Beweglichkeit (vgl. ÜCKERT 2003, 138).

#### **2.3.4.2 Testverfahren zur Erfassung der Beweglichkeit**

Ein fundamentaler Bestandteil optimaler sportlicher Leistung ist die Beweglichkeit, die es, wie auch bei den bereits behandelten konditionellen Fähigkeiten Kraft, Ausdauer und der koordinativen Fähigkeit Gleichgewicht, zu überprüfen gilt. Nicht nur im Sport, sondern vor allem in der Orthopädie und Physiotherapie ist die Erfassung der Gelenkbeweglichkeit Inhalt der Eingangsuntersuchung. Im Blickpunkt steht die aktive und passive Gelenkbeweglichkeit (vgl. BÖS 2001; SOMMER 2004), die mithilfe von Winkelmessungen einzuordnen ist. Die Objektivierung der Gelenkigkeit kann nach NEUMAIER (1983, 68) durch die Messung des Bewegungswinkels oder des Abstandes zwischen einem Körper- und einem Bezugspunkt in Zentimeter erfolgen. Die Komplexität der Beweglichkeit und in ihrer Eigenschaft als Mischform aus Koordination und Kondition macht es schwer, diese gemäß den Gütekriterien für leistungsdiagnostische Verfahren zu überprüfen. Gelenkigkeitstests können durch Emotionen und damit verbundener Verspannung der an den Gelenken beteiligten Muskulatur verfälscht werden. Ein erhöhter Muskeltonus durch ein starkes Training oder körperliche Ermüdung führt zu einer verspannten Muskulatur und somit zu einer geringeren Bewegungsweite. Weitere Faktoren, die die Testergebnisse bei Beweglichkeitsmessungen beeinflussen können sind der Aufwärmungsgrad der Muskula-

tur, aber auch Tageszeit und Temperatur (vgl. GROSSER 1981, 45 ff.). BÖS (2001, 216) merkt an, dass beispielsweise die in der Praxis häufig für die Untersuchung der Gelenkbeweglichkeit verwendete „Neutral-Null-Methode“ nach DEBRUNNER (1966) nicht den an einen Test angelegten Gütekriterien entspricht. Generell von eingeschränkter Messgenauigkeit der bestimmten Gelenkwinkel spricht SOMMER (2004, 4), der betont, dass die Präzision der Messung von der Festlegbarkeit der den Winkel bestimmenden Schenkel, die nur als Orientierung dienen können, vorgegeben wird.

Die angesprochenen Faktoren zur Bewertung von Beweglichkeitstests sollen hinsichtlich einer kritischen Betrachtung sensibilisieren. Dennoch zeigt die Praxis, dass Gelenkigkeitstests in Sport, Prävention und Rehabilitation ihre Berechtigung haben. Neben sportmotorischen Tests zum Testen der Beweglichkeit lassen sich noch biomechanische und sportmedizinische Verfahren sowie Muskelfunktionsüberprüfungen nennen.

### **Sportmotorische Tests**

Die Bestimmung der Gelenkigkeit, also die Schwingungsweite im Gelenk, erfolgt bei sportmotorischen Tests vorrangig mit dem Zentimetermaß oder dem Goniometer, der in seiner einfachsten Form ein Winkelmesser ist und auch bei sportmedizinischen Testverfahren zum Einsatz kommt (vgl. BORMS/ROY 1996, 117 ff.). Am leichtesten lässt sich die statische Beweglichkeit über Winkelgrade oder den Abstand zwischen Körper- und Bezugspunkt bestimmen. Im Vordergrund der sportmotorischen Testverfahren steht die Überprüfung der Beweglichkeit der Wirbelsäule, der Schulter- und Hüftgelenke. Dies zeigen z.B. auch die nachfolgend abgebildeten Testverfahren (vgl. Tab. 10).

Tab. 10 Auswahl an sportmotorischen Testverfahren in Anlehnung an BÖS (2000) und FETZ/KORNEXL (1993)

Verfahren	Ziel	Quelle
Schober-Test	Bewegungsausmaß der Wirbelsäule und Erfassung von Beweglichkeitseinschränkungen	SCHOBER (1937)
Neutral-Null-Methode	Funktionsstörungen und Diagnose von Beweglichkeitseinschränkungen	DEBRUNNER (1966)
Inklinometerverfahren	Bewegungsausmaß der Wirbelsäule und Erfassung von Beweglichkeitseinschränkungen	LOEBL (1967)
Finger-Boden-Abstand (FBA)	Screening-Test zur Beurteilung der Beweglichkeit der Wirbelsäule	BUCKUP (1995)
Armführen über die Hochhalte in die Rückhalte	Gelenkigkeit im Schultergürtel	BEUKER (1976); BÖS (1987); FETZ/KORNEXL (1993)
Rumpfbeugen vorwärts	statische Gelenkigkeit im Hüftgelenk und in der Lendenwirbelsäule	BEUKER (1976); BÖS (1987); FETZ/KORNEXL (1993)
Rumpfbeugen seitwärts	Gelenkigkeit in der Wirbelsäule	FETZ/KORNEXL (1993)
Seitgrätschen in der Rücklage	statisch-aktive Gelenkigkeit im Hüftgelenk	FETZ/KORNEXL (1993)
Seitgrätschen im Stand	passive Gelenkigkeit im Hüftgelenk	FETZ/KORNEXL (1993)
Beinspreizen vorwärts im Stand an der Wand oder Sprossenwand	passive Gelenkigkeit im Hüftgelenk	FETZ/KORNEXL (1993)

Als biomechanisches und sportmedizinisches Verfahren zur Überprüfung der Beweglichkeit wird die Goniometrie, gemeint ist die Bestimmung von Veränderungen der Gelenkwinkel, verwendet. Zum Einsatz kommen auch die Elektromyografie und Röntgenologie sowie kinematografische Verfahren. Letztere helfen zur Objektivierung bei schnellkräftigen sportlichen Techniken, bei denen Gelenkwinkelveränderungen im Vergleich zu vorhandenen Bewegungsmöglichkeiten im Gelenk gesehen werden (vgl. NEUMAIER/RIEDER 1992, 58 ff.). Muskelfunktionsüberprüfungen dienen als Mittel zur subjektiven Kontrolle von Beweglichkeitskomponenten (vgl. ebd.). Die Subjektivität und das damit verbundene Fehlerrisiko bei Muskelfunktionstest spielen auch in den Darstellungen von JANDA (2002, 3) eine wichtige Rolle. Er fordert zur Gewährleistung einer möglichst hohen Objektivität von Muskelfunktionstests genau festgelegte Verfahrensweisen bei der Untersuchung motorischer Stereotype. Die Analyse der Beweglichkeit bzw. des Bewegungsausmaßes geht der Kraftbestimmung des

Muskels voran. Der Untersucher misst vor dem eigentlichen Muskelfunktions-test das höchstmögliche passive Ausmaß der Bewegung (vgl. ebd., 6 f.).

### **Sportartspezifische Leistungsvoraussetzungstests**

In vielen Sportarten dient die Beweglichkeit der Verletzungsprävention und der optimalen Bewegungs- und Kraftentfaltung. Die Bewegungsweite in den Gelenken und die davon abhängige Dehnfähigkeit stehen nicht im Vordergrund des Trainings. Ganz anders sieht es in kompositorischen Sportarten wie dem Kunstturnen, der rhythmischen Sportgymnastik oder dem Voltigieren aus, wo ein hohes Maß an Beweglichkeit in einer Vielzahl von Gelenksystemen verlangt wird. So gibt es im Turnen Leistungsvoraussetzungstests, die unter anderem sportartspezifisch die Beweglichkeit abprüfen. Der Deutsche Turnerbund (DTB 2002) unterscheidet zwischen allgemeiner, sportartgerichteter und sportartspezifischer Beweglichkeit. Ziel dieser drei Stufen ist zunächst die freie passive Gelenkbeweglichkeit, die mit Bogengängen, verschiedenen Spagaten und Rumpfbeugen abgeprüft wird. Als sportartgerichtet wird die Beweglichkeit bezeichnet, wenn in den geforderten Elementen wie Vor- oder Seitspreizen aktiv und passiv eine hohe Bewegungsweite erreicht wird. In der sportartspezifischen Beweglichkeit werden zuvor genannte Faktoren unter speziellen Anforderungen z.B. im Spitzwinkelstütz am Barren getestet (vgl. DTB 2002, 15). Selbst die Anforderungen der Eingangsstufe an Beweglichkeitstests beim Turnen übersteigt das Maß an normal-sportlicher Beweglichkeit bei Weitem.

## **2.3.5 Leistungsdiagnostik der Schnelligkeit**

### **2.3.5.1 Bestimmung der Schnelligkeit**

Die Schnelligkeitsfähigkeit ist wie die Beweglichkeit eine Mischform aus Kondition und Koordination sowie in der Literatur nicht eindeutig zugeordnet (vgl. BAUERSFELD/SCHRÖTER 1981; MATWEJEW 1981). Die Problematik der Zugehörigkeit besteht darin, dass die Schnelligkeit einerseits in energetischen und damit konditionellen Prozessen begründet ist, andererseits auf zentral-nervösen Steuerungsprozessen basiert. Schnelligkeit ist somit eine koordinativ-konditionelle Fähigkeit, auf einen Reiz in möglichst kurzer Zeit gegen geringe

äußere Widerstände maximal schnell und mit höchstmöglicher Bewegungsgeschwindigkeit zu reagieren (vgl. MARTIN U.A. 1993, 147). Die koordinativ-konditionelle Komponente der Schnelligkeit lässt sich um die Psyche als weitere Komponente ergänzen. Die höchstmöglichen Reaktions- und Bewegungsgeschwindigkeiten basieren zusätzlich auf kognitiven Prozessen und maximaler Willenskraft (vgl. GROSSER 1991, 13). Die motorische Schnelligkeit tritt im Sport auf verschiedene Arten in Erscheinung. So können Reaktionsschnelligkeit, elementare und komplexe Schnelligkeitsformen (vgl. Tab. 11) voneinander abgegrenzt werden (vgl. GROSSER U.A. 2001, 88 ff.). Diese Unterteilung wird im Folgenden als Basis dienen, obwohl in der Literatur auch andere Einteilungen der Schnelligkeit gewählt werden. So differenziert z.B. LETZELTER (1994) zwischen Reaktionsschnelligkeit, zyklischer und azyklischer Schnelligkeit.

Tab. 11 Praxisorientierte Schnelligkeitsformen und ihre primären Einflusskomponenten (modifiziert nach GROSSER U.A. 2001, 89)

Übergeordnete Charakterisierung	Eigenständige Schnelligkeitsfähigkeit	Elementare Schnelligkeitsfähigkeiten		Komplexe Schnelligkeitsfähigkeiten			
		Aktionsschnelligkeit	Frequenzschnelligkeit	Kraftschnelligkeit	Sprintkraft	Kraftschnelligkeitsausdauer	Sprintausdauer
Schnelligkeitsform	Reaktionsschnelligkeit	Aktionsschnelligkeit	Frequenzschnelligkeit	Kraftschnelligkeit	Sprintkraft	Kraftschnelligkeitsausdauer	Sprintausdauer
Bewegungsform		azyklisch	zyklisch	azyklisch	zyklisch	azyklisch	zyklisch
Beispiel		Tischtennischlag	Skipings	Wurf, Sprung	Laufbeschleunigung	Fechten, Boxen	Sprint über 60 m
Primäre Einflusskomponenten	Antizipation, Wahrnehmung, Informationsverarbeitung, Impulsübertragung, Latenzzeit	Zeitprogramme, intermuskuläre Koordination		Zeitprogramme, Schnellkraft		Zeitprogramme, spezifische Ausdauer	

### Reaktionsschnelligkeit

Die Fähigkeit, auf einen Reiz in kürzester Zeit zu reagieren, wird als Reaktionsschnelligkeit bezeichnet (vgl. WEINECK 2002, 396). Ein typisches Merkmal der Reaktionsschnelligkeit ist beim leichtathletischen Sprint zu finden, bei dem der Sportler beim Wahrnehmen des Startsignals in möglichst kurzer Zeit aus den Startblöcken kommen muss. Die Reaktion kann aber nicht nur über ein akusti-

ches Signal wie beim Startschuss, sondern auch optisch und taktil erfolgen (vgl. HILIBRECHT/HILIBRECHT 2003, 115).

### **Elementare Schnelligkeitsfähigkeiten**

Nach GROSSER U.A. (2001, 91.) sind die Aktions- und die Frequenzschnelligkeit elementare Schnelligkeitsfähigkeiten. Bei der Aktionsschnelligkeit handelt es sich um eine Fähigkeit, einmalige und somit azyklische Bewegungen mit höchster Geschwindigkeit gegen geringe Widerstände zu absolvieren. Beim Voltgieren wird diese Fähigkeit benötigt, um aus dem Sitzen in den Handstand zu schwingen. Wiederholende gleiche und somit zyklische Bewegungen mit höchster Geschwindigkeit gegen geringe Widerstände auszuführen, wie z.B. bei Beintappings, sind Kennzeichen der Frequenzschnelligkeit (vgl. WEINECK 2002, 396 f.).

### **Komplexe Schnelligkeitsfähigkeiten**

Kraftschnelligkeit, Sprintkraft, Kraftschnelligkeitsausdauer und Sprintausdauer können als komplexe Schnelligkeitsfähigkeiten betrachtet werden. GROSSER U.A. (2001, 92) definieren im Einzelnen:

- „Kraftschnelligkeit = Schnelligkeitsleistung gegenüber höherem Widerstand in azyklischen Bewegungen (z.B. Absprung nach Anlauf) [...]
- Kraftschnelligkeitsausdauer (= Schnellkraftausdauer) = Widerstandsfähigkeit gegen ermüdungsbedingten Geschwindigkeitsabfall bei azyklischen Schnellkraftbewegungen (z.B. häufige Würfe nacheinander oder wiederholte Kampfkationen)
- Sprintkraft = Schnelligkeitsleistungen gegenüber höheren Widerständen in zyklischen Bewegungen (z.B. Beschleunigungsfähigkeit beim Sprintlauf) [...]
- Sprintausdauer (= maximale Schnelligkeitsausdauer) = Widerstandsfähigkeit gegen ermüdungsbedingten Geschwindigkeitsabfall bei maximalen Schnelligkeitsleistungen in zyklischen Bewegungen.“

### **2.3.5.2 Testverfahren zur Erfassung der Schnelligkeit**

Vor allem in den Laufdisziplinen wie dem leichtathletischen Sprint ist das Messen von Schnelligkeitsleistungen ein regelmäßiger Bestandteil des Trainings, um Leistungsentwicklungen dokumentieren und eine gezielte Trainingsteuerung vornehmen zu können. Betrachtet man die leistungsbestimmenden Faktoren z.B. beim 100-Meter-Sprint, so sollte zunächst geklärt werden, welche Schnelligkeitsbereiche im Blickpunkt des Interesses liegen. So steht in der Startphase die Reaktionsfähigkeit im Vordergrund. Es folgen die Beschleunigungsfähigkeit, die maximale Sprintfähigkeit und zuletzt die Sprintausdauerfähigkeit (vgl. GROSSER/NEUMAIER 1988, 28). Gemessen wird in modernen Sprintzentren mit einer Lichtschrankenanlage. Aber auch die klassische Zeiterfassung mittels Stoppuhr findet in der Praxis ausschließlich oder ergänzend zur Lichtschrankenanlage Anwendung. Neben den Lichtschranken-Messapparaturen helfen auch Reaktometer zur Erfassung der Reaktionsschnelligkeit und Highspeed-Kameras, um exakte Zeiten zu erhalten. Die Schnelligkeitsfähigkeiten können auch bei entsprechend hoher Standardisierung des Testverfahrens als sportmotorischer Test durchgeführt werden. Tabelle 12 stellt in Anlehnung an RAPP/SCHODER (1977), FETZ/KORNEXL (1993) und GROSSER U.A. (2001) eine Auswahl an sportmotorischen Tests zur Erfassung der Schnelligkeit dar. Natürlich haben auch sportmotorische Schnelligkeitstests ihre Grenzen.

Tab. 12 Auswahl an sportmotorischen Tests zur Erfassung der Schnelligkeit in Anlehnung an RAPP/SCHODER (1977), FETZ/KORNEKL (1993) und GROSSER U.A. (2001)

<b>Verfahren</b>	<b>Ziel</b>	<b>Quelle</b>
100-Yard-Shuttle-Run	Schnelligkeit	FLEISHMAN (1964)
50-Yard-Sprint	Schnelligkeit	AAHPER (1965)
50m-Sprint	Schnelligkeit	KIRSCH (1968)
Reaktionstest	Reaktions- und Kraftschnelligkeit	LUT-TER/SCHRÖDER (1972)
Klatschtest	Aktions- und Kraftschnelligkeit	LUT-TER/SCHRÖDER (1972)
Skipping	Aktions- und Kraftschnelligkeit	LUT-TER/SCHRÖDER (1972)
Wendelauf im Volleyballfeld	Schnelligkeit, vornehmlich der Schnellkraft	EULENRING U.A. (1977)
Slalomlauf	Schnelligkeit	EULENRING U.A. (1977)
20 m-Sprint	Kraftschnelligkeit, Reaktionsschnelligkeit und Aktionsschnelligkeit mit den Beinen	FETZ/KORNEKL (1993)
Stabfassen	Reaktionsschnelligkeit	FETZ/KORNEKL (1993)
Einarmiges Tapping	zyklische Aktionsschnelligkeit der Arme	FETZ/KORNEKL (1993)
Einbeiniges Tapping	Aktionsschnelligkeit der unteren Extremität	FETZ/KORNEKL (1993)
Test 9-3-6-3-9 für Volleyballer (und andere Spieler)	komplexe Frequenzschnelligkeit der Beine	GROSSER/STARISCHKA (1986)
20/30-m-Sprint fliegend	Frequenzschnelligkeit der Beine	GROSSER/STARISCHKA (1986)
Japan-Test für alle Sportler	Frequenzschnelligkeit der Beine	GROSSER/STARISCHKA (1986)
Tests für Fußballspieler	Frequenzschnelligkeit der Beine	WEINECK (1992)
Connors-Test für Tennisspieler	Frequenzschnelligkeit der Beine	GROSSER U.A. (2001)
Nieder-Hoch-Sprung	azyklische Zeitprogramme	GROSSER U.A. (2001)

### **2.3.6 Leistungsdiagnostische und sportmotorische Testverfahren im Voltigiersport**

Auch wenn die wissenschaftlichen Arbeiten zum Voltigiersport die Zahl 100 mittlerweile deutlich überschritten haben, bleibt festzuhalten, dass die Themen Leistungsdiagnostik und sportmotorische Testverfahren bislang eher spärlich behandelt worden sind. So befasste sich ZÜLOW (2006) mit den physiologischen Belastungen von Einzelvoltigierern im Training und im Wettkampf. Sie testete 21 Probanden mit einem mittleren Alter von 23,14 Jahren, von denen aber nur wenige Probanden an allen Untersuchungen teilnahmen. Neben der Erhebung anthropometrischer Daten, der Erfassung des BMI, das Festhalten trainingspezifischer Daten untersuchte sie Kraft, Koordination und Ausdauer mittels folgender Verfahren: Die Kraftwerte der Bauchmuskulatur wurden anhand der Abdominal Press im Sitzen, die der Rückenstrecker-muskulatur mittels Back Extension im Sitzen erhoben. Der Einsatz des Bench Press im Sitzen diente zur Bestimmung der isometrischen und dynamischen Kraft des M. pectoralis major, M. deltoideus, M. triceps brachii und des M. biceps brachii. Zur Erfassung der Sprungkraft bediente sich ZÜLOW des Counter Movement Jumps, der auf einer Kraftmessplatte zur Kennzeichnung der Sprunghöhe durchgeführt wurde. Die Gleichgewichtsfähigkeit testete sie in verschiedenen Standpositionen auf dem Posturomed, dessen Schwingungen mittels einer speziellen Software festgehalten wurden. Die Leistungsdiagnostik wurde mit Laktatmessungen in der Trainings- und Wettkampfsituation sowie durch Spiroergometrie zur Bestimmung der Ausdauer abgerundet.

Für die Kraftdiagnostik kam ZÜLOW zu dem Schluss, dass Frauen bei Bench- und Abdominal Press relativ besser abschneiden als ihre männlichen Kollegen. Männer hingegen weisen beim Counter Movement Jump bessere absolute wie auch relative Werte vor. Vorteile für die Männer aufgrund geschlechtsspezifischer Körperkonstitutionen sieht ZÜLOW (2006, 89) für die Anforderungen des Voltigiersports nicht. Sie behauptet zudem, dass die maximale Krafft-fähigkeit im Voltigiersport kein wesentliches Beanspruchungsmerkmal ist. Die Betonung liegt in diesem Zusammenhang auf der Wichtigkeit der intermuskulären Koordination als entscheidende Leistungskomponente. Zusammenfassend hält sie für

die Kraftdiagnostik fest, dass die Männer zwar in den absoluten Kraftwerten überlegen sind, die Frauen aber bei den relativen Kraftwerten gleich stark oder teilweise besser sind (vgl. ZÜLOW 2006, 1005). Erwähnt wird, dass die Probanden das Posturomed als geeignetes Gerät zur Schulung des Gleichgewichts betrachten. Ergebnisse des Gleichgewichtstests werden nicht eingeordnet. Es sollte an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass lediglich sieben Probanden an der Kraft- und Koordinationsdiagnostik teilgenommen haben.

Für die Ausdauer hält sie folgende Ergebnisse fest:

„Die spiroergometrische Ausdauerdiagnostik mittels 5-minütigen Stufentests auf dem Laufband ermittelte den anaeroben Übergang bei den weiblichen Voltigierern bei  $3,43 \pm 0,24$  [mmol/l]. Der Übergang der Herren lag bei  $3,92 \pm 0,36$  [mmol/l]. Aufgrund des Leistungsparameters Herzfrequenz und der metabolischen Funktionsgröße Laktat sind die untersuchten Voltigierer als maximal ausbelastet einzustufen. Die Gruppe der Damen kann mit ihrem diagnostizierten Mittelwert der relativen maximalen Sauerstoffaufnahme von  $42,50 \pm 3,08$  [V&O 2ml/kg·min<sup>-1</sup>] als wenig trainiert beurteilt werden. Die Gruppe der Herren wird mit  $57,60 \pm 3,21$  [V&O 2 ml/kg·min<sup>-1</sup>] als gut trainiert bezeichnet.“ (ZÜLOW 2006, 105)

Laktat wurde bei den Probanden auch nach Pflicht und Kür im Wettkampf gemessen. Die Laktatkonzentrationen lassen den Schluss zu, dass Belastungen im Einzelvoltigieren in den Bereich der anaeroben Mittelzeitdauer bzw. der Langzeitausdauer eingeordnet werden können (ebd., 105). Herzfrequenz- und Laktatmessungen beim Voltigieren lagen auch der Arbeit von KROPP (1996) zugrunde. Untersucht wurden 18 Voltigierer, die nicht dem Spitzensport zuzuordnen sind. Als Methode zur Bestimmung der oben genannten Messungen bediente sich KROPP eines Stufentests auf dem Fahrradergometer sowie Laktatmessungen im Voltigiertraining. Sie fand heraus, dass die Laktatkonzentrationen während des Voltigierens oberhalb der anaeroben Schwelle der Fahrradergometrie liegen. Im Wettkampf wurden höhere Laktat-, Adrenalin- und Noradrenalinwerte als im Training gemessen.

Die Kraftleistungsdiagnostik und die Erfassung des Gleichgewichts waren auch Gegenstand einer Untersuchungsreihe des Provinzialverbandes westfälischer Reit- und Fahrvereine in Zusammenarbeit mit dem Olympiastützpunkt Westfalen in Warendorf. 14 Voltigierer wurden zu Beginn des Wintertrainings im Dezember 2004 und zum Ende der Vorbereitungsphase im März 2005 untersucht. Getestet wurde mittels isokinetischer Kraftgeräte, Leg Curl und Leg Extension

für die Beine sowie Back Extension für die Rückenstrecker Muskulatur. Die Sprunghöhe wurde mit dem Drop Jump auf einer Matte zur Messung der Bodenkontaktzeit und der Flugzeit erfasst. Zur Bestimmung der Armkraft (One Repetition max.) diente das Frontdrücken im Sitzen mithilfe einer Langhantel. Das Gleichgewicht wurde mit dem Storchstand auf dem Therapiekreisel und einer entsprechenden Zeitmessung erfasst. Die Bewegungen auf dem Kreisel wurden mit Videoaufnahmen kontrolliert. Absolut wie auch relativ verfügten die Männer im Durchschnitt über mehr Bein- und Rückenkraft. Trotz einer längeren Bodenkontaktzeit erreichten die Männer beim geschlechtsspezifischen Vergleich im Durchschnitt eine größere Sprunghöhe. Beim Schulterdrücken bewältigten die Damen rund 60 %, die Männer rund 80 % des eigenen Körpergewichts. Lediglich im Storchstand auf dem Kreisel erzielten die Damen bessere Werte als die Männer. Diese Ergebnisse stehen teilweise im Widerspruch zu den Resultaten der Kraftdiagnostik von ZÜLOW (2006).

## **2.4 Das vegetative Nervensystem**

### **2.4.1 Vegetatives Nervensystem vs. somatisches Nervensystem**

Das Nervensystem des Menschen kann auf mehrere Arten differenziert werden. So wird zum Beispiel das zentrale Nervensystem (ZNS) mit seinen Bestandteilen Gehirn und Rückenmark vom peripheren Nervensystem (PNS), welches die sensiblen und motorischen Leitungsbahnen außerhalb des ZNS umfasst, abgetrennt (vgl. TREPEL 1995, 1). Des Weiteren ist eine Unterteilung in das somatische und vegetative Nervensystem möglich (vgl. ebd., 1).

Das somatische Nervensystem mit seinen Neuronen der Skelettmuskulatur und der Sinnesorgane etc. innerviert auf der motorischen Ebene die quer gestreifte Muskulatur und sorgt sensibel für eine bewusste Wahrnehmung der Körperumwelt (vgl. SILBERNAGL/DESPOPULUS 2007, TREPEL 1995)<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Das somatische Nervensystem steuert vornehmlich willkürliche Prozesse und „reagiert auf Reize aus der Umwelt meist wieder mit einer Antwort nach außen“ (SILBERNAGL/DESPOPULUS 2007, 78). Weitere Aufgaben und detaillierte Ausführungen sind zum Beispiel MARKWORTH 2003, SILBERNAGL/DESPOPULUS 2007 oder TREPEL 1995 zu entnehmen.

Das vegetative Nervensystem, dessen oberstes Befehlszentrum der Hypothalamus ist, hat die Steuerung der autonomen Prozesse inne. Damit sind die Aktivitäten des Körpers gemeint, die weitestgehend ohne willkürliche Kontrolle vollzogen werden (vgl. SILBERNAGL/DESPOPULUS 2007, TREPEL 1995). MARKWORTH (2003, 118) exponiert die Regelung der Anpassungsvorgänge bei körperlicher Arbeit oder intensiver sportlicher Belastung. TREPEL (1995, 245) differenziert die Innervation der glatten Muskulatur der Organe, Eingeweide und Gefäße, aber auch die der endokrinen und exokrinen Drüsen. Aus deren Aktivierung resultieren situationsangepasste Veränderungen der vegetativen Parameter Atmung, Herz-Kreislauf, Körpertemperatur, Stoffwechsel, Verdauung und Fortpflanzung (vgl. ebd., 245).

Hinsichtlich seiner Funktionen und Strukturen sind innerhalb des peripheren VNS zwei Teilsysteme gegeneinander abzugrenzen: der Parasympathikus und der Sympathikus. Sie wirken meistens antagonistisch und sind bis auf wenige Ausnahmen beide an der Steuerung der Funktion der inneren Organe beteiligt (vgl. TREPEL 1995, SCHÄFFLER/SCHMIDT 1996). Während dem Sympathikus eher aktivitätssteigernde Effekte zugeschrieben werden, sorgt der Parasympathikus nach TREPEL (1995, 245) eher für eine „Konservierung und einem Wiederaufbau der Körperenergien“ (ebd., 245). Einen grafischen Überblick über die Anatomie und Funktionsbereiche des vegetativen Nervensystems zeigt Abb. 19.

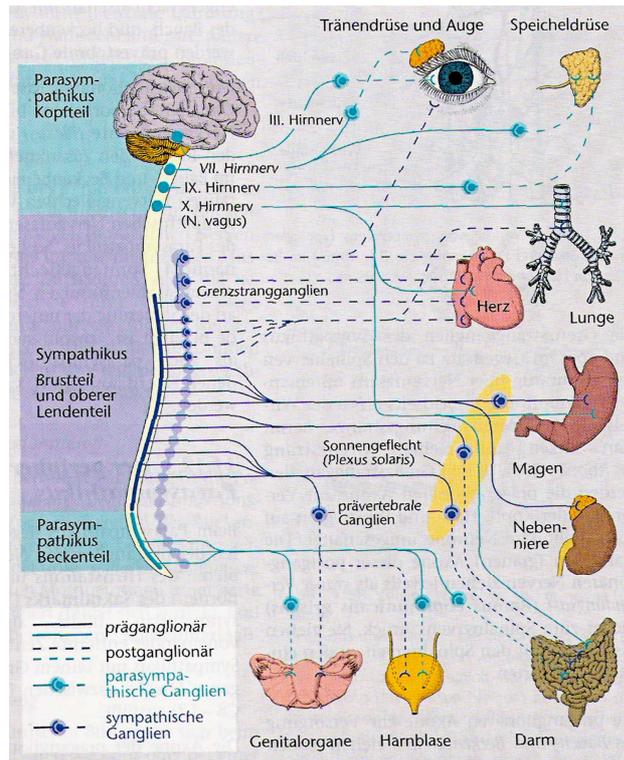


Abb. 19 Übersicht über Anatomie und Funktionsbereiche des vegetativen Nervensystems ( aus: SCHÄFFLER/SCHMIDT 1996, 189)

Eine besondere Rolle spielen in diesem Zusammenhang die Überträgerstoffe. Neben Acetylcholin wirken Adrenalin und Noradrenalin als bedeutende Transmitter (Botenstoffe). Die beiden Letztgenannten werden hinsichtlich ihrer wesentlichen Aufgaben im sympathischen System auch als „Stresshormone“ oder Katecholamine bezeichnet (vgl. DE MARÉES 2002, STROBEL 2002). Adrenalin und Noradrenalin werden bei einem entsprechenden neuralen Reiz unter anderem aus dem Nebennierenmark ausgeschüttet. Das „Hormongemisch“ (DE MARÉES 2002, 100) besteht aus ungefähr 80 % Adrenalin und aus etwa 20 % Noradrenalin (vgl. DE MARÉES 2002, HORN U.A. 2005).

#### 2.4.2 Aktiviertheit des vegetativen Nervensystems

Die Katecholamine bewirken eine schnelle Anpassung des Organismus an erhöhte Stoffwechselanforderungen. Die sogenannten „Flight- und Fight-Hormone“ (STROBEL 2002, 102) des Sympathikus agieren beispielsweise bezogen auf die Herzfunktion als fördernder Anteil, indem die Herzfrequenz erhöht

wird (vgl. ebd., 102). Der Parasympathikus arbeitet dabei inhibierend (DE MARÉES 2002, 251). Neben körperlicher Aktivität führen auch psychischer Stress und Schlafmangel konsekutiv zu einem erhöhten Sympathikotonus (vgl. MARKWORTH 2003, KÖNIG U.A. 2000). KÖNIG U.A. (2000, 248) sehen eine Verbindung zwischen einem stressinduzierten Anstieg des Sympathikus und einer daraus resultierenden Immunsuppression bei Sportlern. MARKWORTH (2003, 120) merkt an, dass es denkbar ist, dass der Sympathikus durch zu häufig auftretende emotionale Belastungen im beruflichen und privaten Alltag unnötig oft angeregt und damit das Entstehen verschiedener Erkrankungen begünstigt wird. STROBEL (2002a, 85) führt in diesem Zusammenhang Depressionen, Hypertonie oder Thrombose als potenzielle Krankheiten an. Stressauslösende Situationen können zum Beispiel auch bestimmte berufliche Tätigkeiten sein. Nach einer Untersuchung von YAMAMOTO U.A. (1999, 27) zeigte sich unter anderem bei Chirurgen während der Operation eine erhöhte AdrenalinKonzentration im Urin, sowie ein erhöhtes Herzfrequenzverhalten.

Körperliche Aktivität bzw. Sport verhält sich bei der Aktivierung des VNS ambivalent. Moderat durchgeführte Ausdaueraktivitäten regulieren das sympathiko-adrenerge System und werden daher auch als therapeutische Maßnahme eingesetzt (vgl. RIEDEL 2005, STROBEL 2002a). Gleichzeitig können hoch intensive Trainingseinheiten oder Übertraining aber auch klinische Beschwerden durch Stress auslösen (vgl. KÖNIG U.A. 2000, STROBEL 2002a). „Unter intensiver erschöpfender körperlicher Belastung“ (STROBEL 2002, 103) ist ein Anstieg der Katecholaminkonzentration um bis zu 20 bis 50 % zu verzeichnen (vgl. ebd., 103).

Neben dem Gesundheitsaspekt sind die Katecholamine auch für die Trainingssteuerung, Wettkampfanalyse und Leistungsdiagnostik bedeutsam. ZIMMERMANN U.A. (1983, 280) legen dar, dass der Quotient Noradrenalin/Adrenalin<sup>17</sup> (NA/A) Spiegelbild des Verhältnisses von physischer zu psychischer Belastung

---

<sup>17</sup> Die Bestimmung der Ausschüttung der Stresshormone Noradrenalin und Adrenalin kann beispielsweise mittels Blut- oder Urinanalyse erfolgen (vgl. SAWELLION 2001, STROBEL 2002a, ZIMMERMANN 1986). Die von ZIMMERMANN (1986) vorgeschlagene Methode nutzt die Ausscheidungsrate von Adrenalin und Noradrenalin im Urin zur Diagnostik der Sympathikusaktivität (vgl. SCHÜRMAN 1997, ZIMMERMANN 1986). Auf diese Methode wird auch in der eigenen Untersuchung zurückgegriffen.

ist. Die optimale Leistung in Wettkämpfen erreichen Sportler nach ZIMMERMANN (1986, 142) bei einem NA/A-Quotientenbereich zwischen drei und sechs. Es ist festzustellen, dass der NA/A-Quotient deutlich unter fünf sinkt, wenn sich ein Sportler vor dem Wettkampf befindet oder generell, wenn eine Situation als psychisch belastend erlebt wird (vgl. ZIMMERMANN U.A. 1983, 280). So zeigen Untersuchungen unter Trainings- und Wettkampfbedingungen, dass Athleten bei NA/A-Quotienten unter zwei die erwarteten Leistungen nicht mehr erbringen können (ZIMMERMANN 1986, 142). Diese Auffassung bestätigt auch JARMOLUK (1989, 140) bei der Interpretation der Ergebnisse ihrer Langzeitstudie von Weltklasseathletinnen im Judo. ABD EL-RAHMAN (2001, 57) konnte in seiner Untersuchung an Beachvolleyballern der nationalen und internationalen Spitze nachweisen, dass Athleten mit einem im Wettkampf vorhandenen NA/A-Quotienten von unter drei nervös und gereizt agierten. Außerdem ließ sich eine Diskrepanz zwischen der Stresshormonausscheidungsrate im Wettkampf und Training feststellen (vgl. ebd. 66). Eine Darstellung der verschiedenen Aktivitätsbereiche gibt Tabelle 13 wieder.

Tab. 13 Noradrenalin/Adrenalin-Quotienten und die Aktivitätsbereiche des Sympathikus nach ZIMMERMANN (vgl. RIEDEL 2005, ABD EL-RAHMAN 2001, ZIMMERMANN 1986)

Noradrenalin/Adrenalin-Quotient (NA/A)	Aktivitätsbereich des Sympathikus
0 – 3	überaktiv, nervös
3 – 7	aufmerksam, konzentriert
> 7	entspannt, ruhig

Um mit dem optimalen Aktivitätsbereich in den Wettkampf zu starten, wird dem optimalen Aufwärmprogramm am Wettkampftag eine große Bedeutung beigegeben (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001, JARMOLUK 1989, ZIMMERMANN 1996).

„Am Wettkampftag setzen die Athleten hierzu eine große Muskelmasse mit niedriger Intensität und mit Beherrschung des Koordinationsmusters ein. Idealerweise werden zyklische Bewegungsabläufe über eine Dauer von mindestens 30 Minuten durchgeführt.“ (ABD EL-RAHMAN 2001, 58)

Leistungsträger einer Mannschaft trainierten bei Untersuchungen von ZIMMERMANN (1986, 142) im optimalen NA/A-Quotientenbereich. Die Autorin kommt

daher zum Schluss, dass im Training „ähnlich niedrige Quotienten erreicht werden müssen, um die für den Leistungsvergleich im Wettkampf erforderliche Wettkampfstabilität zu erreichen“ (ebd., 142). Athleten, die eine deutliche Diskrepanz zwischen Wettkampf- und Trainingsleistung aufweisen, zeigen niedrige NA/A-Quotienten im Wettkampf. Im Training werden bei ihnen dagegen eher hohe NA/A-Quotienten (Cat-Q NA/A > 6) dokumentiert (vgl. ebd., 142).

Neben der Trainings- und direkten Wettkampfanalyse ist eine gesteigerte Sympathikusaktivität auch mit einer Beeinträchtigung des Schlafverhaltens und daraus resultierenden Leistungsminderung im Alltag und speziell im Wettkampf in Verbindung zu bringen. ZIMMERMANN (1996, 280) hebt hervor, dass ein erholsamer Schlaf (Morgenwert Cat-Q NA/A >10) einen positiven Einfluss auf die Wettkampfleistung und die Regenerationsfähigkeit an Trainingstagen hat. Bei einem geminderten Schlafvermögen (Morgenwert Cat-Q NA/A < 8) (vgl. ebd., 280) ist hingegen eine leistungsbeeinträchtigende Nervosität zu erwarten (vgl. ZIMMERMANN 1996, ZULLEY/HAYAK 2005). Ähnlich wie in der Vorstartsituation empfiehlt ZIMMERMANN (1996, 282), den NA/A-Quotienten auch vor dem Schlafengehen günstig zu beeinflussen. So ist es dem Athleten scheinbar auch hier möglich, durch körperliche Bewegung wie „Spaziergehen oder ausgewählte gymnastische Maßnahmen“ (ebd., 282) eine positive Einwirkung auf sein vegetatives Nervensystem zu haben. Mentale Techniken mit Muskelaktivierung und dem Einbau von Atemübungen sind nach ZIMMERMANN (ebd., 282) rein mentalen Techniken zur psychovegetativen Regulation vorzuziehen.

## **2.5 Die Muskelfasertypisierung**

### **2.5.1 Faserzusammensetzung und Muskelarbeit**

Die quer gestreifte Skelettmuskulatur ist in ihrer Gesamtheit aus verschiedenen Muskelfasern zusammengesetzt. Im Wesentlichen werden langsam zuckende rote Typ-I-Fasern (slow twitch fibers) von schnell zuckenden weißen Typ-II-Fasern (fast twitch fibers) abgegrenzt (vgl. DE MARÉES 2002, FROBÖHSE/FIEHN 2003, GROSSER U.A. 2001). Innerhalb der Fast-Twitch-Fasern (FT-Fasern) wer-

den FT<sub>o</sub>-Fasern von FT<sub>G</sub>-Fasern unterschieden<sup>18</sup>. Sie erscheinen durch ihren geringen Myoglobingehalt eher weiß. Folglich resultiert die rote Farbe der Slow-Twitch-Fasern (ST-Fasern) aus einer hohen Konzentration des Myoglobins. Die verschiedenen Typen differenzieren sich vor allem hinsichtlich „der Leitungsgeschwindigkeit, des Entladungstyps, der tetanischen Frequenz, der Kontraktions- und Erschlaffungszeit, der Ermüdbarkeit der Funktion und des Stoffwechsels“ (FROBÖHSE/FIEHN 2003, 60). Zusammenfassend können ST- von FT-Fasern wie folgt unterschieden werden (vgl. DE MARÉES 2002, FROBÖHSE/FIEHN 2003, GROSSER U.A. 2001, WEINECK 2002):

ST-Fasern werden über kleine Motoneuronen eher kontinuierlich erregt. Sie kontrahieren langsam, bringen relativ wenig Kraft (pro Kontraktion) auf, können aber lang andauernd belastet werden. Für die gute Ermüdungswiderstandsfähigkeit sorgen eine Vielzahl an Enzymen des oxidativen Stoffwechsels sowie eine hohe Mitochondriendichte und eine gute Kapillarisation des Muskels. Typ-I-Fasern überwiegen eher in Muskeln, die für die Stütz- und Haltemotorik zuständig sind, und agieren in herausragender Weise bei relativ langsamen zyklischen Dauerleistungen.

FT-Fasern werden eher über größere Motoneuronen diskontinuierlich in „bursts“ angesprochen. Sie kontrahieren sehr schnell und bringen dabei deutlich mehr Kraft auf als ST-Fasern. Kapillarisation, Mitochondrienzahl und Enzyme des oxidativen Stoffwechsels sind weniger vorhanden. Die FT-Fasern nutzen im Wesentlichen die anaerobe Glykolyse und sind daher reich an Enzymen dieses Stoffwechsels<sup>19</sup>. Ihnen wird eher ein Übergewicht in der „Bewegungs“-Muskulatur zugeschrieben. Sie kommen in besonderem Maße bei explosionsartigen Beanspruchungen bzw. Bewegungen mit Schnellkraftentwicklung zum Einsatz. Eine Übersicht über die Differenzierungen bei relevanten und funktionellen Parametern gibt Tabelle 14.

---

<sup>18</sup> In der Nomenklatur werden FT<sub>o</sub>-Fasern auch FT-Oxidativ-Fasern oder Typ-IIa-Fasern genannt. FT<sub>G</sub>-Fasern (FT-glykolytisch) werden als Typ-IIb-Fasern geführt. Bei einigen Autoren wird noch ein dritter FT-Typ genannt, der als Typ-IIc oder als intermediärer Fasertyp auftaucht (vgl. DE MARÉES 2002, WEINECK 2000).

<sup>19</sup> FT<sub>o</sub>-Fasern, arbeiten im Gegensatz zu den FT<sub>G</sub>-Fasern, die nur die anaerobe Glykolyse nutzen, auch oxidativ (vgl. DE MARÉES 2002, FROBÖHSE/FIEHN 2003).

Tab. 14 Übersicht über relevante morphologische und funktionelle Parameter der einzelnen Muskelfasertypen. MF = Muskelfaser (nach WEINECK 2002, 83)

Morphologische und funktionelle Parameter	Typ I	Typ IIc/IIa	Typ IIb
Motoneuron, Durchmesser	ca. 30 $\mu\text{m}$	40 bis 60 $\mu\text{m}$	bis 70 $\mu\text{m}$
Erregungsschwelle	niedrig	mittel	hoch
Nervenfaser, Durchmesser	ca. 9 $\mu\text{m}$	10 bis $\mu\text{m}$	ca. 20 $\mu\text{m}$
Axonale Leitungsgeschwindigkeit	30 – 40 m/s	40 – 90 m/s	70 – 120 m/s
Entladungsfrequenz	bis 30 Imp./s eher kontinuierlich	bis ca. 90 Imp./s	bis 150 Imp./s eher in „bursts“
MF-Querschnitt	2 000 – 4 000 $\mu\text{m}^2$	2 000 – 6 000 $\mu\text{m}^2$	2 000 – 10 000 $\mu\text{m}^2$
MF-Leitungsgeschwindigkeit	ca. 2,5 m/s	3 bis 5 m/s	ca. 5,5 m/s
MF-Kraft, Einzelzuckung	70 mg	80 – 90 mg	100 mg
MF-Kraft, tetan. Kontraktion	ca. 140 mg	ca. 400 mg	ca. 7000 mg
Ermüdbarkeit	niedrig	Niedrig	hoch
Kontraktionszeit-Einzelzuckung	ca. 100 ms	50 – 90 ms	ca. 40 ms
Kontraktionszeit, ballistische Kontraktion	ca. 150 ms	80 – 140 ms	ca. 60 ms
Innervationsverhältnis (Axon/MF)	1/10 bis 1/500	1/100 bis 1/700	bis 1/1 000
Kraft/motorische Einheit	2 – 13 gr	5 – 50 gr	30 – 130 gr

Zwischen Muskelfasereinsatz und Kraftentwicklung gibt es einen generellen Zusammenhang. Grundsätzlich werden immer erst kleine motorische Einheiten rekrutiert. Es erfolgt demnach am Anfang eine Aktivierung der ST-Fasern mit niedriger Erregungsschwelle. Mit zunehmendem Krafterfordernis werden zunächst mit den FT<sub>o</sub>-Fasern und den sich anschließenden FT<sub>G</sub>-Fasern große motorische Einheiten hinzugeschaltet (vgl. FROBÖHSE/FIEHN 2003, GROSSER U.A. 2001). Die ST-Fasern werden daher, über den Tag gesehen, quantitativ mehr beansprucht als die Fast-Twitch-Typen. Der Muskelfasereinsatz bei ansteigender Kraftrealisierung wird in Abb. 20 deutlich.

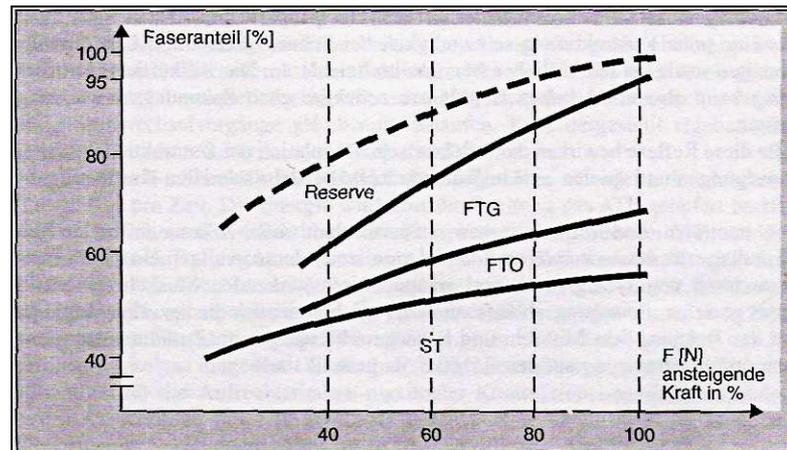


Abb. 20 Muskelfasereinsatz und ansteigende Kraftrealisierung,  $FT_o$  = Fast-Twitch-oxidativ-Faser,  $FT_G$  = Fast-Twitch-glykolytische-Faser, ST = Slow-Twitch-Faser (aus: GROSSER U.A. 2001, 57)

Von sportpraktischer Relevanz ist auch die Möglichkeit der Umwandlung der Fasertypen von schnellen in langsame und umgekehrt. GROSSER U.A. (2001, 50) heben allerdings hervor, dass die Fasertypenveränderung sehr komplex und bis heute nicht in allen Einzelheiten geklärt ist. Experimentell lassen sich Typ-II-Fasern durch niederfrequente elektrische Stimulation in ausdauernde und ermüdungsresistente Muskeln überführen (vgl. DE MARÉES 2002, STEINACKER U.A. 2002). Durch Ausdauertraining kann ein ähnlicher Prozess durch die Veränderung der  $FT_G$ -Fasern erreicht werden. GROSSER U.A. (2001, 50) gehen dabei von einer Mischung aus „funktioneller Anpassung und morphologischer Umwandlung“ aus. Auch ein intensiv praktiziertes Hypertrophietraining kann diese Entwicklung herbeiführen (vgl. ebd., 50). Erklärt wird das Phänomen mit dem Bestreben des Körpers zu adaptieren, um der ständig wiederkehrenden schnellen Ermüdbarkeit entgegenzuwirken (vgl. DE MARÉES 2002, STEINACKER U.A. 2002). Wurde die Schnellkraft bisher als genetisch determiniert angesehen (vgl. STEINACKER U.A. 2002, 356), zeigen Untersuchungen, bei denen ein kombiniertes Krafttraining der Arme mit maximalen Kontraktionen, ballistischen Bewegungen und Dehnungs-Verkürzungszyklen durchgeführt wurde, dass eine Transformation der ST- in  $FT_o$ -Fasern möglich ist (vgl. ebd., 356). Durch ein entsprechendes selektives Krafttraining ist nach GROSSER U.A. (2001,50) zwar nicht unbedingt eine trainingsbedingte morphologische Umwandlung nachgewiesen, jedoch zumindest der Muskel in seiner Gesamtheit schneller zu machen.

DE MARÉES (2002, 179) fasst die in der Sportpraxis gängigen Erfahrungen folgendermaßen zusammen: „Sprinter können durch ein entsprechendes Training zwar akzeptable Ausdauerleistungen, Langstreckenläufer aber kaum gute Sprintleistungen erreichen.“

### **2.5.2 Methoden zur Muskelfasertypisierung im Sport**

Neben der Diagnostik der konditionellen und koordinativen Fähigkeit mittels entsprechender Testverfahren sind genetisch bedingte Voraussetzungen des Sportlers von besonderem Interesse für eine Optimierung der Trainingsarbeit und für sportorientierte Talentsichtungen (vgl. SCHÜRMAN 1997, 1). Die Untersuchung der Muskelfaserausammensetzung ist dabei ein probates Mittel, um Aussagen über geeignete Trainingsmaßnahmen und eventuelle Leistungsperspektiven in einer bestimmten Sportart zu geben (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001, SCHÜRMAN 1997). Die Feststellung erfolgt durch bildgebende, sportpraktische sowie blutchemische und unblutige Untersuchungsverfahren unter Belastungsbedingungen (vgl. SCHÜRMAN 1997)<sup>20</sup>.

Bei den bildgebenden Verfahren ist die von BERGSTRÖM 1962 eingeführte Technik der Nadelbiopsie die prominenteste (vgl. ebd., 7). Mittels einer feinen Doppelhohlnadel werden dem Probanden dabei einige Milligramm Muskelgewebe entnommen (vgl. DE MARÉES 2002, 177). SCHÜRMAN (1997, 7) stuft die Muskelbiopsie zwar als „vergleichsweise harmlosen Eingriff“ ein, gibt aber auch zu bedenken, dass es viel Erfahrung bedarf, die richtige Einstichstelle und korrekte Tiefe zu finden. Bei dieser standardisierten Methode erfolgt der Eingriff am M. vastus lateralis bzw. am M. triceps brachii (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001, DE MARÉES 2002, SCHÜRMAN 1997). Die genaue Typisierung erfolgt in einem weiteren Schritt z.B. über den ATP- bzw. Myosin-ATPase-Gehalt des Gewebes.

Auf der Basis der blutchemischen Analyse unter Belastungsbedingungen hat sich als erfolgreiches Verfahren zur Beurteilung des Muskeltyps einer Person die Ammoniakmessung hervorgetan (vgl. SCHÜRMAN 1997, 14).

---

<sup>20</sup> Eine detaillierte Beschreibung verschiedener Verfahren sowie deren Validitätsgehalt sind SCHÜRMAN 1997 zu entnehmen. In dieser Arbeit werden nur bestimmte Methoden kurz exemplarisch dargestellt.

„Die Testidee basiert auf der Vorstellung, dass bei kurzzeitigen, mit höchstmöglicher Geschwindigkeit durchgeführten Muskeleinsätzen Athleten mit einem höheren Anteil an weißen Muskelfasern eine höhere Ammoniakkonzentration im Blut zeigen als Athleten mit geringerem Anteil an weißen Muskelfasern.“ (ebd., 14)

Für den von HAGELOCH U.A. (1990) vorgestellten Test reicht eine minimale arteriell, aus dem Ohrläppchen gewonnene Blutmenge, um Sprintertypen, Mittel- und Langstreckler zu differenzieren (vgl. HAGELOCH U.A. 1990, SCHÜR-MANN/ZIMMERMANN 1998). Die Muskelfaserbestimmung durch die Ammoniakbestimmung demonstriert, ob ein Sportler in einem hohen Maße über FT-Fasern verfügt und ob sie in herausragendem Maße an der Leistungserbringung beteiligt sind (vgl. SCHÜR-MANN 1997, 16).

Für die Sportpraxis ist darüber hinaus auch relevant, inwiefern Athleten bei ihren sportartspezifischen Bewegungen und Belastungen überhaupt vorhandene schnelle Muskelfasern rekrutieren können (vgl. ebd. 16). Die Muskelfaseranalyse durch unblutige Untersuchungsverfahren eröffnet Sport und Wissenschaft die Möglichkeit, über die Beurteilung der Nachbelastungs-Noradrenalin-ausscheidung Informationen über die individuelle Muskelfaserrekrutierung zu erhalten (vgl. SCHÜR-MANN/ZIMMERMANN 1998, 372). Dabei werden mindestens zwei Tests mit identischem Leistungspotenzial zugrunde gelegt. Im Anschluss daran werden jeweils Nachbelastungsurinproben genommen, die die Sympathikusaktivität über das Verhältnis der Noradrenalin-ausscheidungsrate zur Adrenalin-ausscheidungsrate messen (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001, SCHÜR-MANN/ZIMMERMANN 1998). Das Verfahren basiert auf den Beobachtungen, dass eine unterschiedlich hohe sympathische Aktivität Einfluss auf die Feinkoordination nimmt (vgl. SCHÜR-MANN/ZIMMERMANN 1998, ZIMMERMANN 1986). Mithilfe des von ZIMMERMANN (1986) entwickelten und von SCHÜR-MANN (1997) explizit beschriebenen Verfahrens lassen sich charakteristische Rekrutierungsmuster roter und weißer Muskelfasern bei sogenannten Sprinter-, Mittel- und Langstreckentypen ausmachen (vgl. SCHÜR-MANN/ZIMMERMANN 1998).

Untersuchungen an Leicht- und Triathleten sowie Radfahrern und Schwimmern liefern nach SCHÜR-MANN (1997, 63) zuverlässige Ergebnisse. ABD EL-RAHMAN (2001) konnte bei seiner Untersuchung an Beachvolleyballern ebenfalls eine

Differenzierung der unterschiedlichen Muskeltypen durch die angesprochene unblutige Methode nachweisen. Seiner Auffassung nach ist es dadurch Sportler und Trainer möglich, eine „muskeltyporientierte, individuell gestaltete Trainingsarbeit“ (vgl. ebd, 66) durchzuführen. Er kommt daher nach seiner Untersuchung zu der Schlussfolgerung:

„Die Muskelfasertypisierung mittels der Katecholamin-Untersuchung stellt nicht nur für den Trainer im Hochleistungssport ein interessantes Hilfsmittel dar. Sie bedeutet auch für die Entwicklung der Sportart und Förderung der Nachwuchsarbeit einen Gewinn.“ (ABD EL-RAHMAN 2001, 65)

## 2.6 Sportverletzungen und Sportschäden

### 2.6.1 Definition Sportverletzungen

Eine Sportverletzung resultiert aus der Einwirkung einer einmaligen, unerwartet plötzlich auftretenden Gewalt beim Sporttreibenden (vgl. HAAKER 1998, 15). In Abgrenzung zum Sportschaden wird sie als Ereignis definiert, bei dem es durch äußere (exogene) oder innere (endogene) Krafteinwirkung zu einer im zeitlichen Bezug stehenden Verletzung kommt (vgl. MARKWORTH 2003, MENKE 2001). Gegenüber dem Sportschaden separiert sie sich durch ihre Ursachen, das Beschwerdebild, Symptomatik und Therapieverlauf sowie durch die Prognose hinsichtlich der Wiederherstellung (vgl. Tab. 15).

Tab. 15 Sportverletzung vs. Sportschaden (nach MENKE 2001, 10)

	<b>Sportverletzung</b>	<b>Sportschaden</b>
<b>Ursache</b>	Unfall Momentane Überlastung	Chronische Überlastung Bleibender Schaden nach Verletzung
<b>Verlauf und Beschwerden</b>	Sofortschmerz Abbruch der Sportaktivität	Unterschwelliger Schmerz Eingeschränkte Belastbarkeit
<b>Symptomatik und Therapie</b>	Akut (Notfall) Meist medizinische Behandlung	Chronisch Vielfach Selbstbehandlung
<b>Prognose</b>	Vollständige Wiederherstellung oder Dauerschäden	Funktionelle Wiederherstellung oder Dauerschäden

DE MARÉES (2002, 16) exponiert, dass es sich bei der Definition von Sportverletzungen lediglich um eine „juristische“ Sichtweise handeln kann, da die beim

Sport entstehenden Verletzungen sich in keiner Weise von denen abheben, die sich eine Person bei anderen Beschäftigungen zuziehen kann (vgl. MARKWORTH 2003, 260).

Ein geschlechtsspezifischer Vergleich zeigt, dass Männer ein höheres Verletzungsrisiko aufweisen als Frauen (DE MARÉES 2002, KLÜMPER 1998). MARKWORTH (2003, 261 f.) beschreibt eine doppelt so hohe Verletzungsgefährdung für Männer in Sportdisziplinen, die von beiden Geschlechtern gleichmäßig betrieben werden. DE MARÉES (2002, 17) geht bei Vereinssportlern von einem Verhältnis von 3:1 in puncto Verletzungshäufigkeit aus. Ein Grund dafür könnte in der größeren Affinität bei Männern zu Zweikampfsportarten liegen (vgl. ebd., 17). DANE U.A. (2004, 519) fanden in ihrer Untersuchung an über 320 Männern und Frauen hingegen keinen signifikanten geschlechtsspezifischen Zusammenhang.

KLÜMPER (1998, 4) legt dar, dass die 20- bis 30-Jährigen hinsichtlich der Verletzungshäufigkeit dominieren. Traumata bei Kindern und Jugendlichen folgen auf dem zweiten Rang. Auch DE MARÉES (2002, 17) weist 40 % aller auftretenden Verletzungen der dritten Lebensdekade zu. Mit 27 % schließt sich die 2. Lebensdekade an. ADIRIM/CHENG (2003, 76) klassifizieren die Verletzungshäufigkeit in ihrer Untersuchung an Heranwachsenden (5 – 24 Jahre) in den USA in weitere Altersgruppen. Demnach weisen Schulkinder mit 5 – 12 Jahren die höchste Verletzungsanfälligkeit auf. Diese zeigt mit der Alterszunahme eine negative Korrelation. Im Vergleich zu den anderen Altersklassen folgen zunächst die Adoleszenten (13 – 18 Jahre), dann erst die jungen Erwachsenen (18 – 24 Jahre). Die auffällig hohe Verletzungsrate von jüngeren Schulkindern wird mit ungünstigen anthropometrischen Parametern, unzureichenden konditionellen und koordinativen Fähigkeiten sowie für die kindlichen Körper unpassende Ausrüstung argumentiert (vgl. ebd., 75). Insgesamt ist die prozentuale Aufspaltung bezüglich der Verletzungshäufigkeit jedoch kritisch zu sehen. Denn die meisten Untersuchungen basieren auf den Statistiken der Unfallversicherungen und Krankenkassen. Diese inkludieren aber lediglich die Zahl der Arztbesuche (vgl. ADIRIM/CHENG 2003, MARKWORTH 2003). Die Frage nach den nicht ärztlich versorgten Traumata bleibt damit ungeklärt.

Die für eine Sportverletzung ursächliche Gewalteinwirkung kann ihrerseits in zwei Unfallmechanismen differenziert werden (vgl. PEILER 2005, 35). In Anlehnung an VOLL (1995) werden demnach direkte von indirekten Unfallmechanismen separiert. Zu erstgenannten zählen Schläge, Stöße oder Stürze mit Aufprall. Dabei kann der exogene Faktor ein Gegner oder auch das Sportgerät sein. Von diesen abzutrennen ist das indirekt wirkende, sogenannte „Impulstrauma“ (vgl. ebd., 36). Charakteristisch ist eine über die Toleranzgrenze der Strukturen des Bewegungsapparates reichende Beschleunigung des Körpers in eine Richtung. Dabei ist ein Bewegungselement gleichzeitig fixiert. Auftretende Hebelwirkungen können den Impuls dabei verstärken und zur Schädigung führen.

In der Literatur werden diverse endogene und exogene Risikofaktoren geführt, die die Inzidenz einer Sportverletzung forcieren können. Das Alter zeigt sich als signifikanter endogener Einflussfaktor hinsichtlich des Auftretens typischer Sportverletzungen. MENKE (2001, 12) führt an, dass zum Beispiel Muskel- und Sehnenverletzungen bei über 30-Jährigen überproportional häufig auftreten. Distorsionen sind eher bei 10 – 30-Jährigen zu finden (vgl. DE MARÉES 2002, MENKE 2001). Die Frakturen hingegen sind bei Kindern unter zehn Jahren auffällig oft anzutreffen. Als weitere endogene Risikopotenziale gelten Motivation, Übermüdung und Medikamenteneinfluss.

Bei den exogenen Faktoren sind vor allem die Sportart, Ausrüstung, Gegner, Sport- bzw. Wettkampfstätte zu nennen. Verschiedene endogene und exogene Risikofaktoren werden in Tabelle 16 aufgelistet.

Tab. 16 Exogene und endogene Risikofaktoren bei Sportverletzungen (modifiziert nach DE MA-RÉES 2002, KLÜMPER 1998, MENKE 2001, PARKKARI U.A. 2001)

exogene Faktoren	endogene Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sportart</li> <li>• Ausrüstung</li> <li>• Sportgeräte (z.B. auch das Pferd)</li> <li>• Trainings-/Wettkampfstätte</li> <li>• Wetter</li> <li>• Organisation</li> <li>• Gegner</li> <li>• Hilfestellung</li> <li>• Position (in Mannschaftssportarten)</li> <li>• Leistungsklasse</li> <li>• Training (Häufigkeit, Intensität, Umfang)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alter</li> <li>• koordinative und konditionelle Fähigkeiten</li> <li>• Motivation</li> <li>• Allgemeinbefinden (Infekte, nicht ausgeheilte Verletzungen)</li> <li>• Medikamenteneinfluss</li> <li>• Vorschäden</li> <li>• Normvarianten des Bewegungssystems</li> <li>• Übertraining, psychische Faktoren (Stress)</li> <li>• Übermüdung</li> <li>• Somatotyp</li> </ul>

Die Klassifizierung der (Sport-)verletzungen erfolgt in der Literatur zumeist durch eine Eingruppierung in Verletzungsarten, die an den oberen und unteren Extremitäten sowie an Rumpf und Kopf auftreten können. In der Regel werden Muskel-, Sehnen-, Gelenk-, Bänder-, Knochen- und Hautverletzungen unterschieden<sup>21</sup>.

**Muskelverletzungen** teilen sich auf in Kontusionen (Prellungen), Distorsionen (Zerrungen), Faser-, Bündel- oder Muskelriss. Die Distorsionen und Faserrisse unterscheiden sich dabei nur hinsichtlich der quantitativ betroffenen Muskelstrukturen.

**Sehnen- und Bänderverletzungen** können als Distorsion, partielle oder komplette Ruptur (Riss) auftreten.

<sup>21</sup> Im Wesentlichen werden Verletzungen in der medizinischen Fachliteratur detailliert dargestellt durch ihre spezifische Ätiologie, Pathogenese, Klinik, Diagnose und Therapie. Empfehlenswert ist in diesem Zusammenhang folgende Fachliteratur: ENGELHARD U.A. (2005), MARKWORTH 2003, MENKE 2001, NIETHARD/PFEIL 2005.

Die wohl aufgrund der anatomischen und funktionellen Komplexität am vielfältigsten erscheinenden Verletzungen sind an den **Gelenken** vorzufinden. Neben den Kontusionen und Distorsionen können die Gelenkpartner sich teilweise (Subluxation) oder vollständig (Luxation) über das natürliche Maß hinaus voneinander trennen (verrenken). Die das Trauma begleitenden Beschädigungen des anatomisch intraartikulär liegenden Knorpelgewebes werden genauso zu den Gelenkverletzungen gezählt wie die an den Disken oder Menisken.

Charakteristisch für **Knochenverletzungen** sind neben den Kontusionen, Fissuren (Haarrisse), offene und geschlossene Frakturen (Brüche) und die bei Heranwachsenden potenziell auftretenden Grünholzfrakturen.

Sportverletzungen treten in unterschiedlicher Häufigkeit in den einzelnen Sportarten auf. Charakteristisch für Kraft- und Schnellkraftsportarten sind vor allem Muskel- und Gelenkverletzungen. Läufer werden häufiger mit Sehnen- und Gelenkverletzungen in Verbindung gebracht. Überdurchschnittlich viele Verletzungen des Knochenapparates sind bei Reitsportlern zu finden (vgl. Tab. 17).

Tab. 17 Verletzungsarten und charakteristisches Auftreten in bestimmten Sportarten<sup>22</sup>

Verletzungsart	Sportart	Literatur
Muskelverletzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftsportarten (Bodybuilding)</li> <li>• Schnellkraftsportarten (Leichtathletik, Spielsportarten)</li> </ul>	<p>HAAKER (1998), ENGELHARD U.A. (2005)</p> <p>ENGELHARD U.A. (2005), HAAKER (1998),</p>
Sehnenverletzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnellkraftsportarten (Leichtathletik, Turnen, Spielsportarten)</li> <li>• Ausdauersportart (Laufen)</li> </ul>	<p>ENGELHARD U.A. (2005), MARKWORTH (2003)</p> <p>ENGELHARD U.A. (2005), HAAKER (1998),</p>
Gelenkverletzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftsportarten (Gewichtheben, Bodybuilding)</li> <li>• Schnellkraftsportarten (Spielsportarten, Kampfsport, Skispringen, Skifahren, Turnen)</li> <li>• Ausdauersportarten (Laufen)</li> </ul>	<p>ENGELHARD U.A. (2005)</p> <p>DE MAREES 2002, ENGELHARD U.A. (2005), HAAKER (1998), MARKWORTH (2003)</p> <p>HAAKER (1998), MARKWORTH (2003)</p>
Knochenverletzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnellkraftsportarten (Spielsportarten, Kampfsport, Skisport)</li> <li>• Ausdauersportart (Radfahren, Triathlon)</li> <li>• Pferdesport (Reiten)</li> </ul>	<p>ENGELHARD U.A. (2005), DE MAREES (2002), HAAKER (1998),</p> <p>ENGELHARD U.A. (2005)</p> <p>(PEILER 2005)</p>
Hautverletzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnellkraftsportarten (Kampfsport, Turnen, Spielsportarten)</li> <li>• Ausdauersport (Radsport, Rudern, Laufen)</li> </ul>	<p>ENGELHARD U.A. (2005), MARKWORTH (2003)</p> <p>ENGELHARD U.A. (2005), MARKWORTH (2003)</p>
Bandverletzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnellkraftsportarten (Ski-sprung, Leichtathletik, Spielsportarten)</li> </ul>	<p>ENGELHARD U.A. (2005), HAAKER (1998),</p>

<sup>22</sup> Die Zuordnung erfolgt auf Grundlage der häufig anzutreffenden Verletzungen in den Sportarten. Zur besseren Übersicht sind die Sportarten in Kategorien eingeteilt worden (vgl. ENGELHARD U.A. 2005, V). Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und beschränkt sich lediglich auf die Verletzungshäufigkeit. Auf eine weitere Teilung in den Schweregrad des Auftretens der Verletzungen wird bewusst verzichtet.

### **2.6.2 Sportverletzungen im Voltigiersport**

PEILER (2005a, 38) weist darauf hin, dass der wissenschaftliche Fundus an Untersuchungen zu Sportverletzungen und Sportschäden im Voltigiersport eher mangelhaft ist. Vorhandene Untersuchungen aus den 90er-Jahren sind aufgrund der geringen Stichprobe kritisch zu betrachten (vgl. ebd., 38).

Hinsichtlich der Verletzungshäufigkeit zeigen vorhandene Studien uneinheitliche Ergebnisse. HERRMANN (1993) und WILFINGER (1993) stellen eine Verletzungshäufigkeit von über 80 % fest, PEILER (2005, 115) kommt in seiner Untersuchung lediglich auf ca. 50 %. Mit den erhöhten Leistungsanforderungen bzw. mit steigender Leistungsklasse ist tendenziell eine Zunahme der Verletzungshäufigkeit festzustellen (vgl. ebd., 105).

Ein topografischer Vergleich zeigt, dass Verletzungen an der unteren Extremität, besonders an Knie und Füßen, dominieren, gefolgt von denen der oberen Extremität (Schulter- und Handgelenk) sowie Rückenverletzungen (vgl. HORSTMANN U.A. 1998, 67, PEILER 2005). Einen Überblick über die prozentuale Verteilung von Verletzungen beim Voltigieren zeigen Abb. 21 und Abb. 22.

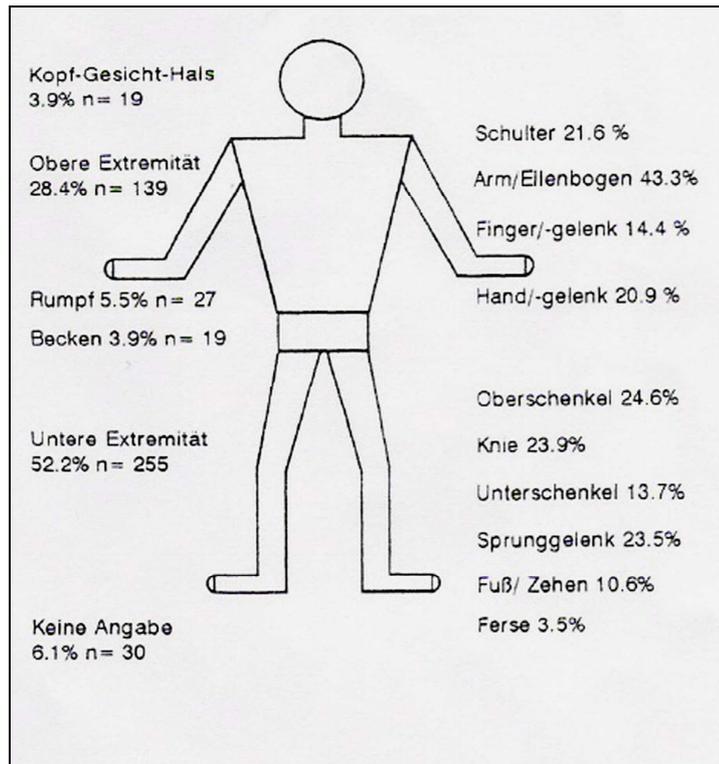


Abb. 21 Verletzungslokalisation beim Voltigieren nach Herrmann (1993)  
(aus: HORSTMANN U.A. 1998, 67)

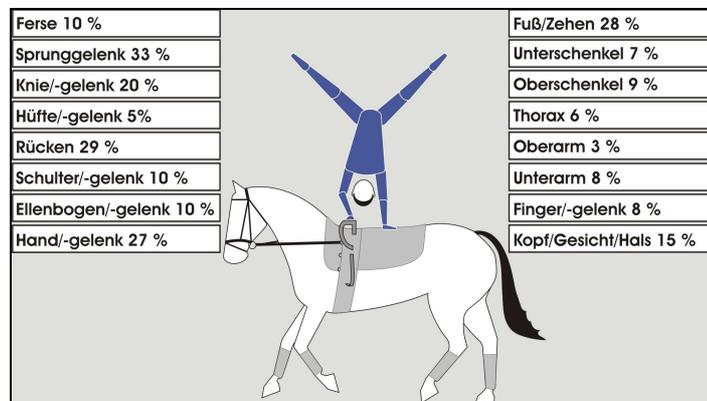


Abb. 22 Verletzungslokalisation beim Voltigieren nach PEILER  
(modifiziert nach PEILER 2005, 83)

Verletzungen treten im Training häufiger auf als im Wettkampf oder bei der Pferdepflege. Sprungbewegungen und deren unglückliche Landungen scheinen Hauptursache für Verletzungen zu sein (vgl. Abb. 23). Ihnen folgen Stürze und dynamische Übungen (vgl. HORSTMANN U.A., PEILER 2005, WILLFINGER 1993). Traumata im Voltigieren treten nach PEILER (2005, 81) bei Partnerübungen mehr als doppelt so häufig auf wie bei Einzelübungen.

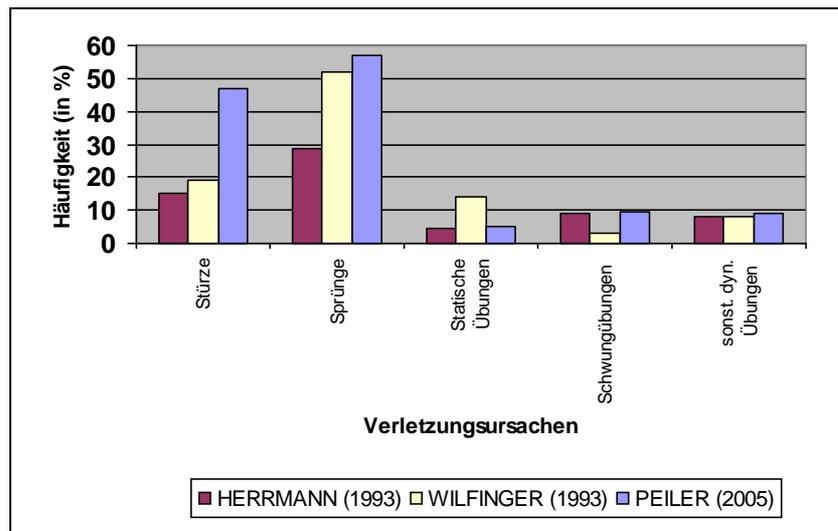


Abb. 23 Prozentuale Häufigkeit der Verletzungsursachen im Voltigiersport

Neben den häufig auftretenden Hautverletzungen kristallisieren sich an der oberen Extremität vornehmlich Verletzungen des Kapsel-Bandapparates und Knochenverletzungen heraus (vgl. BIRNESSER U.A. 2001, HORSTMANN U.A. 1998, PEILER 2005). An der unteren Extremität ist neben den genannten auch die Anfälligkeit der Oberschenkelmuskulatur signifikant (vgl. ebd.).

Der überwiegende Anteil der Verletzungen scheint eher von geringem Schweregrad zu sein (vgl. ebd.). Der Therapieverlauf zeigt, dass der Großteil der Verletzungen beschwerdefrei verheilt. Signifikant negativ verhalten sich dabei die Knieverletzungen. PEILER (2005, 110) konstatiert, dass lediglich jede zweite Verletzung eine vollständige Beschwerdefreiheit als Resultat des Heilungsverlaufes hat.

### 2.6.3 Definition Sportschäden

Sportschäden entstehen infolge einer chronischen Überlastung des Gewebes bzw. rezidivierenden Mikrotraumen oder resultieren als bleibender Schaden aus einer Verletzung (vgl. DE MARÉES 2002, MENKE 2001). Sie werden definiert als

„mehr oder weniger chronische Überschreitung der Belastungstoleranz der sportlich beanspruchten funktionell-anatomischen Strukturen des Bewegungsapparates, seiner Steuerorgane (Hormon-, Nervensystem) und gelegentlich des Immunsystems.“ (GEIGER 1997, 12).

Im Gegensatz zu den akut auftretenden Sportverletzungen erfolgt die Pathogenese eher langsam. „Periodisch wiederkehrende Einzelereignisse im Grenzbe-  
reich“ (MARKWORTH 2003, 262) führen erst in der Summation zur Degeneration  
des Gewebes, sodass die originär auftretenden Einzelreize oftmals zunächst  
unbemerkt bleiben. Die Ursachen sind meist „multifaktoriell“ (GEIGER 1997, 12)  
zu sehen (vgl. Abb. 24).

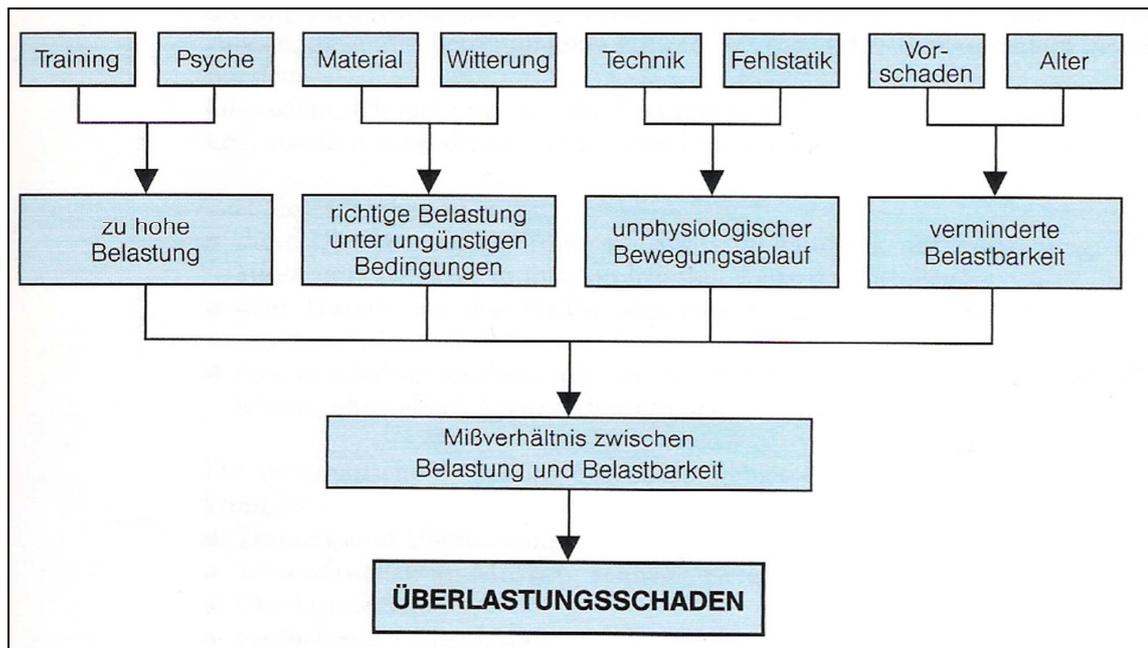


Abb. 24 Schematische Übersicht über die Entstehung des Sport-/ Überlastungsschadens nach GEIGER (aus: GEIGER 1997, 12)

Während das plötzlich auftretende Trauma zumeist mit einem Abbruch der Sportaktivität einhergeht, führt der Überlastungsschaden vielfach erst nur zu einer eingeschränkten Belastbarkeit. MENKE (2001,11) sieht einen weiteren Unterscheidungsfaktor in der konsekutiv auftretenden Therapie. So werden seiner Meinung nach Sportverletzungen meist direkt medizinisch versorgt, Überlastungsschäden in der Regel erst einer Selbstbehandlung unterzogen.

Unter Überlastungsschäden am Bewegungsapparat werden diejenigen an Gelenken, der Wirbelsäule, Knochen sowie Muskulatur und Sehnen subsumiert (vgl. MENKE 2001, 16).

Rezidivierende Fehl- und Extrembelastungen an **Gelenken** können arthrotische Veränderungen des Knorpels als Folge haben. Symptomatisch ist die irreversib-

le Degeneration des Knorpelgewebes, kombiniert mit Funktions- und Belastungseinbußen des betroffenen Körperteils.

Häufig auftretende pathologische Veränderungen der **Wirbelsäule** schließen vor allem bei Heranwachsenden Achsabweichungen an der Wirbelsäule (Skoliosen, Hyperkyphosen und -lordosen), juvenile Osteochondrosen (Wachstumsstörungen an den Wirbelkörpern), aber auch Spondylosen (Spaltbildungen an den Wirbelkörpern) ein. GEIGER (1997, 168 f.) argumentiert die Entstehung von Überlastungsschäden an der jugendlichen Wirbelsäule mit einem Missverhältnis zwischen hohen sportartspezifischen Belastungen und der Widerstandsfähigkeit des sich im Wachstum befindenden juvenilen passiven Bewegungsapparates.

Vornehmlich im distalen Bereich der unteren Extremität lokalisiert sind Stress- oder Ermüdungsfrakturen. Sie gelten neben den Ossifikationsstörungen des Heranwachsenden (z.B. Morbus Osgood-Schlatter) als typische Überlastungserscheinungen des **Knochengewebes**.

Häufig anzutreffende Sportschäden sind die der **Sehnenansätze**, sogenannte Insertionstendopathien. Begleitet von Schmerzen und lokalen Entzündungszeichen sind sie oft an Schulter, Ellenbogen und Knie zu finden.

Chronische Probleme an der **Muskulatur** sind beispielsweise das durch ein Übertraining auftretende funktionelle Kompartmentsyndrom oder die chronische Muskelzerrung.

Spezifische Sportverletzungen und Sportschäden lassen sich topografisch bestimmten Sportarten zuordnen (vgl. Abb. 25). Klassische Knieverletzungen treten im alpinen Skisport, in Kampf- und Sportsportarten gehäuft auf. Schulter und die obere Extremität sind besonders im Turnen und bei Werfern auffällig (vgl. BRÜGGEMANN/KRAHL 2000, ENGELHARDT U.A. 2005, KLÜMPER 1998). Analog zu den Verletzungen sind Überlastungssyndrome den verschiedenen Körperregionen zuzurechnen. Turner haben mehr Beschwerden an Knien und Rücken, Schwimmer an Schultergelenken, Ruderer und Tennisspieler weisen oftmals eine Überbeanspruchung der Unterarme auf (vgl. ebd.).

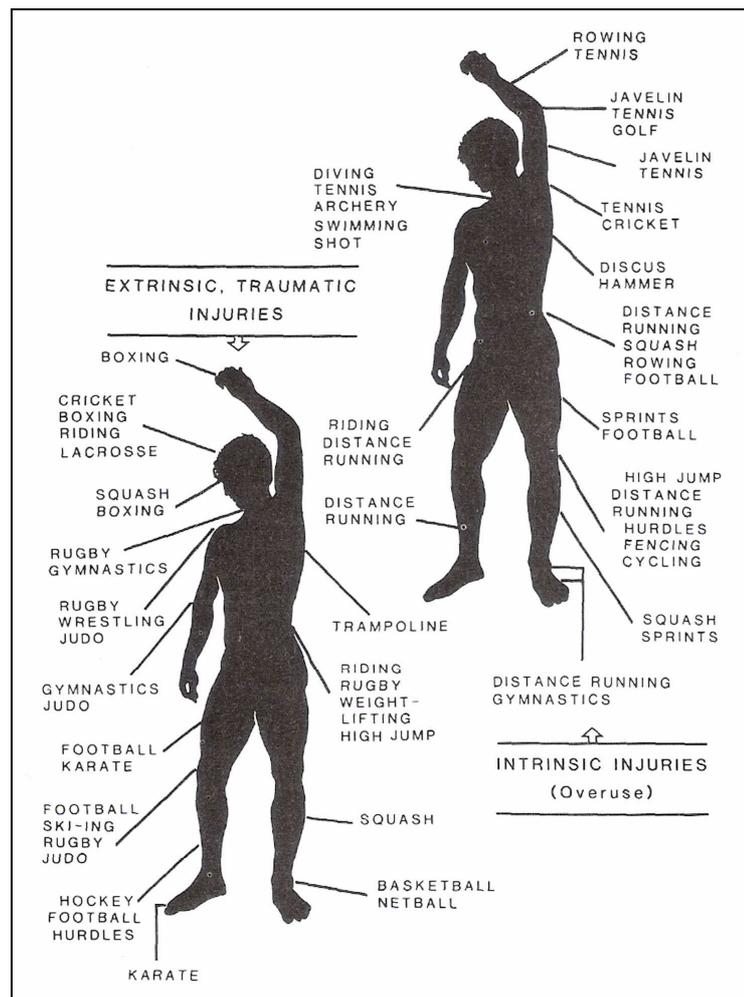


Abb. 25 Schematischer Überblick über die Topografie von Sportverletzungen und Sportschäden in den verschiedenen Sportarten (aus: HELAL U.A. 1986, 6)

#### 2.6.4 Sport-/Überlastungsschäden im Voltigiersport

In der Untersuchung von PEILER (2005) an 609 aktiven Voltigierern zeigen besonders die Knie und der Rücken Überlastungssyndrome, die nicht in einem direkten Zusammenhang mit wahrgenommenen Verletzungen stehen (vgl. PEILER 2005, 110). Auch HERRMANN (1993) und WILFINGER (1993) heben diese beiden Bereiche als signifikante Schwachstellen hervor. Mit 15 bzw. 30 % durch einen Arzt festgestellten Sportschäden an den genannten Bereichen sind die Resultate ihrer Untersuchungen aber weit von den Ergebnissen PEILERS (2005) entfernt, der von Werten unter fünf Prozent spricht.

Die Entstehung der Beschwerden wird mit einem Missverhältnis von vorhandenen konditionellen und koordinativen Fähigkeiten gegenüber den voltigiersport-

spezifischen Leistungsanforderungen argumentiert (vgl. ebd., 111). Von hoher Relevanz scheinen dabei in besonderem Maße die akrobatischen Hebeübungen mit einem Partner zu sein. Beim Gruppenvoltigieren besteht darüber hinaus eine positive Korrelation zwischen den Leistungsklassen und den Überlastungssyndromen (vgl. HERRMANN 1993, PEILER 2005), was zusätzlich die Annahme untermauert, dass mit steigender sportartspezifischer Belastung die körperliche Beanspruchung steigt. Neben dem Fitnesszustand werden die häufigen Landungen mit inkorrektur Technik aus größerer Höhe und die daraus resultierenden Belastungsspitzen als weitere zu Beschwerden an Kniegelenken und Rücken führende Faktoren genannt.

### **2.6.5 Prävention von Sportverletzungen und Sportschäden**

„Accidents will happen, but risks can be minimized. Foresight and anticipation of possible dangers are prerequisites for this“ (HELAL U.A. 1986, 5). In der Prävention von Sportverletzungen und Sportschäden ist es von entscheidender Bedeutung, die Risikofaktoren der jeweiligen Sportart zu identifizieren und den Athleten entsprechend vor ihnen zu schützen (EMERY U.A. 2006, HELAL U.A. 1986). PARKKARI U.A. (2001, 993) sehen zunächst in der Aufklärung der Athleten und Trainer über potenzielle Gefahrenquellen einen wichtigen Schritt. ADIRIM/CHENG (2003, 76) heben sechs wichtige Punkte für den Kinder- und Jugendsport hervor: das Training der motorischen Fähigkeiten speziell in der Vorbereitungsphase, die medizinische Betreuung bei Sportereignissen, das passende Coaching, den richtigen Flüssigkeitshaushalt, die richtige Position (im Team) und die adäquate Ausrüstung. Neben den genannten scheinen sportmedizinische Interventionsmaßnahmen, wie regelmäßig durchgeführte Funktionsdiagnostiken, sportmedizinische Untersuchungen und geeignete Rehabilitationsmaßnahmen von großer Relevanz zu sein (vgl. HELAL U.A. 1986, Klümper 1998, PARKKARI U.A. 2001). Entscheidend für die Trainingspraxis ist die angesprochene Schulung der motorischen Fähigkeiten und der korrekten Technik. GOLLHOFER U.A. (2006) berichten von einem signifikanten Rückgang der Knie- und Sprunggelenksverletzungen bei Volley- und Handballern durch ein forciertes sensomotorisches Training. Von ähnlichen Erfolgen durch die gezielte Propriozeptorschulung

sprechen EMERY U.A. (2006) bei einer Untersuchung an jugendlichen amerikanischen Ballsportlern.

Als weitere wichtige Präventionsstrategie wird in der Literatur vielfach die Aufwärmarbeit genannt (vgl. FRADKIN U.A. 2006)<sup>23</sup>. Durch die dem „Warm up“ zugesprochenen positiven Effekte auf den aktiven und passiven Bewegungsapparat, Herzkreislaufsystem sowie das somatische und das vegetative Nervensystem wird der Körper bei richtiger Durchführung optimal auf die bevorstehende Belastung vorbereitet (vgl. BISHOP 2003 und 2003a, DE MARÉES 2002, PARKKARI U.A. 2001). Dabei ist die zeitliche Strukturierung des Aufwärmens genauso wichtig wie die Zusammenstellung der sportartspezifischen Inhalte (vgl. BISHOP 2003a, WITVROUW U.A. 2004). Eine in der Literatur kontrovers diskutierte Bedeutung kommt dem Dehnungstraining als Verletzungsprophylaxe zu. WYDRA/GLÜCK (2004, 111 f.) sehen bei dem momentanen Stand der Forschung keine positiven Effekte des Dehnens hinsichtlich einer Reduktion von Sportverletzungen und Sportschäden. WITVROUW U.A. (2004, 448) betonen hingegen gerade bei Schnellkraftsportarten die Wichtigkeit des Stretchings bei der Aufwärmarbeit<sup>24</sup>. KLEE (2006, 35 ff.) sieht ebenfalls eine Daseinsberechtigung als prophylaktische Maßnahme, schränkt den Nutzen aber auf die Prophylaxe von Muskel- und Sehnenverletzungen ein.

---

<sup>23</sup> FRADKIN U.A. (2006) stellen bei der Analyse von verschiedenen publizierten Untersuchungen zur Vermeidung von Sportverletzungen/-schäden durch das Aufwärmtraining heraus, dass zwar mehrheitlich ein positiver Effekt des Warm up auf die Verletzungsrate gesehen wird, eine generalisierte Aussage jedoch aufgrund der Unterschiedlichkeit der Stichproben schwierig ist. Außerdem divergieren die Inhalte der Aufwärmarbeit in den Studien stark oder sind nicht transparent.

<sup>24</sup> Gerade in der Aufwärmarbeit vor schnellkräftigen Belastungen wird in der Literatur über die Sinnhaftigkeit des Einsatzes von Dehntechniken diskutiert. Hier stellt sich besonders die Frage, ob und inwiefern sich eine Integration des Dehntrainings vor der Belastung positiv oder kontraproduktiv auf die anschließenden schnellkräftigen Bewegungen auswirkt bzw. ob durch vor allem statisches Dehnen mit Leistungseinbußen zu rechnen ist (vgl. HILLENBRECHT/NIEDERER 2006, WITVROUW U.A. 2004, WYDRA/GLÜCK 2004).

## 3 Methodik

### 3.1 Untersuchungsablauf

In der Saison 2006 wurden insgesamt 45 deutsche Voltigierer bei zwei Leistungsdiagnostiken zum Zweck der allgemeinen Bestandsaufnahme der motorischen Fähigkeiten dieser Pferdesportdisziplin durchgeführt. Weiterhin wurden den Sportlern auf der Grundlage der Ergebnisse Trainingsempfehlungen für die weitere Arbeit mitgegeben.

Der zeitliche Rahmen war auf ein Jahr begrenzt. Der Start der Untersuchung erfolgte mit Eintritt in die Vorbereitungsphase zur Saison 2006 (November 2005), das Ende wurde mit Eintritt in die Übergangsphase der Saison 2007 (Oktober 2007) festgesetzt<sup>25</sup>.

Die zwei leistungsdiagnostischen Maßnahmen fanden im November/Dezember 2005 und März 2006 im Olympiastützpunkt Westfalen in Warendorf statt. Da der logistische Aufwand für die Teilnahme der aus allen Regionen Deutschlands stammenden Sportler immens groß war, wurden die Untersuchungen in Absprache mit der Bundestrainerin anlässlich der Bundeskaderlehrgänge angesetzt. Die Durchführung erfolgte immer durch dieselben Untersucher.

Auf der Basis der vorhandenen Ergebnisse der ersten Untersuchung schloss sich eine zeitnahe ausführliche Beurteilung der Leistungen an (vgl. Abb. 106 ff. im Anhang). Außerdem wurden weitere Trainingsschwerpunkte und potenzielle Übungen zur Erreichung des Ziels empfohlen. Bei der Interpretation des Post-Tests wurde bewusst auf eine Bezugerstellung zu den vorangegangenen Leistungen geachtet. Die Untersucher erstellten die Beurteilungsbögen als Hilfe für die weitere Trainingsgestaltung im Anschluss an die Datenauswertung und verschickten sie sowohl an die Athleten als auch mit deren Einverständnis an die Bundestrainerin.

---

<sup>25</sup> Bei der Vorplanung der Untersuchung wurde die zeitliche Gestaltung auf die Saisonplanung der Voltigierer abgestimmt (vgl. PEILER/PEILER 2006, 174). Im Voltigiersport ist die Vorbereitungsperiode (1. und 2. Etappe) in den Wintermonaten von November bis März zu finden, Die Aufbau- und Sichtungsturniere finden im Frühjahr (April bis Juni) statt, die Saisonhöhepunkte ballen sich in den Sommermonaten (Juli und August). In der Regel endet die Wettkampfsaison im September und geht im Oktober in die neue Saison über (Übergangsperiode).

Die Urinproben für die Stresshormonmessung im Training wurden in den Monaten November 2005 bis Februar 2006 genommen. Die Katecholaminuntersuchung für die Erhebung der physischen und psychischen Belastung im Wettkampf geschah im Mai 2006 in Bocholt bei der Bundessichtung zu den Weltreiterspielen.

### **3.2 Personenstichprobe**

Die Probandengruppe bestand aus deutschen Voltigierern der nationalen und internationalen Spitze. Unter den untersuchten Athleten waren Deutsche Meister, Europa- und Weltmeister sowie etliche Medaillenträger großer Championate. Das Einschlusskriterium für die Teilnahme war die Zugehörigkeit zu einem Landes- bzw. Bundeskader. Von den insgesamt zur Untersuchung angetretenen 45 Sportlern konnten nur 36 an beiden Leistungsdiagnostiken teilnehmen. Gründe für die Drop-out-Quote von 8,8 % lagen in der Aufgabe des Sports (n=2), Krankheit (n=1) und logistischen Problemen (n = 1). Die Gesamtstichprobe inkludierte 36 (80 %) weibliche und neun (20 %) männliche Sportler (vgl. Tab. 18).

Tab. 18 Alters- und Kaderstruktur der Personenstichprobe<sup>26</sup>

	Gesamtstichprobe	
	m	w
<b>Anzahl (n)</b>	9	36
<b>Alter</b>		
<b>Min</b>	17	14
<b>Max</b>	27	33
<b>Mean</b>	21,7	18,6
<b>SD</b>	4,1	4,2
<b>Kaderstatus GV (n)</b>		
<b>D</b>	1	13
<b>B</b>	1	1
<b>A</b>	2	13
<b>Kaderstatus EV (n)</b>		
<b>D</b>	0	9
<b>C</b>	2	3
<b>B</b>	2	1
<b>A</b>	4	6

Im Durchschnitt waren die untersuchten Gruppen- (SD = 3,6) und Einzelvoltgierer (SD = 3,5) 17 Jahre alt. Das Mindestalter war auf 14 Jahre festgesetzt, 33 Jahre war das höchste erfasste Alter.

### 3.3 Messgrößen

In der vorliegenden Studie sind folgende Messgrößen erhoben worden:

#### 1. Anthropometrische Daten

- Körperhöhe (m)
- Körpermasse (kg)
- Bodymaßindex (kg/m<sup>2</sup>)
- Körperfettanteil mittels BIA (%)
- Heath-Carter Somatotyp

<sup>26</sup> Die untersuchten Voltgierer waren teilweise sowohl Mitglieder des Einzel- wie auch der Gruppenkader, auf eine zusätzliche Differenzierung in der Tabelle wird aber aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit verzichtet.

## **2. aktive und passive Beweglichkeit Hüfte**

- Querspagat
- Seitspagat
- Aktive Hüftflexion im Langhang an der Sprossenwand

## **3. Beweglichkeit Schulter**

- Kreuzgriff (S-Halte-Test)
- Aktive Elevation in Bauchlage
- Aktive Extension in Bauchlage

## **4. Maximalkraft Knieflexoren und -extensoren**

- Leg Extension
- Leg Curl

## **5. Sprungkraft**

- Drop Jump

## **6. Maximalkraft Rumpfflexoren und -extensoren**

- Abdominal Press
- Back Extension

## **7. Maximalkraft Schulter-Arme-Rumpf**

- Frontdrücken mit Langhantel im Sitzen

## **8. Koordinationsfähigkeiten: Gleichgewicht**

- Storchstand auf Posturomed und Kreisel

## **9. Erfassung sportmedizinischer und trainingsrelevanter Daten**

- Fragebogen 1: Trainingsrahmenbedingungen, Sportverletzungen, Sportschäden
- Fragebogen 2: Erfassung der psychischen Verfassung im Wettkampf

- Fragebogen 3: sportmedizinische und trainingswissenschaftliche Daten der Saison 2006

### **10. Katecholaminmessung zur Erfassung der psychischen und physischen Belastung im Training und im Wettkampf (Cat-Q NA/A)**

- Bestimmung des Cat-Q NA/A im Training und im Wettkampf
- Muskelfasertypisierung mittels Nachbelastungs-Noradrenalinausscheidungsrate

Die aufgelisteten Verfahren werden in den folgenden Unterpunkten genauer erklärt.

#### **3.3.1 Erhebung der anthropometrischen Daten**

##### Ziel

Die Erhebung der anthropometrischen Daten wird als grundlegende Voraussetzungen für die weitergehenden Analysen des Body-Mass-Indices und des Heath-Carter-Somatotypes benötigt.

##### Körperhöhe

##### Geräteaufbau

Die Messung erfolgt über eine tragbare Messlatte mit Kopfbrett. Diese wird an der Wand mit planem Untergrund positioniert.

##### Versuchsdurchführung

Wie bei CARTER (2002) und CARTER/HEATH (2005) ausführlich beschrieben, wird der barfüßige Proband in folgende Position gebracht: Er steht aufrecht mit dem Rücken zur Wand und hält dabei mit Fersen, Gesäß und Rücken Kontakt zur Wand. Der Kopf steht in der „Frankfurt“-Ebene (vgl. ROSS u.A. 1989, 202). Die Messung wird dreimal wiederholt.

##### Bewertung/Einordnung der Messergebnisse

Die Bewertung der Messergebnisse erfolgt in cm.

## **Körpermasse**

### **Geräteaufbau**

Die Körpermasse wird in Kilogramm auf einer im Vorfeld geeichten digitalen Waage mit 0,1 kg Genauigkeitsanzeige gemessen (vgl. Abb. 26).

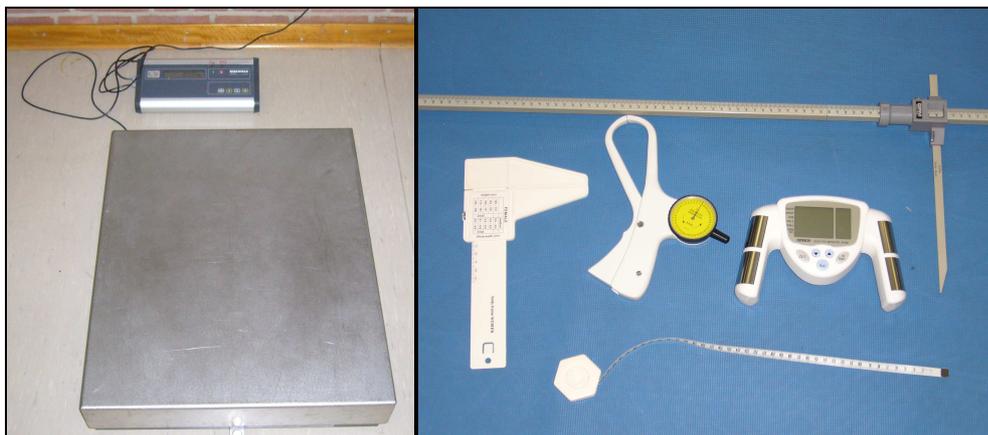


Abb. 26 Untersuchungsmaterialien zur Bestimmung der anthropometrischen Parameter

### **Versuchsdurchführung**

Der Proband erhält die Anweisung, sich auf die Waage zu stellen. Für ein möglichst genaues Ergebnis ist der Proband minimal bekleidet (kurze Hose und T-Shirt, barfuß). Die Messung wird dreimal wiederholt.

### **Bewertung/Einordnung der Messergebnisse**

Die Bewertung der Messergebnisse erfolgt in kg.

## **Body-Mass-Index**

### **Ziel**

Basierend auf der Grundlage der erhobenen Körperhöhe und Körpermassewerten lässt der Body-Mass-Index erste Rückschlüsse auf die Körperkonstitution zu (vgl. Kapitel 2.2.2.1).

### **Versuchsdurchführung**

Die Berechnung des Body-Mass-Indices erfolgt nach in Kapitel 2.2.2.1 beschriebener Formel:

$$\text{Body-Mass-Index (BMI)} = \text{Körpergewicht (kg)} / \text{Körperlänge (m)}^2$$

### Bewertung/Einordnung der Messergebnisse

Die Interpretation des BMI wird auf der Grundlage der Vorgaben der WHO (2006) für Erwachsene und der BZGA (2006, 2007) für Kinder und Jugendliche vorgenommen (vgl. Kapitel 2.2.2.1).

### **Messung der Körperzusammensetzung über die Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)**

#### Ziel

Da die Erhebung des Body-Mass-Indices als alleiniger Indikator für die Körperkonstitution gerade bei Sportlern als unzureichend anzusehen ist, wird für eine weitergehende Beurteilung der Körperzusammensetzung die Bestimmung der Freien Fettmasse mithilfe der Bioelektrischen Impedanzanalyse vorgenommen.

#### Geräteaufbau

Es handelt sich dabei um das tragbare Körperfettmessgerät Model „OMRON BF 306“ der Firma OMRON Medizintechnik. Das Gerät misst die Wechselströme Hand-zu-Hand (vgl. LINTSI U.A. 2004) und entspricht den geforderten Gütekriterien. DEURENBERG (1998, 3) spricht bei seiner Überprüfung der Validität an 387 Frauen und Männern von einem Korrelationskoeffizienten mit dem Körperfettanteil bei Frauen von  $r = 0.87$  bzw. bei Männern von  $r = 0.83$ . Ähnliche Werte stellen auch LINTSI U.A. (2004) fest. Vorausgegangene Messungen der Untersucher haben hohe Korrelationen ( $r > 0.8$ ) im Test-Retest-Vergleich erreicht. Die Werte werden durch das Gerät in Zehntelschritten angezeigt und spiegeln den prozentualen Anteil der Freien Körperfettmasse (FFM) wider.

### Versuchsdurchführung

Die Messung wird wie folgt vorgenommen<sup>27</sup>:

1. Der Proband steht mit leicht gespreizten Füßen in einer aufrechten Körperhaltung.
2. Der Proband umfasst die Elektroden in der Art, dass die Mittelfinger in den dafür vorgesehenen Einkerbungen liegen und die Handflächen jeweils auf den Elektroden positioniert sind. Der Daumen zeigt auf die Oberseite des Geräts.
3. Die Messung erfolgt mit gestreckten in 90° Anteversion gehaltenen Armen.
4. Insgesamt wird die Messung zweimal wiederholt.

Für eine optimale Ergebniserzielung wird der Mittelwert aus drei Messungen genommen.

### Bewertung/Einordnung der Messergebnisse

Die Klassifikation des Körperfettanteils wird auf der Basis der Werte von DEURENBERG (1998) und BIESALSKI U.A. (1999) vorgenommen. Eine Einstufung erfolgt in die Bereiche niedrig, normal, hoch und zu hoch. Sie wird, wie in Kapitel 2.2.2.3 beschrieben, alters- und geschlechtsspezifisch betrachtet.

### **Heath-Carter-Somatotyp**

#### Ziel

Angestrebt wird mittels des Heath-Carter-Somatotyps eine Bestandsaufnahme der individuellen Körperkonstitution eines Voltgierers im Vergleich mit anderen Sportarten. Gleichzeitig dient die Analyse als Kontrollindikator für konstitutionelle saisonal bedingte Veränderungen (Adaptionsprozesse durch Training).

---

<sup>27</sup> Die Durchführung erfolgt nach den von OMRON vorgegebenen Kriterien zur Testdurchführung. Eine detaillierte Beschreibung ist der Bedienungsanleitung des Gerätes zu entnehmen. Auch die von HAWES/ MARTIN (2001, 35) beschriebenen potenziellen Störvariablen bei BIA-Messungen, wie im Vorfeld betriebener Sport, Flüssigkeits- und Nahrungsaufnahme, Alkoholgenuß und Blasenentleerung, finden ihre Berücksichtigung.

### Geräteaufbau

Die Ermittlung des Heath-Carter-Somatotyps erfolgt unter genauer Einhaltung der für die Messung notwendigen Durchführungskriterien (vgl. CARTER 2002, CARTER/HEATH 2005, DANNER 2000, DUQUET/CARTER 2001). Für Bestimmung der Hautfaltendicke wird ein Harpenden-Skinfold-Caliper benutzt, der im Vorfeld geeicht worden ist und Messwerte mit einer Genauigkeit von 0,1 mm anzeigt. Wie von CARTER (2002, 2) gefordert, beträgt der Druck 10 g/mm<sup>2</sup>. Die Knochenbreite wird mit einem Knochencaliper (vgl. Abb. 26) quantifiziert. Die Umfangmessungen werden mittels Maßband mit einer Genauigkeit von 1 mm durchgeführt. Die von CARTER/HEATH (2005, 371) geforderten Test-Retest-Reliabilitäten von  $r = 0.92 - 0.98$  werden eingehalten.

### Versuchsdurchführung

Folgende Daten werden neben den schon beschriebenen Körperhöhe- und Massewerten erhoben<sup>28</sup>:

1. Hautfaltendicken:
  - M. triceps brachii
  - M. subscapularis
  - Spina iliaca anterior superior
  - Mediale Wadenseite
  
2. Breitenmaße
  - Breite des Humerus
  - Breite des Femurs
  
3. Umfangmessungen
  - Umfang des Oberarmes
  - Umfang des Unterschenkels

Alle Werte werden, wie in den einschlägigen Testmanualen empfohlen, an der rechten Seite durchgeführt. Der Untersucher weist entsprechende Erfahrungen

---

<sup>28</sup> Auf die genaue Darlegung der Messtechniken und Positionen bei der Durchführung wird an dieser Stelle verzichtet und auf die ausführlichen Beschreibungen von CARTER 2002, CARTER/HEATH 2005, DANNER 2000, DUQUET/CARTER 2001 verwiesen.

in der Datenerhebung auf und führt jede Messung dreimal durch. Der jeweilige Mittelwert fließt in die weiteren Berechnungen ein.

### Bewertung Einordnung der Ergebnisse

Die drei Komponenten Endo-, Meso- und Ektomorphie (vgl. Kapitel 2.2.3.2) des körperhöhenkorrigierten Heath-Carter Somatotyps werden auf Grundlage der erhobenen antropometrischen Daten ermittelt. Dabei wird sich der von CARTER (2002) und CARTER/HEATH (2005) vorgegebenen Formeln bedient. Demnach gilt:

#### Endomorphie (ENDO)

$$\text{ENDO} = -0.7182 + 0.1451 (X) - 0.00068 (X^2) + 0.0000014 (X^3)$$

X = (Summe aus Hautfaldendicke an M. triceps brachii, M. subscapularis, spina iliaca anterior superior) x (170.18/Körperhöhe in cm)

#### Mesomorphie (MESO)

$$\text{MESO} = (0.858 \times \text{Humerusbreite}) + (0.601 \times \text{Femurbreite}) + (0.188 \times \text{korrigierter Oberarmumfang}) + (0.161 \times \text{korrigierter Wadenumfang}) - (\text{Körpergröße} \times 0.131) + 4.5$$

#### Ektomorphie (EKTO)

Es wird gesetzt  $\text{HWR} = \text{Körperhöhe}/\text{Körpermasse}^{1/3}$ .

1. Falls HWR größer als 40.75 ist, gilt:

$$\text{EKTO} = 0.732 \text{ HWR} - 28.58$$

2. Falls HWR kleiner als 40.75, aber größer als 38.25 ist, gilt:

$$\text{EKTO} = 0.463 \text{ HWR} - 17.63$$

3. Falls HWR kleiner oder gleich 38,25 ist, gilt:

$$\text{EKTO} = 0.1$$

Für Komponenten, die als Endresultat 0 ergeben oder negative Ergebnisse aufweisen, wird per Definitionem ein Wert von 0.1 gesetzt (vgl. CARTER 2002, CARTER/HEATH 2005). Im Gegensatz zu CARTER/HEATH (2005) werden die Komponentenwerte nicht in halben Einheiten, sondern auf Zehntel genau angegeben. Da es bei der Zuordnung zu den Somatotyp-Kategorien nach HEATH-CARTER Probleme geben kann (vgl. FIESEL 2000, 68), werden die entsprechenden Grenzwerte jeweils, wie FIESEL (ebd., 68) vorschlägt, fiktiv ab- (0.1 – 0.5) bzw. aufgerundet (0.6 – 0.9). Der gerundete Somatotyp wird dann zur weiteren Beschreibung der Kategorie herangezogen.

Die Interpretation des Somatotyps erfolgt unter anderem, wie in Kapitel 2.2.3.2 ausgeführt, über den Somatoplot auf der Somatokarte. Die X- und Y-Achse des dafür verwendeten Reauleaux-Dreiecks stehen im Verhältnis von  $1:1/\sqrt{3}$  zueinander (vgl. DANNER 2000, 72). Die exakte Position des Somatotyps auf der zweidimensionalen Somatokarte (vgl. Abb. 27) errechnet sich aus folgenden Formeln für den X- und Y-Wert:

$$X = \text{Ektomorphie} - \text{Endomorphie}$$

$$Y = 2 \times \text{Mesomorphie} - (\text{Endomorphie} + \text{Ektomorphie})$$

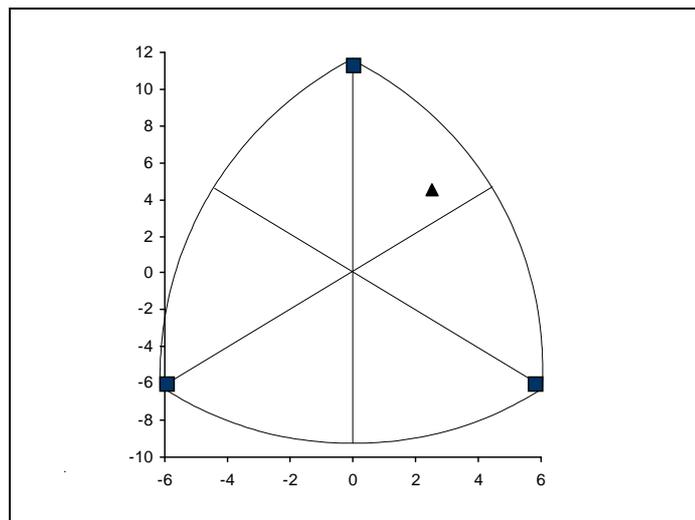


Abb. 27 Schematische Darstellung eines Somatoplots auf der Somatokarte

### 3.3.2 Leistungsdiagnostik

#### 3.3.2.1 Beweglichkeit

##### Querspagat

###### Ziel

Die Testform Querspagat mit den beiden Ausführungsmöglichkeiten rechtes oder linkes Bein in Vorhalte dient zur Überprüfung der passiven Beweglichkeit im Hüftgelenk und der beteiligten Muskulatur (vgl. RAPP/SCHODER 1977, WEINECK 2002). Er findet unter anderem im Leistungsvoraussetzungstest des deutschen Turnerbundes in modifizierter Form Berücksichtigung (vgl. DTB 2004, 23). Beim Voltigieren ist die passive Beweglichkeit, wie sie beim Querspagat zu überprüfen ist, in den Pflichtübungen Aufsprung, Fahne und Mühle gefordert (vgl. Kapitel 2.1.4).

###### Geräteaufbau

In Anlehnung an den Leistungsvoraussetzungstest des Deutschen Turnerbundes erfolgt auch der Versuchsaufbau zur Überprüfung der Beweglichkeit der Voltigierer im Querspagat. Modifiziert wird dieser dahingehend, dass die Testpersonen sich auf Klötze abstützen, um die Endposition einnehmen und halten zu können. Wie Abb. 28 zeigt, werden zur Versuchsdurchführung vier Klötze benötigt, deren zwei jeweils in einem Abstand von 45 cm zueinander von einer Orientierungslinie aufgestellt werden. Drei Matten, die zur Mittellinie je nach Lage 21 cm und zu den Klötzen 50 cm entfernt liegen, bilden eine seitliche Führung. Eine kleinere Matte im Zentrum der vier Klötze dient als erhöhte Ablage des vorderen Beines. Für die Abstandmessung zwischen Symphyse und Boden wird sich eines Zentimetermaßes bedient.

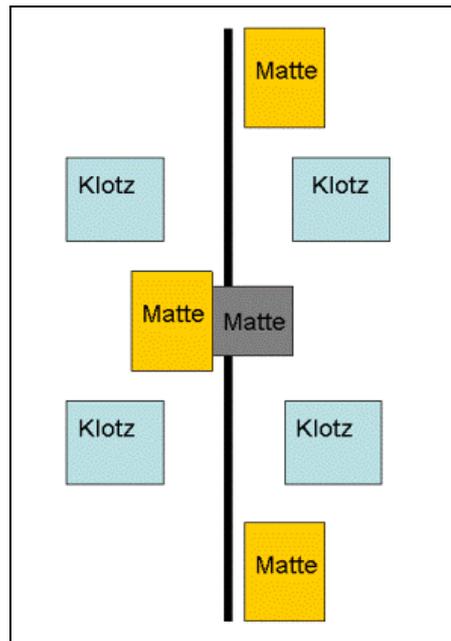


Abb. 28 Geräteaufbau Querspagat

### Versuchsdurchführung

Die Testperson erhält die Anweisung, die Endposition selbstständig einzunehmen. Hierbei soll der Proband darauf achten, dass er zwischen den Klötzen, auf denen er sich abstützt, entlang der Markierung den Querspagat mit aufrechter Körperhaltung einnimmt. Das vordere Bein befindet sich leicht erhöht auf einer festen Turnmatte, das hintere Bein liegt entlang der Linie mit seitlicher Führung durch die Matten. Die Endposition (vgl. Abb. 29) wird drei Sekunden gehalten. Insgesamt werden sechs Messungen durchgeführt, drei mit dem linken und drei mit dem rechten Bein in Vorhalte. Zwischen den Versuchen hat die Testperson 30 Sekunden Pause. Gemessen wird mit einem Zentimetermaß der Abstand zwischen Symphyse und Boden. Aus den drei Versuchen je Bein wird der Mittelwert ermittelt.



Abb. 29 Querspagat mit rechtem Bein in Vorhalte

### Bewertung/Einordnung der Messergebnisse

In Anlehnung an DTB (2004) und RAPP/SCHODER (1977) werden die Messergebnisse in modifizierter Form wie folgt klassifiziert: ausgezeichnet 0 – 5 cm; sehr gut 6 – 10 cm, gut 11 – 15 cm; durchschnittlich 16 – 20 cm; schwach 21 – 25 cm; sehr schwach > 25 cm.

### Seitspagat an der Sprossenwand

#### Ziel

Analog zum Querspagat verfolgt der Seitspagat als Test das Ziel, die passive Hüftbeweglichkeit, hier insbesondere der beteiligten Hüftadduktoren zu überprüfen. Auch dieser Test ist im Aufgabenbuch des Deutschen Turnerbundes als Leistungsvoraussetzungstest zu finden (vgl. DTB 2004, 22). In der Ausführung an der Sprossenwand findet der Seitspagat bei WEINECK (2002, 522) Berücksichtigung. FETZ/KORNEXL (1993, 111 f.) geben für das Seitspreizen im Liegen je nach Altersklasse und Geschlecht Reliabilitätskoeffizienten zwischen .73 und .97 an. Als validitätsähnlichen Test findet auch der Seitspagat im Stand Erwähnung. In der Leistungsdiagnostik für das Voltigieren wird der Seitspagat angewendet, weil die verlangte Beweglichkeit im Anforderungsprofil der Pflichtübungen Mühle und Schere enthalten ist (vgl. Kapitel 2.1.4).

### Geräteaufbau

Während beim Leistungsvoraussetzungstest des DTB der Seitspagat in freier, aufrechter Haltung auf dem Boden einzunehmen und zehn Sekunden zu halten ist, wird der hier behandelte Seitspagat mit zusätzlichem Halt an der Sprossenwand ausgeführt. In einem Abstand von 10 cm zur Sprossenwand ist eine Orientierungslinie auf dem Boden angebracht, auf der die Testperson die Endposition einzunehmen hat. Für die Abstandsmessung zwischen Symphyse und Boden wird sich eines Zentimetermaßes bedient.



Abb. 30 Seitspagat an der Sprossenwand

### Versuchsdurchführung

Die Testperson erhält die Anweisung, aus dem aufrechten Stand, mit dem Rücken zur Sprossenwand eine beliebige Sprosse über Kopfhöhe zu greifen und sich anschließend so weit wie möglich entlang der gekennzeichneten Linie in den aufrechten Seitspagat abgleiten zu lassen. Zusätzlich erhält der Proband die Anweisung, die Endposition (vgl. Abb. 30) mit außenrotierter Hüfte ca. drei Sekunden zu halten. Gemessen werden drei Versuche mit einer zwischenzeitlichen Pause von 30 Sekunden. Analog zum Querspagat wird mit einem Zentimetermaß der Abstand zwischen Symphyse und Boden gemessen und aus drei Versuchen der Mittelwert ermittelt.

### Bewertung/Einordnung der Messergebnisse

In Anlehnung an DTB (2004) und RAPP/SCHODER (1977) werden die Messergebnisse in modifizierter Form wie folgt klassifiziert: ausgezeichnet 0 – 5 cm; sehr gut 6 – 10 cm, gut 11 – 15 cm; durchschnittlich 16 – 20 cm; schwach 21 – 25 cm; sehr schwach > 25 cm.

### Anheben der Beine im Hang

#### Ziel

Neben der passiven Beweglichkeit im Hüftgelenk ist für das Voltigieren vor allem auch die aktive Beweglichkeit der Hüftgelenksflexoren erforderlich, wie sie bei der Mühle abgeprüft wird. Als Test wird hier das Anheben des rechten bzw. des linken Beines im Langhang an der Sprossenwand gewählt, um vor allem die Haltekraft der Hüftbeuger und der unteren Bauchmuskulatur zu testen. Für Leistungssportler geben FETZ/KORNEXL (1993, 68 ff.) bei dynamischer Ausführung der Bewegung Reliabilitätskoeffizienten je nach Alter und Geschlecht zwischen .70 und .98 an.

#### Geräteaufbau

Zur Versuchsdurchführung werden eine Sprossenwand, Klebepunkte, eine Fotokamera, ein Goniometer und ein Stativ benötigt. Die Testperson wird am Becken und an der Außenseite des Knies mit Klebepunkten versehen. Das Stativ mit der darauf befestigten Fotokamera befindet sich 1,5 Meter seitlich vom Spielbein entfernt und die Fotokamera ist annähernd auf Beckenhöhe. Anhand des Fotos wird mittels Goniometer der Bein-Rumpfwinkel gemessen. Bei Voruntersuchungen mit Voltigierern gab es bei dieser Messung eine Test-Retest-Reliabilität von  $r = .91$ .



Abb. 31 Anheben der Beine im Hang an der Sprossenwand

### Versuchsdurchführung

Der Proband hängt rücklings so hoch an der Sprossenwand, dass er keinen Kontakt mehr zum Boden hat. In Abwandlung des Tests von FETZ/KORNEXL (ebd.), bei denen die Testperson das Bein so oft wie möglich zur Waagrechten anhebt, erhält der Voltigierer folgende Anweisung: „Hebe dein Bein bei gestrecktem Kniegelenk so hoch wie möglich an und halte es fünf Sekunden. Achte darauf, dass dein Ruhebein lang und gestreckt an der Sprossenwand anliegt. Vermeide dabei soweit wie möglich eine Außenrotation im Hüftgelenk.“ Der Proband wiederholt die Bewegung dreimal je Bein mit einer zwischenzeitlichen 30-sekündigen Pause. Am Haltepunkt wird die Endposition (vgl. Abb. 31) des Beines fotografiert. Gemessen wird der Bein-Rumpfwinkel anhand des Fotos mithilfe der Klebepunkte als Orientierung. Der Messwert ergibt sich aus dem Mittelwert der drei Versuche je Bein.

### Bewertung/Einordnung der Messergebnisse

In Anlehnung an DTB (2004) und RAPP/SCHODER (1977) werden die Messergebnisse in modifizierter Form wie folgt klassifiziert: ausgezeichnet  $> 110^\circ$ ; sehr gut  $109 - 100^\circ$ ; gut  $99 - 90^\circ$ ; durchschnittlich  $89 - 80^\circ$ ; schwach  $79 - 70^\circ$ ; sehr schwach  $< 70^\circ$ . Die Einordnung erfolgt nach der Neutral-0-Methode (vgl. SOMMER 2004, 4 ff.).

### **Kreuzgriff (S-Halte-Test)**

#### Ziel

Neben der Bewegungsweite im Hüftgelenk ist beim Voltigieren auch die Beweglichkeit im Schultergürtel von Interesse. Gefordert ist diese vor allem bei den Pflichtübungen Fahne und Schere (vgl. Kapitel 2.1.4). In der Literatur hat sich unter anderem der Kreuzgriff (S-Halte-Test) oder auch Back Scratch bewährt (vgl. ARNOT/GAINES 1990; MORROW U.A. 2000; RIKLI/JONES 2001), um die Beweglichkeit im Schultergürtel und Unterschiede zwischen rechtem/linkem Arm zu kennzeichnen. RIKLI/JONES (2001, 41) geben für den Kreuzgriff-Test bei Senioren einen Reliabilitätskoeffizienten von .96 an. Ausgeführt werden kann der Test im Sitzen wie auch im Stehen. Zur Anwendung bei der Untersuchung der Voltigierer kam der Kreuzgriff im Sitzen auf einer Turnkiste.

#### Geräteaufbau

Für diesen Test werden lediglich eine handelsübliche Turnkiste und ein Zentimetermaß benötigt.



Abb. 32 Kreuzgriff im Sitzen

#### Versuchsdurchführung

Die Testperson erhält die Anweisung, sich aufrecht auf den Rand der Kiste zu setzen. Zunächst soll sie einen Arm über den Nacken zwischen die Schultern legen. In einem zweiten Schritt soll sie die andere Hand mit der Handfläche

nach außen den Rücken entlang nach oben schieben, sodass sich die Mittelfinger annähern bzw. überlappen. Die Endposition (vgl. Abb. 32) wird fünf Sekunden gehalten. Es werden drei Versuche je Seite gemessen mit einer Pause von 30 Sekunden. Das Maß der Überlappung der Mittelfinger, welches mithilfe eines Zentimetermaßes festgehalten wird, gibt den Messwert an. Dieser errechnet sich aus dem Mittelwert der drei Versuche je Seite.

#### Bewertung/Einordnung der Messergebnisse

Je mehr sich die Mittelfinger beim Kreuzgriff überschneiden (die Werte liegen im Minusbereich), desto beweglicher ist der Proband im Schultergürtel. Berühren sich die Mittelfinger nicht, so liegen die Werte im Plusbereich. In Anlehnung an MORROW U.A. (2000) und RIKLI/JONES (2001) werden die Messergebnisse in modifizierter Form wie folgt klassifiziert: ausgezeichnet < -9 cm; sehr gut -9 bis -6 cm; gut -5,9 bis -3 cm; durchschnittlich -2,9 bis 0 cm; schwach 0 bis 3 cm; sehr schwach > 3 cm.

### **Schulterbeweglichkeit (aktive Elevation und Extension in Bauchlage)**

#### Ziel

Eine gute aktive Schulterbeweglichkeit wird beim Voltigieren in der Fahne und beim zweiten Teil der Schere verlangt (vgl. Kapitel 2.1.4). Überprüfen lässt sich die aktive Beweglichkeit des Schultergürtels mit dem gestreckten Anheben der Arme in Bauchlage mit den verschiedenen Bewegungsausführungen Extension und Elevation. Bei der Elevation gilt es vor allem, das Bewegungsausmaß in der Fahne zu testen. Die Extension ist besonders beim zweiten Teil der Schere gefragt. ARNOT/GAINES (1990, 205 f.) erwähnen das Anheben der Arme in Bauchlage als Test zur Überprüfung der Schulterbeweglichkeit bei Schwimmern und berufen sich dabei auf Ausführungen von COUNSILMAN (1980).

#### Geräteaufbau

Verwendet werden für den Test eine mobile Krankengymnastikliege, ein 1 Meter langer Holzstab, Klebepunkte, Stativ, Goniometer und eine Fotokamera. Die Testperson wird an der Außenseite von Ellenbogen, Schultern, Becken und Knien mit Klebepunkten versehen. Das Stativ mit der darauf befestigten Fotokamera befindet sich zwei Meter seitlich von der Krankengymnastikliege ent-

fernt, auf der die Testperson in Bauchlage liegt, die Fotokamera ist annähernd auf Schulterhöhe befestigt. Anhand des Fotos wird mittels Goniometer der Arm-Rumpfwinkel gemessen. Bei Voruntersuchungen mit Voltigierern gab es bei der Messung der Elevation eine Test-Retest-Reliabilität von  $r = .87$  und für die Extension einen Reliabilitätskoeffizienten von  $.89$ .



Abb. 33 Aktives Anheben der Arme in Bauchlage (Elevation)

### Versuchsdurchführung

#### *Elevation:*

Als Ausgangslage befindet sich die Testperson in Bauchlage auf der Krankengymnastikliege, die Nase berührt die Auflagefläche. Die Körperhaltung ist gerade und die Arme sind parallel nach vorne gestreckt. Mit den Händen greift die Testperson schulterbreit den Holzstab und erhält folgende Bewegungsanweisung: „Hebe den Stab so hoch wie möglich, ohne die Nase von der Krankengymnastikliege abzuheben! Achte darauf, dass die Arme gestreckt sind und halte die Endposition drei Sekunden!“ Gemessen werden drei Versuche mit einer zwischenzeitlichen Pause von 30 Sekunden. Am Haltepunkt wird die Endposition (vgl. Abb. 33) der Arme fotografiert. Gemessen wird der Arm-Rumpfwinkel anhand des Fotos mithilfe der Klebepunkte als Orientierung. Der Messwert ergibt sich aus dem Mittelwert der drei Versuche.

*Extension:*

Als Ausgangslage befindet sich die Testperson in Bauchlage auf der Krankengymnastikliege, die Nase berührt die Auflagefläche. Die Körperhaltung ist gerade und die Arme sind parallel nach hinten gestreckt. Mit den Händen greift die Testperson schulterbreit den Holzstab hinter dem Rücken (vgl. Abb. 34) und erhält die Bewegungsanweisung analog zur Elevation. Die weitere Versuchsdurchführung erfolgt wie bei der Elevation.



Abb. 34 Anheben der Arme in Bauchlage (Extension)

*Bewertung/Einordnung der Messergebnisse*

Die Messergebnisse werden aufgrund des Anforderungsgehaltes der Sportart für die Elevation wie folgt klassifiziert: ausgezeichnet  $> 180^\circ$ , sehr gut  $179 - 175^\circ$ , gut  $174 - 170^\circ$ , durchschnittlich  $169 - 165^\circ$ , schwach  $164 - 160^\circ$ , sehr schwach  $< 160^\circ$ . Für die Extension werden diese Werte zugrunde gelegt: ausgezeichnet  $> 80^\circ$ , sehr gut  $79 - 75^\circ$ , gut  $74 - 70^\circ$ , durchschnittlich  $69 - 65^\circ$ , schwach  $64 - 60^\circ$ , sehr schwach  $< 60^\circ$ . Die Einordnung erfolgt nach der Neutral-0-Methode (vgl. SOMMER 2004, 4 ff.).

### 3.3.2.2 Kraft

#### Leg Curl/Leg Extension

##### Ziel

Nicht nur im Sinne einer Leistungsoptimierung im Voltigiersport, sondern auch im Hinblick auf die Verletzungsprophylaxe ist eine gute Maximalkraft der Oberschenkelmuskulatur, aber auch ein möglichst ausgeglichenes Verhältnis der Kniebeuger- und -strecker von Bedeutung. PEILER (2005) weist darauf hin, dass neuromuskuläre Dysbalancen vor allem im Bereich des Knies zu häufigen Verletzungen im Voltigieren führen. Zum Testen und Veranschaulichen von Muskeldefiziten und -dysbalancen hat sich die Kraftmessung mittels Isokinetik bewährt, um möglichst standardisierte Ergebnisse gemäß der Testgütekriterien zu erhalten (vgl. FELDER 1999, 50 ff.).

##### Geräteaufbau

Zum Erfassen der Muskelkräfte kommt der Motronik-Trainer der Firma SCHNELL zum Einsatz. Es handelt sich hier um einen Drehmomentmessstuhl, der mittels eines Elektromotors gesteuert wird. Dieser Motor bewegt über eine Pleuelstange eine Messnabe, sodass die um ihre Längsachse wirkenden Drehmomente gemessen werden können (vgl. TUSKER 1994, 20 f.). Ein stufenlos verstellbares Fußpolster, auf welches die Kraft während der Messung ausgeübt wird, ist an einer Seite der Messnabe an einem Hebel befestigt. Das verstellbare Fußpolster kann genauso wie die Rückenlehne exakt auf die Körperlänge der Testperson, die zusätzlich über einen Gurt im Beckenbereich am Stuhl fixiert ist, eingestellt werden. Während der Kraftmessung hält sich der Proband an Haltegriffen, die neben der Sitzfläche angebracht sind, fest. An der rechten Seite des Stuhls befindet sich am Haltegriff ein Knopf, über den die Testperson die Bewegung der Maschine auslöst. In Anlehnung an HÖLTKE/STEUER (2001) wird eine Winkelgeschwindigkeit von 60° pro Sekunde für die dynamische Messung der Kraft bei der Knieextension und -flexion gewählt. Die Schwingungsweite im Kniegelenk beträgt bei der Extension 80° bis 160° und bei der Flexion 160° bis 80°. Die über das Fußpolster auf die Messnabe ausgeübte Kraft wird mittels einer speziell für den Motronik-Trainer entwickelten Software auf den PC übertragen. Die Kraft-Zeit-Kurven können bereits während der

Bewegung betrachtet werden und zeichnen über das gesamte Bewegungsausmaß alle geleisteten Kraftwerte [in Nm] auf.



Abb. 35 Leg Extension (Kniestreckler) ohne zusätzliches Oberschenkelpolster

### Versuchsdurchführung

Die Testperson wird vom Versuchsleiter so im Stuhl (vgl. Abb. 35) positioniert, dass die Achse des Kniegelenkes (lateraler Kniegelenksspalt) annähernd auf Höhe der Messnabe ist. Um eine möglichst optimale Sitzposition zu gewährleisten, wird das Fußpolster bei der Kniestreckung an der ventralen Seite des Unterschenkels oberhalb des oberen Sprunggelenkes angebracht, bei der Kniebeugung an der dorsalen Seite des Unterschenkels oberhalb des Tuber calcanei. Eine verstellbare Rückenlehne sorgt für eine möglichst einheitliche Kippung des Beckens und vermeidet, dass der M. rectus femoris in unterschiedlichen Längen gemessen wird. Mit einem Gurt im Beckenbereich und einem zusätzlichen Polster auf dem Oberschenkel, welches vor allem bei der Kniebeugung erforderlich ist, um auf die Messnabe Kraft auszuüben, wird eine zusätzliche Fixierung der Testperson gewährleistet. Der Proband startet über einen Knopf, der den Motor in Gang setzt, die Maschine und hält diesen Knopf über die gesamte Bewegung gedrückt. Der Drehmomentmessstuhl ist so eingestellt, dass er drei Bewegungsfolgen zulässt, bevor er stoppt.

Zur Gewöhnung an das Gerät erfolgt jeweils ein Aufwärmsetz für die getestete Muskelgruppe mit der gefühlten Belastungsintensität von ca. 30, 75 und 100 %

der maximalen Kraft. Gemessen werden anschließend je drei Serien für das rechte und linke Bein, unterschieden nach Extension und Flexion mit einer zwischenzeitlichen Pause von 30 Sekunden. Der Proband erhält folgende Anweisung: „Versuche nach dem Starten des Motors über das gesamte Bewegungsausmaß eine maximale Kraft auf das Polster auszuüben. Am Umkehrpunkt lasse dich passiv von dem Hebelarm zurückfahren und drücke erneut. Diese Bewegung erfolgt dreimal während einer Serie, bevor die Maschine selbstständig stoppt.“ Aus der jeweiligen Serie wird die Kraft-Zeit-Kurve ausgewählt, die den maximalen Kraftwert vorweist. Um die Maximalkraft für die Kniebeuger bzw. -strecker zu ermitteln, wird der Mittelwert der drei besten Kraft-Zeit-Kurven ermittelt. Von Interesse ist der maximale und relative Kraftwert zum Körpergewicht. Verglichen werden zudem nicht nur das Beuger-Streckerverhältnis eines Beines, sondern auch beider Beine zueinander.

#### Bewertung Einordnung der Messergebnisse

Um die absoluten und relativen Kraftwerte einordnen zu können, dienen die Ergebnisse von HÖLTKE/STEUER (2001), die ihre Einordnung geschlechts- und altersspezifisch vornehmen (vgl. Tab. 120 ff. im Anhang).

### **Drop Jump**

#### Ziel

Voltigierer benötigen ein hohes Maß an reaktivem Sprungvermögen, um Sprünge vom Pferd herunter und wieder auf den Pferderücken ausführen zu können. Diese erfolgen aus unterschiedlichen Körperhaltungen und enden in verschiedenen Übungen. Der Drop Jump (vgl. Kapitel 2.3.2.4) hat sich in der Literatur bewährt, um die reaktive Sprungkraft zu testen, und wird als charakteristisch für den Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus betrachtet (vgl. GOLLHOFER 1987, KOMI 1994). An der Bewegung im Wesentlichen beteiligt sind im Oberschenkel der M. rectus femoris, M. vastus lateralis, M. vastus medialis, im Unterschenkel der M. gastrocnemius, M. tibialis anterior, M. peroneus longus. Im Voltigieren wird die unmittelbare Folge von exzentrischer und konzentrischer Belastung, wie sie auch beim Drop Jump, wo dem Landen aus einer bestimmten Höhe ein sofortiger Absprung folgt, häufig abverlangt.

### Geräteaufbau

Für den Drop Jump wird ein höhenverstellbarer Sprungtisch mit einer Höhe von 28 cm verwendet. Benötigt werden weiter eine Super Thim Switch Mat der Firma Ademco, um die Bodenkontaktzeiten zu erfassen. Die Kontaktmatte wird über ein Interface, das den Kontakt öffnet und schließt, mit einem PC verbunden. Zur Messung der Kontaktzeiten und Flugdauer verfügt der PC über ein spezielles Programm der Firma Messtechnik für Medizin und Sport aus Göttingen. Die Sprunghöhe der Voltgierer lässt sich nach GOLLHOFER (1987) und FRICK (1993) aus der Flugdauer mittels folgender Gleichung bestimmen:

$$h_{\text{flug}} = \frac{1}{8} \times g \times t_{\text{flug}}^2$$

In dieser Gleichung ist  $h_{\text{flug}}$  die Flughöhe,  $g$  entspricht der Konstanten für die Erdanziehung mit  $9,81 \text{ m/s}^2$  und  $t_{\text{flug}}$  der registrierten Flugzeit.



Abb. 36 Die Startphase beim Drop Jump

### Versuchsdurchführung

Die Testperson befindet sich als Ausgangsstellung in einem aufrechten Stand. Die Hände fassen in die Hüftbeuge und ein Bein wird vor dem Absprung ge-

streckt nach vorne angehoben (vgl. Abb. 36). Dieses soll verhindern, dass sich die Fallhöhe des Körperschwerpunktes verändert. Die Testperson lässt sich aus diesem Einbeinstand mit geringem Abdruck nach vorne fallen. Der Proband erhält folgende Anweisung: „Springe so auf die Kontaktmatte, dass du nach deinem ersten Bodenkontakt den erneuten Absprung mit dem Ziel wählst, eine maximale Höhe zu erreichen. Die Bodenkontaktzeit soll dabei so gering wie möglich bleiben. Die Hände bleiben vom Start bis zum Ende in der Hüftbeuge fixiert.“ Die Testperson hat zwei Versuche, um den Drop Jump (vgl. Abb. 37) auszuprobieren. Anschließend werden fünf Versuche mit einer zwischenzeitlichen Pause von 15 Sekunden gemessen. Die Mittelwerte aus den fünf Versuchen ergeben die Sprunghöhe und die Kontaktzeit, die zur Einordnung des Sprungvermögens dienen.

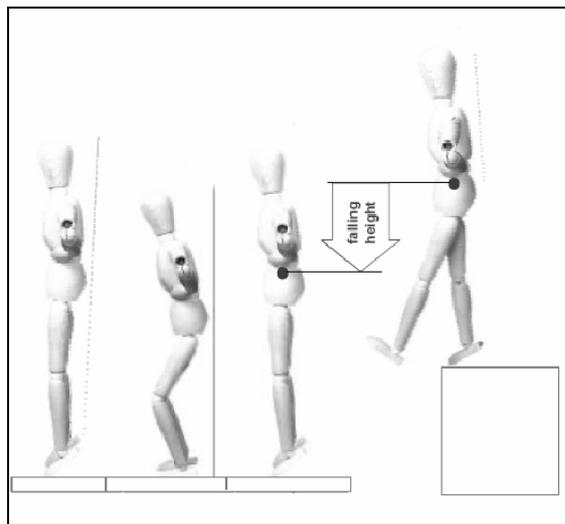


Abb. 37 Drop Jump (modifiziert nach BUBECK 2002, 71)

### Bewertung/Einordnung der Messergebnisse

In Anlehnung an DRINKEWITZ (2005) werden die Messergebnisse für die Bodenkontaktzeit wie folgt klassifiziert: ausgezeichnet 140 – 170 ms, sehr gut 171 – 200 ms, gut 201 – 230 ms, durchschnittlich 231 – 250 ms, schwach 251 – 280 ms, sehr schwach > 280 ms. Die Sprunghöhen werden nach folgendem Raster eingeordnet: ausgezeichnet > 45 cm, sehr gut 45 – 40 cm, gut 39 – 35 cm, durchschnittlich 34 – 30 cm, schwach 29 – 25 cm, sehr schwach < 25 cm.

## **Isometrische Muskelkraftmessung der Rumpfflexoren- und -extensoren (Abdominal Press/Back Extension)**

### Ziel

Das Thema Ganzkörperspannung, also die isometrische Haltearbeit zusammenhängender Muskelgruppen über einen kurzen Zeitraum, hat beim Voltigieren eine exponierte Stellung. Isometrische Kraft wird in der statischen Pflichtübung wie Fahne oder in den dynamischen Schwungübungen Schere und Flanke (vgl. Kapitel 2.1.4) sowie bei vielen Elementen in der Kür verlangt. In der Diagnostik isometrischer Maximalkraft der Rumpfmuskulatur ist unter anderem der IPN-Back Check (OCHS U.A. 1998) ein gängiges Messgerät. Bei diesem Messverfahren wird die Rumpfflexions- und -extensionsmessung im aufrechten Stand gemessen. In einer experimentellen Querschnitt- und Längsschnittuntersuchung an insgesamt 985 „Rückengesunden“ und „Rückenpatienten“ fanden OCHS U.A. (1998, 149) heraus, dass der Einsatz des IPN-Back Checks umfassenden Aufschluss über den Funktionszustand der wirbelsäulennahen Rückenmuskulatur gibt. Er eignet sich zur Kenntlichmachung neuromuskulärer Dysbalancen im Rumpf. Für die Untersuchung der Voltigierer wird mit dem desmodromischen Krafttrainingsanalysegerät der Firma SCHNELL ein ähnliches Gerät wie der IPN-Back Check gewählt. Auch hier kann die isometrische Kraft der Rumpfflexoren und -extensoren im aufrechten Stand gemessen werden.

### Geräteaufbau

Beim Motroniktrainer der Firma Schnell handelt es sich um ein Gerät zur Erfassung der isometrischen Kraft der Rumpfflexoren- und -extensoren im aufrechten Stand. Es ermöglicht eine individuelle Fixierung des Probanden im Gerät. Eine höhenverstellbare Fußplatte gewährleistet das Ausgleichen unterschiedlicher Körpergrößen des Probanden und sorgt dafür, dass sich die Beckenachse auf Höhe der Messnabe befindet. Mithilfe eines höhen- und tiefenverstellbaren Gesäßpolsters hat die Testperson den nötigen Halt im Gerät, um eine maximale Kraft gegen die Schulter- bzw. Brustrolle auszuüben. Das höhenverstellbare Brust-/Schulterblattpolster ist an eine 5-Grad-gewinkelte Pleuelstange, die mit der Messnabe verbunden ist, befestigt. Die über das Brust-/Schulterblattpolster auf die Messnabe ausgeübte Kraft wird mittels einer speziell für den Motro-

niktrainer entwickelten Software auf den PC übertragen. Die Kraft-Zeit-Kurven können bereits während der Bewegung betrachtet werden und zeichnen über das gesamte Bewegungsausmaß alle geleisteten Kraftwerte [in Nm] auf.

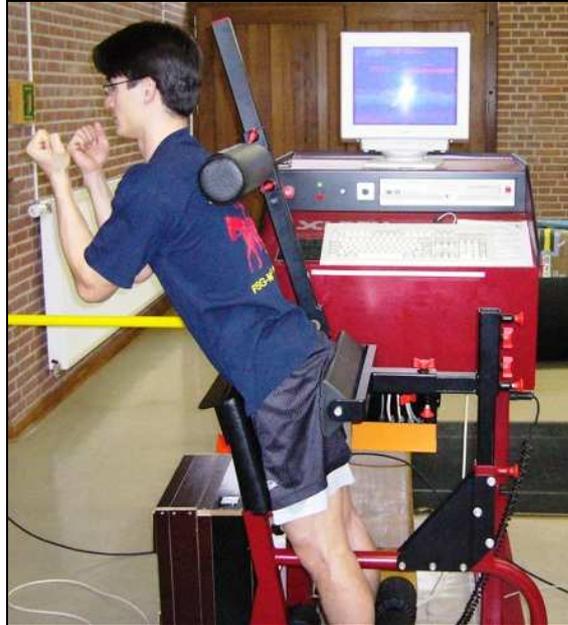


Abb. 38 Messung der Rumpfextensoren im Stand

### Versuchsdurchführung

Die Testperson wird für die Rumpfextension so im Gerät positioniert, dass das Becken auf Höhe der Messnabe ist (vgl. Abb. 38). Das höhen- und tiefenverstellbare Gesäßpolster fixiert das Becken der Testperson im Gerät. Eine Polsterrolle auf mittlerer Höhe der Wade gibt dem Probanden zusätzlichen Halt. Über eine verstellbare Polsterrolle, die auf Höhe der Schulterblätter eingestellt ist, übt die Testperson Kraft auf die Messnabe aus. Die Arme werden bei gebeugten Ellenbogen parallel vor dem Körper gehalten. Die Hände sind zu einer Faust geballt und die Handinnenflächen zeigen zum Körper. Der Kopf bleibt in Verlängerung der Wirbelsäule positioniert und der Blick ist geradeaus. Die Knie sind leicht gewinkelt. Der Proband erhält folgende Anweisung: „Drücke für fünf Sekunden mit maximaler Kraft gegen die Polsterrolle an deinen Schulterblättern. Achte darauf, dass du langsam die Rolle berührst und dann ohne Schwung maximale Kraftspitzen erreichst.“ Der Versuchsleiter zählt den Zeitraum der Kraftentwicklung laut mit, damit der Proband weiß, wie lange er gegen die Polsterrolle drücken muss. Die Testperson hat einen Versuch, um die Be-

wegung auszuprobieren. Anschließend werden drei Versuche mit einer zwischenzeitlichen Pause von 30 Sekunden gemessen. Aus den drei Kraftmaxima wird der Mittelwert errechnet. Für die Rumpfflexion (vgl. Abb. 39) ergibt sich eine gleiche Fixierung des Probanden im Gerät wie bei der Extension mit der Ausnahme, dass das Polster, welches über die Pleuelstange Kraft auf die Messnabe ausübt, auf der Höhe des Sternums eingestellt ist. Bei ähnlicher Armhaltung wie bei der Extension umschließt die Testperson das Brustpolster, ohne dieses an den Körper zu ziehen. Die Versuchsdurchführung erfolgt analog zur Rumpfflexion.



Abb. 39 Messung der Rumpfflexoren im Stand

### Bewertung Einordnung der Messergebnisse

In Anlehnung an VERDONCK (2002) und Voruntersuchungen mit dem Motroniktrainer der Firma SCHNELL am Olympiastützpunkt Westfalen in Warendorf, werden die Kraftwerte der Rumpfextensoren für die Männer wie folgt klassifiziert: ausgezeichnet  $> 11$  (Nm/kg), sehr gut 10,9 – 10 (Nm/kg), gut 9,9 – 9 (Nm/kg), durchschnittlich 8,9 – 8 (Nm/kg), schwach 7,9 – 7 (Nm/kg), sehr schwach  $< 7$  (Nm/kg).

Für die Frauen ergeben sich für die Rumpfextensoren folgende Maximalkraftwerte: ausgezeichnet  $> 9,5$  (Nm/kg), sehr gut 9,4 – 8,5 (Nm/kg), gut 8,4 – 7,5

(Nm/kg), durchschnittlich 7,4 – 6,5 (Nm/kg), schwach 6,4 – 5,5 (Nm/kg), sehr schwach < 5,5 (Nm/kg).

Orientiert man sich an den Richtwerten für isometrische Rumpfkraftmessung nach VERDONCK (2002), die besagen, dass es eine Differenz der Maximalkraftwerte von Rücken und Bauch von bis zu 10 % zugunsten des Bauches gebe, lassen sich die Maximalkraftwerte für die Rumpfflexoren für die Männer wie folgt klassifizieren: ausgezeichnet > 10 (Nm/kg), sehr gut 9,9 – 9 (Nm/kg), gut 8,9 – 8 (Nm/kg), durchschnittlich 7,9 – 7 (Nm/kg), schwach 6,9 – 6, (Nm/kg), sehr schwach < 6 (Nm/kg).

Die Maximalkraftwerte der Bauchmuskulatur der Frauen werden hingegen so eingeordnet: ausgezeichnet > 8,5 (Nm/kg), sehr gut 8,4 – 7,5 (Nm/kg), gut 7,4 – 6,5 (Nm/kg), durchschnittlich 6,4 – 5,5 (Nm/kg), schwach 5,4 – 4,5 (Nm/kg), sehr schwach < 4,5 (Nm/kg).

### **Frontdrücken mit der Langhantel im Sitz**

#### **Ziel**

Anders als beim Gerätturnen, wo viele Übungen am Reck oder am Barren über die Stemme geturnt werden, also bei gestreckten Armen, erfolgen beim Voltigieren nahezu alle Übungen aus der gebeugten in die gestreckte Armhaltung. Begründet liegt dies unter anderem in der Galoppade des Pferdes, die in den zur Verfügung stehenden Gelenken des Voltigierers absorbiert werden muss. Vor allem bei den dynamischen Übungen in der Pflicht wie Aufsprung, Schere oder Flanke (vgl. Kapitel 2.1.4) wird vom Voltigierer die Fähigkeit verlangt, sich bei gespanntem Körper, schnellkräftig aus den Armen herausstützen und in einer hohen Handstützposition stabilisieren zu können. Eine Testform, die sich eignet, um diese speziellen Krafftfähigkeiten des Rumpfes und der Arme überprüfen zu können, ist das Frontdrücken mit der Langhantel im aufrechten Sitz (vgl. Kapitel 2.3.2.4). BOECKH-BEHRENS/BUSKIES (2001) fanden heraus, dass das Frontdrücken im Sitz die Top-Übung zur Aktivierung des ventralen Anteils des M. deltoideus ist, da sich hier durchschnittlich die höchsten EMG-Aktivitäten im Vergleich zu ähnlichen Kraftübungen nachweisen ließen. Der Test wird als One-Repetition-Maximum „1-RM“ durchgeführt (vgl. Kapitel 2.3.2.4).

### Geräteaufbau

Benötigt werden für die Versuchsdurchführung eine Langhantelbank, eine geeichte Olympiahantel (20 kg) und Scheibengewichte<sup>29</sup>. Zwei Helfer legen die Langhantel auf die über Kopf gestreckten Arme der Testperson und sichern den Probanden ab, sodass ein möglichst geringes Verletzungsrisiko besteht.

### Versuchsdurchführung

Die Testperson setzt sich so auf die Hantelbank, dass jeweils ein Fuß auf der linken bzw. rechten Seite der Hantelbank steht. Die Knie sind in einem rechten Winkel gebeugt und die Füße haben mit der gesamten Sohle Kontakt zum Boden. Der Oberkörper ist aufgerichtet und der Proband nimmt die Langhantel, die von zwei Helfern aufgelegt wird, mit gestreckten und schulterbreit geöffneten Armen entgegen (vgl. Abb. 40). Aus der gestreckten Ausgangslage senkt er die Langhantel vor dem Kopf und nah am Gesicht entlang bis unter das Kinn ab. Am Umkehrpunkt unterhalb des Kinns drückt er die Langhantel den gleichen Weg in die gestreckte Ausgangsposition wieder zurück. Die Helfer nehmen an der Endposition die Hantel wieder entgegen. Die Testperson erhält folgende Anweisung: „Achte darauf, dass du die Hantel eng am Körper aus der gestreckten Armhaltung bis unter das Kinn absetzt und wieder in die gestreckte Ausgangslage zurückführst. Halte deinen Rumpf in der aufrechten Haltung stabil und drücke deine Füße fest an den Boden.“ Im Sinne des One-Repetition-Maximums „1-RM“ versucht sich die Testperson an das maximal zu bewältigende Gewicht heranzutasten. Zunächst erfolgt ein Aufwärmsatz von 15 Wiederholungen bei etwa 20 bis 30 % der geschätzten Maximalleistung, um die beteiligte Muskulatur entsprechend aufzuwärmen. Da das einmalige Bewältigen der maximalen Last mit einem hohen Verletzungsrisiko verbunden ist (vgl. GIEßING, 2003), tastet sich der Proband in kleinen Schritten an die Maximalleistung heran (vgl. STEINHÖFER, 2003). Während bei den submaximalen Aufwärmsätzen die Pausen bei 30 Sekunden liegen, erhält der Proband mit zunehmender Annäherung an sein Kraftlimit eine Pause von bis zu zwei Minuten zwischen den Versuchen. Nur bei einer guten Bewegungsausführung wird die überwundene Last als gültiger Versuch gewertet.

---

<sup>29</sup> Für die submaximalen Aufwärmsätze wird bei den leistungsschwächeren Mädchen teilweise abweichend zunächst eine geeichte 10-kg-Langhantel benutzt.



Abb. 40 Frontdrücken mit der Langhantel im aufrechten Sitz

### Bewertung/Einordnung der Messergebnisse

Die Einordnung der Messergebnisse basiert auf Grundlage der Versuche mit Voltigierern, die bislang am Olympiastützpunkt Westfalen in Warendorf im Frontdrücken mit der Langhantel getestet worden sind. Da es im Voltigieren als optimal angesehen wird, nahezu sein eigenes Körpergewicht stemmen zu können, erfolgt so auch die Klassifizierung der Messergebnisse. Für die Männer ergibt sich folgende Differenzierung: ausgezeichnet  $> 0,90$  (Nm/kg), sehr gut  $0,89 - 0,85$  (Nm/kg), gut  $0,84 - 0,80$  (Nm/kg), durchschnittlich  $0,79 - 0,75$  (Nm/kg), schwach  $0,74 - 0,70$  (Nm/kg), sehr schwach  $< 0,70$  (Nm/kg).

Die Einordnung der Maximalkraftwerte der Frauen erfolgt mittels folgender Klassifizierung: ausgezeichnet  $> 0,80$  (Nm/kg), sehr gut  $0,79 - 0,75$  (Nm/kg), gut  $0,74 - 0,70$  (Nm/kg), durchschnittlich  $0,69 - 0,65$  (Nm/kg), schwach  $0,64 - 0,60$  (Nm/kg), sehr schwach  $< 0,60$  (Nm/kg).

### 3.3.2.3 Koordination (Gleichgewicht)

#### Storchstand

##### Ziel

Das Gleichgewicht ist eine fundamentale koordinative Fähigkeit, die beim Voltigieren in nahezu allen Positionen abverlangt wird. Die Galoppade des Pferdes zwingt den Voltigierer, sich stets wieder in die Balance zu bringen, um die Haltung auf dem Pferd beizubehalten. Als Test zur Überprüfung des Gleichgewichts wird in der Literatur unter anderem der Storchstand mit geöffneten oder geschlossenen Augen sowie auf dem Fußballen oder auf dem ganz aufliegenden Fuß genannt (vgl. ARNOT/GAINES, 1990; KIRKENDAL U.A. 1987). Da das Voltigieren einen hohen Anspruch an das Gleichgewicht stellt und Leistungsvoltigierer in dieser Fähigkeit gut geschult sind, wird der Storchstand als Form des Einbeinstandes (vgl. Kapitel 2.3.3.2) in erschwerter Form auf einem Posturomed mit einem daraufstehenden Sportkreisel durchgeführt. KIRKENDALL U.A. (1987, 127) geben für den einfachen Storchstand einen Reliabilitätskoeffizienten von .87 an.

##### Geräteaufbau

Für den Storchstand mit geöffneten Augen wird benötigt ein Sportkreisel der Firma Thieme, bestehend aus einer Holzscheibe mit Aluminium-Halbkugel, die einen Durchmesser von 38 cm bei einer Höhe von 11 cm vorweist. Kennzeichen des Sportkreisels ist, dass er aufgrund des großen Durchmessers und der Höhe der Aluminium-Halbkugel mehr Anspruch an die Balance stellt als zum Beispiel ein Therapiekreisel mit geringerer Höhe und kleinerem Durchmesser. Das ebenso benötigte Posturomed findet vor allem in der Therapie Anwendung und dient insbesondere zum sensomotorischen Training und zur Haltungsstabilisierung. Die auf zwei Schwingkreisen aufgehängte Standplattform des Posturomeds hat einen Durchmesser von 60 mal 60 Zentimeter. Der Kreisel befindet sich auf einer rutschfesten Unterlage in zentraler Position auf dem Posturomed. Ein Stativ mit einer darauf befestigten Videokamera zur Bewegungskontrolle befindet sich in einem Abstand von drei Metern zum Posturomed. Zusätzlich wird eine Stoppuhr zur Erfassung der Standzeit der Testperson verwendet.



Abb. 41 Storchstand auf dem Posturomed

### Versuchsdurchführung

Die Testperson nimmt als Ausgangsstellung den Einbeinstand auf dem Kreisel ein, die Hände dürfen zur korrekten Einnahme des Storchstandes am Geländer des Posturomeds abgestützt werden. Jeder Proband erhält die Möglichkeit, den Storchstand auf dem linken wie auch auf dem rechten Bein 30 Sekunden lang zu testen. Der korrekte Storchstand zeichnet sich dadurch aus, dass der Fuß des Spielbeines frontal und oberhalb des Knies des Standbeines positioniert ist. Der Fuß des Standbeines zeigt mit seinen Zehen nach vorne und liegt flach auf dem Sportkreisel auf. Die Hände sind in der Hüftbeuge abgestützt (vgl. Abb. 41). Die Testperson erhält die Anweisung: „Nehme den Storchstand auf dem Kreisel ein! Achte darauf, dass deine Hände in der Hüftbeuge bleiben, der Fuß des im Kniegelenk gestreckten ( $5^\circ$  gebeugten) Standbeines sowie das Knie des Spielbeines nach vorne zeigen! Der Fuß des Spielbeines bleibt oberhalb des Knies. Versuche den Storchstand auf jedem Bein 120 Sekunden zu halten!“ Die Zeitmessung beginnt erst nach korrekter Einnahme des Storchstandes und dem Signal „fertig“ der Testperson. Die Zeitmessung endet bei Erreichen der optimalen Standdauer von 120 Sekunden oder bei Verlust der Standposition. Abbruchkriterien sind das Lösen mindestens einer Hand aus der Hüftbeuge, das Aufsetzen der Standplattform des Sportkreisels auf dem Posturomed, das Lösen des Fußes des Spielbeines vom Standbein sowie das Drehen des Oberkörpers um mehr als  $30^\circ$  zur linken oder rechten Seite. Zusätzlich wird die Bewegung mit der Videokamera aufgezeichnet. Der Proband hat drei Versuche

mit jedem Bein, bei einer 30-sekündigen Pause nach Aufgabe der korrekten Standposition bzw. des Erreichens der Idealzeit. Gewertet wird nur der beste Versuch des jeweiligen Standbeines.

#### Bewertung/Einordnung der Messergebnisse

In Anlehnung an ARNOT/GAINES (1990) und KIRKENDALL U.A. (1987) wird der Storchstand auf dem Kreisel und dem Posturomed in modifizierter Form wie folgt klassifiziert: ausgezeichnet 120 – 100 s, sehr gut 99 – 80 s, gut 79 – 60 s, durchschnittlich 59 – 40 s, schwach 39 – 20 s, sehr schwach < 20 s.

### **3.3.3 Fragebogenanalyse**

#### Ziel

Bei der Untersuchung werden drei standardisierte Fragebögen eingesetzt, die auf die Erfassung der allgemeinen Daten der Athleten, Trainingsrahmenbedingungen, Sportverletzungen und Sportschäden, subjektive Einschätzung der psychischen Beanspruchung beim Wettkampf und Interpretation der eigenen Leistung der abgeschlossenen Saison abzielen.

#### Versuchsaufbau

Bei den Befragungen werden ausschließlich „geschlossene“ Frageformen gewählt (vgl. SINGER 2002, 157). Dabei werden die von SINGER (2002) proklamierten Grundsätze für die Konstruktion von schriftlichen Befragungen beachtet. Die Bögen bestehen aus einfachen und eindeutigen Fragestellungen. Der Umfang des jeweiligen Konstrukts wird bewusst begrenzt, um den „Motivationseffekt“ (ebd., 162) beizubehalten. Um eine adäquate Rücklaufquote zu erzielen, füllen die Sportler den Fragebogen 1 direkt bei der ersten Leistungsdiagnostik, Fragebogen 2 am Untersuchungstag der Stresshormonmessung im Wettkampf und Fragebogen 3 bei Trainingslagern und Kaderbesprechungen aus. Die Untersucher stehen dabei als Ansprechpartner zur Verfügung, um Missverständnisse und Verständnisschwierigkeiten auf ein Minimum begrenzen zu können. Neben den schriftlichen Hilfestellungen erfolgen zusätzlich weitere Hinweise zu Mehrfachantworten, Datenschutz und sonstigen Aspekten.

**Fragebogen 1: Fragebogen zur Erfassung von Trainingsrahmenbedingungen sowie sportmedizinischer Daten von Kaderathleten im Voltigiersport.**

Der Fragebogen (vgl. Abb. 122 ff. im Anhang) umfasst 15 Fragen, ist an das Konstrukt von PEILER (2005) angelehnt und thematisch in vier Bereiche eingeteilt (vgl. Tab. 19). Der erste Komplex setzt sich aus allgemeinen Fragestellungen zur Person, Kaderstatus, Trainingsalter und weiteren Rahmenbedingungen (Wettkampf- und Trainingssituation) zusammen. Schwerpunkte des zweiten Teils sind Merkmale zur Erfassung von Sportverletzungen, deren Häufigkeit, Verletzungsart und -lokalisierung sowie daraus resultierende Beschwerden. Die Erfassung von Überlastungssyndromen und Sportschäden von Voltigierern im Leistungssport bildet den inhaltlichen Kern des dritten Bereiches. Das Ende des Fragebogens besteht aus Fragen zur sportmedizinischen und trainingswissenschaftlichen Betreuung der Voltigierer. Im Anhang ist eine Einverständniserklärung zur Durchführung der leistungsdiagnostischen Maßnahmen und der Verwendung der Daten für diese Arbeit angefügt (vgl. Abb. 128 im Anhang).

Tab. 19 Thematischer Aufbau des Fragebogens 1

Thema	Merkmale	Fragestellungen
I Allgemeiner Teil und Rahmenbedingungen	• Angaben zur Person	1
	• Trainingsalter	2
	• Trainingsumfang	3
	• Trainingsrahmenbedingungen	4
	• Wettkampfsituation	5
	• Zusatzsportarten	6
II Sportverletzungen	• Verletzungshäufigkeit	7
	• Verletzungszeitpunkt	8
	• Verletzungsursache	9
	• Verletzungslokalisierung	10
	• Verletzungsverlauf	11
III Sportschäden	• Überlastungssyndrome	12
	• Sportschäden	13
IV Sportmed. Betreuung	• Sportmed. Untersuchung	14
	• Leistungsdiagnostik	15

## **Fragebogen 2      Fragebogen zur Erfassung der psychischen Verfassung von Kaderathleten im Wettkampf**

Dieser Fragebogen dient in Verbindung mit der Katecholaminmessung zur Einschätzung der psychischen Belastung von Kadervoltigierern unter Wettkampfbedingungen. Er thematisiert mit seinen neun Fragen (vgl. Abb. 129 f. im Anhang) die subjektive Einschätzung der psychischen Verfassung vor und während des Wettkampfes sowie die im Nachgang stattfindende Interpretation der gezeigten Turnierleistung (vgl. Tab. 20). Ein weiterer Punkt der schriftlichen Befragung ist der Umgang mit mentalem Training. Das Konstrukt lehnt sich an die Inhalte der Fragen der an Beachvolleyballern durchgeführten Stresshormonmessung von ABD EL-RAHMAN (2001, 71) an.

Tab. 20 Thematischer Aufbau des Fragebogens 2

<b>Thema</b>	<b>Merkmale</b>	<b>Fragestellungen</b>
I Allgemeiner Teil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angaben zur Person</li> </ul>	1
II subjektive Einschätzung der psychischen Belastung in der Wettkampfsituation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstartsituation</li> <li>• Startsituation</li> </ul>	2,3 4,5
III Einschätzung der eigenen Leistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subjektive Bewertung der gezeigten Leistung</li> </ul>	6
IV Psychoregulative Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mentales Training</li> <li>• Mentale Wettkampfvorbereitung</li> </ul>	7 8,9

### **Fragebogen 3 Fragebogen zur Erfassung sportmedizinischer und trainingswissenschaftlicher Daten von Kaderathleten im Voltigiersport**

Erfassung der Verletzungen und Sportschäden der aktuellen Saison sowie die subjektive Einschätzung der erbrachten Wettkampfleistungen bilden neben Fragestellungen zur Bewertung der Leistungsdiagnostik als Maßnahme zur Betreuung von Spitzensportlern die Schwerpunkte dieses Fragebogens (vgl. Abb. 131 ff. im Anhang). Themenkomplex eins von vier (vgl. Tab. 21) befasst sich mit den allgemeinen Daten zur Person, der Einschätzung der erbrachten Leistungen und erreichten Ziele in der abgelaufenen Saison sowie die detaillierte Auflistung der erhaltenen Pflichtpunkte bei den nationalen Saisonhöhepunkten. Der zweite Teil widmet sich der Erfassung des Gesundheits- und Fitnesszustands bei Saisonstart. Die subjektive Bewertung der durchgeführten Leistungsdiagnostik, die Einsatzfähigkeit für die eigene Trainingsgestaltung und Wettkampfvorbereitung sowie die subjektive Gewichtung der Komponenten Fitness, Psyche, Pferd, Technik etc. sind Schwerpunkte des dritten Bereiches. Den Abschluss bilden sportmedizinische Merkmale, wie Sportverletzungen in der aktuellen Saison, deren Topografie und Beeinträchtigungen in der Saisonplanung sowie deren Heilungsverlauf. Von den 45 ausgeteilten Exemplaren werden 100 % ausgefüllt zurückgegeben. Auch beim „Fragebogen 2“ ist eine Rücklaufquote von 100 % (n = 14) zu verzeichnen. Auch der zum Ende des Untersuchungszeitraums ausgegebene „Fragebogen 3“ erzielt mit 40 von 41 möglichen Untersuchungsbögen einen als sehr gut zu bezeichnenden Rücklauf (97,6 %).

Tab. 21 Thematischer Aufbau des Fragebogens 3

Thema	Merkmale	Fragestellungen
I Allgemeiner Teil und Saisoninterpretation 2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angaben zur Person</li> <li>• Wettkampfsituation 2006</li> <li>• Einschätzung der Wettkampfleistung 2006 und Ursachenanalyse</li> <li>• Einschätzung der Erfolge</li> <li>• Sportliche Ziele 2006</li> <li>• Durchschnittsleistungen in der Pflicht</li> </ul>	1 2 3 4 5 6
II Saisonvorbereitung und -beginn	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesundheitszustand bei Saisonstart</li> <li>• Saisonvorbereitung</li> <li>• Fitnesszustand bei Saisonstart</li> </ul>	7 8 9
III Leistungsdiagnostik (LD) im Voltigiersport	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LD und Training</li> <li>• Subjektive Einschätzung der Wichtigkeit zukünftiger LDs</li> <li>• Sportlicher Erfolg und die notwendigen Komponenten</li> </ul>	10, 11 12 13
IV Sportverletzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verletzungshäufigkeit</li> <li>• Verletzungszeitpunkt</li> <li>• Verletzungsursache</li> <li>• Verletzungslokalisation</li> <li>• Verletzungsverlauf</li> <li>• Verletzung und Saisonverlauf</li> </ul>	14 15 16 17 18 19

### 3.3.4 Bestimmung der Katecholaminkonzentration

#### Ziel

Die Bestimmung der Katecholaminkonzentration mittels Sympathikusaktivitätsmessung über den Noradrenalin/Adrenalin-Quotienten verfolgt das Ziel, eine Aussage über den physischen und psychischen Zustand der Voltigierer im Training und im Wettkampf zu erheben. Dabei werden die Stresshormone Adrenalin

und Noradrenalin im Urin bestimmt. Über diese Maßnahme soll zusätzlich herausgefunden werden, welcher Muskelfasertyp vorherrschend im Voltigiersport zu finden ist bzw. welche Muskelfasern primär rekrutiert werden.

### Versuchsaufbau und Durchführung

#### **Erhebung der Katecholaminkonzentration im Wettkampf**

Die Probennahme zur Bestimmung der physischen und psychischen Belastung unter Wettkampfbedingungen erfolgt exemplarisch bei der Bundessichtung zu den in Aachen stattfindenden Weltreiterspielen 2006<sup>30</sup>. Das Probandengut besteht aus 14 Bundes- und westfälischen Landeskaderathleten beider Geschlechter. Die Sportler werden vor der Veranstaltung zunächst schriftlich informiert, eine genaue Instruktion geschieht am Vorabend des Wettkampfes, zudem erhält jeder Sportler eine Checkliste über den genauen Versuchsablauf in schriftlicher Form (vgl. Abb. 120 im Anhang).

Es werden drei Urinproben genommen. Die erste Kontrolle findet direkt nach dem morgendlichen Aufstehen (Morgenurin) statt, die zweite bei der zeitnah vor dem Wettkampfstart durchgeführten vollständigen Blasenentleerung und die letzte unmittelbar (zeitnah) nach der Belastung<sup>31</sup>.

#### **Erhebung Katecholaminkonzentration im Training**

Zur exemplarischen Messung der Aktivität des vegetativen Nervensystems im Training und zur Typisierung des prominenten Muskelfasertyps im Voltigiersport werden 17 Bundes- und Landeskaderathleten der Disziplin Einzelvoltigieren in zwei bis drei Trainingseinheiten untersucht. Als Vorlage für die eigene Untersuchung dienen die an anderen Sportarten durchgeführten Analysen und deren Testvorgaben von ZIMMERMANN (1986) bzw. SCHÜRMAN/ZIMMERMANN (1998, 377):

---

<sup>30</sup> Das Turnier wird bewusst gewählt, weil es die Auftaktveranstaltung von drei maßgebenden Vorentscheidungen ist. Bei dieser Sichtung erfolgt ein erstes Selektionsverfahren. Von dem insgesamt ca. 50-köpfigen Starterfeld werden am Ende der Veranstaltung weniger als zehn weibliche und männliche Voltigierer auf die „Longlist“ berufen und für den weiteren Sichtungsweg berücksichtigt. Daher ist diese Veranstaltung für alle deutschen Spitzensportler dieser Pferdesportdisziplin von großer Bedeutung und mit entsprechendem psychischem Druck verbunden.

<sup>31</sup> Der Belastungswert wird dabei durch die Nachbelastungsprobe ermittelt.

1. Der Bewegungsablauf muss vom Athleten hinsichtlich der intermuskulären Koordination ideal beherrscht werden.
2. Die Belastung muss bei unterschiedlicher Sympathikusaktivität, gemessen am NA/A-Verhältnis, wiederholt werden.
3. Die Belastungsvorgabe soll sportartspezifisch sein, wobei die Intensität so gewählt wird, dass eine leistungsorientierte Muskelkoordination möglich ist und die Dauer der Gesamtbelastung so lang ist, dass Messungen aus Urinproben einigermaßen sicher belastungsbezogene Werte garantieren.

Unter der Prämisse, einen mindestens 30 Minuten umfassenden sportartspezifischen Ausdauerstest durchführen zu wollen, der nach dem identischen Belastungsschema aufgebaut ist (vgl. SCHÜRMAN/ZIMMERMANN 1998, 372), wird folgende Testkonstruktion gewählt: Alle drei Trainingseinheiten sind identisch angelegt und aus voltigiersportspezifischen Inhalten zusammengesetzt. Die Belastungsdauer beträgt je nach Sportler und Pferd zwischen 50 und 60 Minuten<sup>32</sup>. Die Athleten werden gebeten, die drei Ausdauerstests innerhalb von zwei Wochen durchzuführen, um Störvariablen wie Trainingsadaptionen auszuschließen.

Ein Untersuchungsdurchgang ist jeweils aus nachstehenden Teilkomponenten aufgebaut:

1. individuelles Aufwärmen (10 Minuten Laufarbeit und 5 Minuten Dehnen)
2. individuelles „Einvoltigieren“ (5 Minuten Aufwärmen mit dem Pferd)
3. 10 Stüttschwünge vorlings im Galopp hintereinander (der Abstand zwischen den Stüttschwüngen beträgt 5 Galoppsprünge)
4. 5 Minuten Schrittphase (2 Minuten Sitzen, anschließend 3 Minuten Mühle im gleichmäßigen Rhythmus)

---

<sup>32</sup> Da eine voltigiersportspezifische Belastung konsequenterweise eine Einheit auf dem Pferd beinhaltet, werden die Zeitvorgaben mit Galoppsprüngen des Pferdes angegeben. Da die Humansportler aber jeweils unterschiedliche Pferde nutzen, die sich in Körperkonstitution und damit einhergehender Länge des Galoppsprungs unterscheiden, divergiert die Gesamtzeit der Belastung der einzelnen Athleten, nicht jedoch die Gesamtzeit der drei Trainingseinheiten eines Individuums.

5. 10 Aufsprünge im Galopp hintereinander (Reihenfolge: Aufsprung – 3 Galoppsprünge Sitzen – Abgang innen mit Beibehalten des Gurt-/Griffkontaktes – 5 Galoppsprünge rhythmisch mitlaufen – Aufsprung)
6. 5 Minuten Schrittphase (2 Minuten Sitzen, anschließend 3 Minuten Mühle im gleichmäßigen Rhythmus)
7. 2 komplette Turnierpflichtdurchgänge (internationale Anforderungen) hintereinander im Galopp (Abstand zwischen den Pflichten 1 Minute)
8. individuelles Abwärmen (5 Minuten Cool down)

Die Sportler erhalten die Anweisung schriftlich als Checkliste (vgl. Abb. 118 im Anhang). Neben den aufgezeigten Trainingsanweisungen wird der zusätzliche Hinweis gegeben, dass die individuellen Komponenten (Aufwärmarbeit, Einvolttigieren und Cool down) sowohl zeitlich als auch inhaltlich in jedem Untersuchungsdurchgang exakt gleich durchzuführen sind. Die beschriebenen Inhalte sind grundlegende voltigiersportspezifische Fertigkeiten<sup>33</sup> und werden von den Leistungsvoltigierern hinsichtlich der intermuskulären Koordination ideal beherrscht.

Die praktische Umsetzung des Testkonstrukts ist im Vorfeld von mehreren Sportlern unterschiedlichen Leistungsniveaus als Prä-Test durchgeführt worden und stellte sich dabei als gut realisierbar heraus.

Vor der Untersuchung findet zunächst jeweils eine vollständige Blasenentleerung statt, Die Probennahme erfolgt dann direkt im Anschluss an das Training. Die Proben werden von den Teilnehmern unmittelbar danach bis zur eigentlichen Analyse gekühlt gelagert und transportiert.

Die Urinproben werden in mit Volumenskalen versehenen Polyethylenflaschen aufgefangen. Nach Messung des Volumens werden von der gesamten Volumenmenge ca. 10 ml in ein spezielles Probenfläschchen abgefüllt, beschriftet

---

<sup>33</sup> Aufsprung und Mühle sind Bestandteile der von den Probanden auf jedem Wettkampf zu turnenden Pflicht, der Stüttschwung vorlings stellt eine klassische methodische Vorübung zur Pflicht dar (vgl. PEILER/PEILER 2006). Alle beschriebenen Untersuchungsinhalte sind bewusst gewählt worden, weil sie neben den Basisfertigkeiten auch Schwerpunkte des Trainings in der Vorbereitungsphase widerspiegeln.

(Name, Datum, gesamtes Volumen, Uhrzeit, Proben-Nr., Datum der vorherigen Urinabgabe) und anschließend im Tiefkühlschrank bis zur eigentlichen Analyse gelagert (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001, 35). Die Probanden führen außerdem ein zusätzliches Protokoll, welches neben den oben genannten Angaben auch die Befindlichkeit erfasst (vgl. Abb. 118 im Anhang). Die Auswertung findet mittels der High Pressure Liquid Chromatografie Elektro Chemical Detection (HPLC-ECD) im sportmedizinischen Labor der Universität Bielefeld statt. Aus den zunächst quantitativen Werten wird die zur weiteren Interpretation benötigte Nachbelastungs-Noradrenalinausscheidung (vgl. SCHÜRMAN 1997, SCHÜRMAN/ZIMMERMANN 1998, ZIMMERMANN 1986) sowie die Relation Cat-Q Noradrenalin/Adrenalin (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001, ZIMMERMANN U.A. 1983, ZIMMERMANN 1986) errechnet.

#### *Bewertung/Einordnung der Messergebnisse*

Die Einordnung über die psychische und physische Belastung in Training und Wettkampf wird auf der Basis der zugrunde liegenden Studien über die Sympathikusaktivität in den verschiedenen Sportarten vorgenommen (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001, ZIMMERMANN 1986, ZIMMERMANN 1996, ZIMMERMANN U.A. 1983). Die vorliegenden Untersuchungen und die Erfahrungen der sportmedizinischen Abteilung der Universität Bielefeld zeigen eine Korrelation des NA/A-Quotienten und der Aktivität des vegetativen Nervensystems (vgl. RIEDEL 2005, 79). Demnach ist eine optimale Leistungsbereitschaft bei einem NA/A-Quotienten zwischen 3 – 7 zu erwarten. Bei Werten Cat-Q NA/A >7 besteht eine zu geringe Sympathikusaktivität, bei einem Quotienten <3 werden Leistungseinbußen aufgrund von Nervosität und fehlender Konzentration prognostiziert (vgl. Abb. 42).

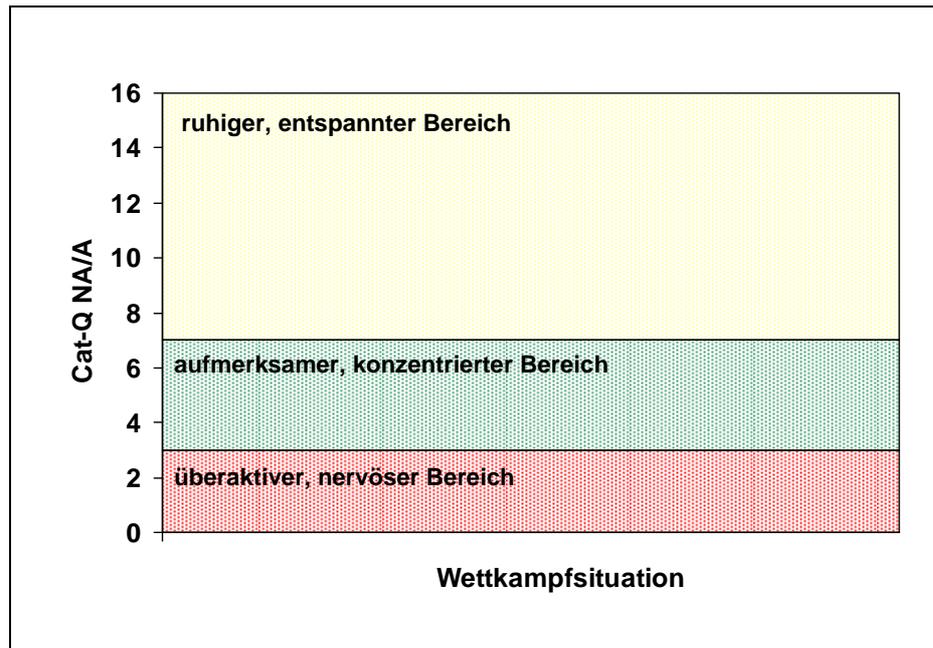


Abb. 42 Sympathikusaktivität dargestellt als Cat-Q NA/A nach ZIMMERMANN

Demnach ist der als optimal anzusehende Aktivitätsbereich (Cat-Q NA/A 3-7) unabhängig von der Sportart und seinen dominierenden Hauptbeanspruchungen an die konditionellen und koordinativen Fähigkeiten (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001, ZIMMERMANN 1986).

Die Nachbelastungsausscheidungsrate hingegen erweist sich als abhängig von eingesetzter Muskelmasse und der Belastungszeit. Deutlich wird dies an Werten zwischen 50 ng/min und 1000 ng/min bei Messungen an olympischen Sportarten (vgl. ZIMMERMANN 1986).

**Die Muskelfasertypisierung** wird mit Hilfe des von ZIMMERMANN (1986) entwickelten und von SCHÜRMAN (1997) an Schwimmern vorgestellten Verfahrens der Nachbelastungs-Noradrenalinausscheidungsrate vorgenommen. Dabei wird sich der Umstand der unterschiedlichen Wirkung des Adrenalins auf die roten und weißen Muskelfasern und deren Rekrutierung zunutze gemacht (vgl. SCHÜRMAN/ ZIMMERMANN 1998, 376). Eine Modifikation der Adrenalinausschüttung, gemessen über den Cat-Q NA/A, geht danach immer mit einem veränderten Rekrutierungsmuster der Muskelfasern einher.

Eine Interpretation der vorhandenen Daten erfolgt vor dem Hintergrund des von ZIMMERMANN empfohlenen Kriterienkataloges zu den Test- und Bewertungsvorgaben (vgl. SCHÜRMAN 1997, 57):

1. Der Quotient NA/A muss in den zu vergleichenden Tests einen Quotientenunterschied  $<0,4$  aufweisen.
2. Die Sympathikusaktivität sollte zwischen 2,5 und 7,5 (Cat-Q NA/A) liegen.
3. Die Harnausscheidungsrate muss  $>0,5$  ml/min überschreiten.
4. Die Tests müssen zeitnah (innerhalb von 14 Tagen) durchgeführt werden, damit beim Testvergleich trainingsbedingte Adaptionen (Leistungsveränderungen) ausgeschlossen werden können.

Die Ergebnisse werden über die Darstellung in einem speziellen Koordinatensystem sichtbar gemacht. Die Messwerte bilden die Bezugspunkte der Noradrenalinausscheidungsrate in Abhängigkeit von der Sympathikusaktivität, gemessen über den NA/A-Quotienten.

Die Zuordnung zum vorherrschenden Muskelfasertyp wird durch folgende Schritte vorgenommen:

1. Ausgehend vom niedrigsten NA/A-Quotienten als Nullpunkt wird eine Gerade durch diesen und den höchsten Messwert gezogen.
2. Es wird der Winkel zwischen der Gerade und der zum Nullpunkt verschobenen Abszisse berechnet.
3. Die Fasertypen werden in die Bereiche Sprinter-, Mittelstreckler- und Ausdauerartyp eingeordnet (vgl. Tab. 22)

Tab. 22 Muskelfasertypen mit ihrer individuellen Noradrenalinausscheidungsrate in Abhängigkeit vom NA/A-Quotienten und die grafische Zuordnung /nach SCHÜRMAN 1997, SCHÜRMAN/ ZIMMERMANN 1998)

Athletentypisierung	Diff. NA- (ng/min) und Cat-Q-Verhalten (NA/A)	Grafische Zuordnung (Winkel)
Sprintertyp	NA ↓ mit Cat-Q ↓	↘ +20° bis +75°
Mittelstrecklertyp	NA – mit Cat-Q ↓ bzw. ↑	↔ -19° bis +19°
Ausdauererotyp	NA ↑ mit Cat-Q ↓	↙ -20° bis -75°

Die graphische Darstellung der verschiedenen Muskelfasertypen kann somit wie folgt vorgenommen werden:

#### Der Sprintertyp:

Mit Zunahme des Cat-Q NA/A steigt die Noradrenalinausscheidungsrate (NA-Ausschüttung) (vgl. Abb. 43).

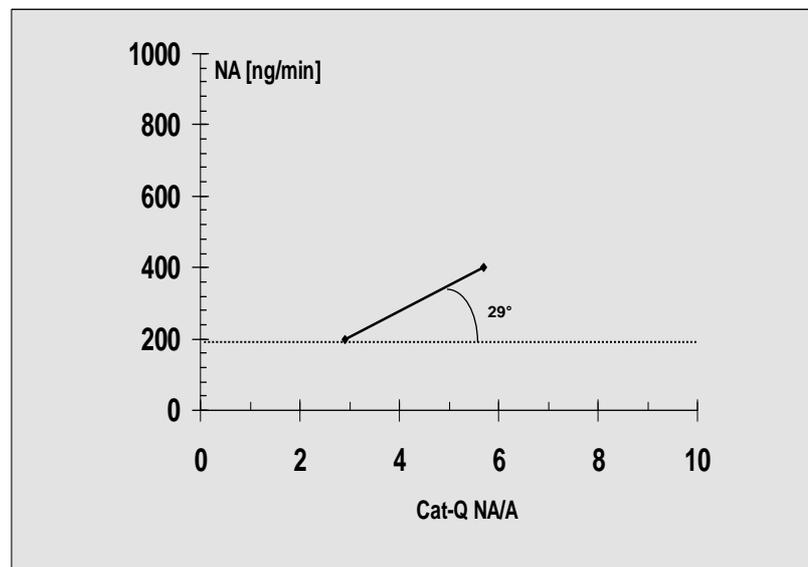


Abb. 43 Schematische Darstellung des NA-Verhaltens bei Sprintertypen

### Der Mittelstrecklertyp

Eine Veränderung der Sympathikusaktivität bewirkt keine oder nur eine geringfügige Modifikation in der NA-Ausschüttung (vgl. Abb. 44).

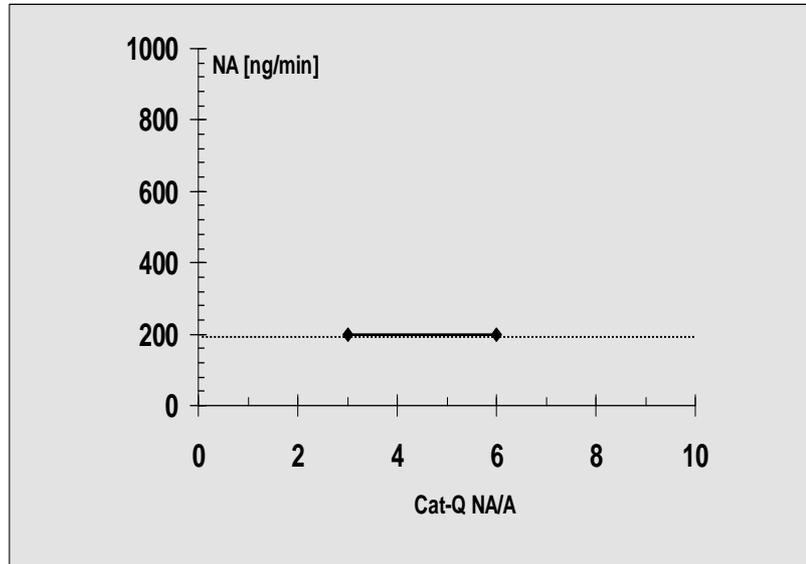


Abb. 44 Schematische Darstellung des NA-Verhaltens bei Mittelstrecklertypen

### Der Ausdauerer

Charakteristisch für den Ausdauerer ist die abnehmende Noradrenalinausscheidungsrate bei zunehmendem Cat-Q NA/A (vgl. Abb. 45).

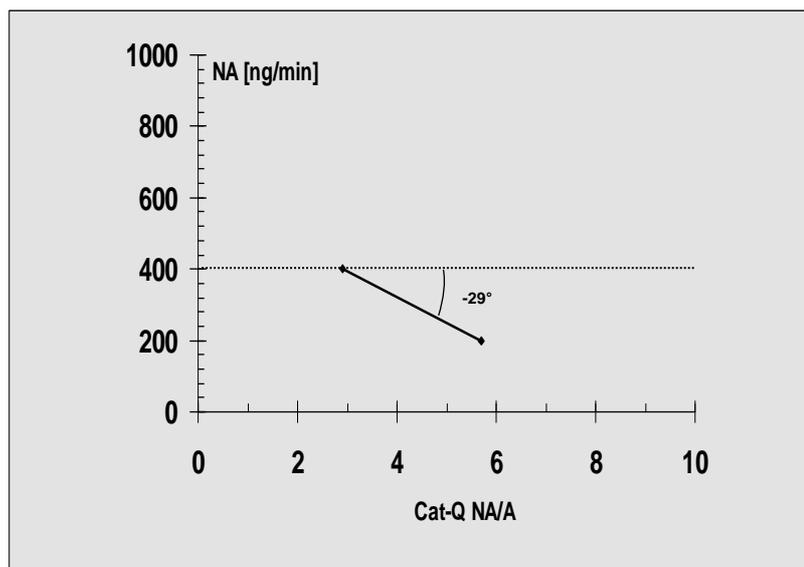


Abb. 45 Schematische Darstellung des NA-Verhaltens bei Ausdauerer

### 3.4 Interventionsmaßnahme: Trainingsplan

Auf der Grundlage der Ergebnisse der ersten Untersuchung und der vorhandenen Trainingsrahmenbedingungen wird den Sportlern ein vierseitiger Trainingsplan erstellt und Hinweise zur Gestaltung der Vorbereitungsphase gegeben (vgl. Abb. 109 ff. im Anhang). Aufgrund des Anforderungsprofils dieser Sportart liegen die Schwerpunkte des Trainingsplanes auf einem Maximalkrafttraining der Rumpf-, Bein-, Schulter- und Armmuskulatur sowie auf der Schulung der allgemeinen Beweglichkeit. Die Verbesserung der Grundlagenausdauer gilt als obligatorisch zur Verbesserung der Ermüdungswiderstands- und Regenerationsfähigkeit in Training und Wettkampf.

Da nicht bei allen Sportlern von einem Geräteinsatz ausgegangen werden kann, wird der Trainingsplan ohne Geräteinsatz konzipiert, jedoch individuell mit Bemerkungen zu Übungen mit Zusatzgewicht und Geräten ergänzt (vgl. Abb. 116 im Anhang). Die Auswahl der Bewegungsaufgaben setzt sich aus der entsprechenden Fachliteratur zusammen<sup>34</sup>.

Zu dem Trainingsplan erhält jeder Sportler grundsätzliche Hinweise zur Durchführung des Kraft- und Ausdauertrainings, deren Sinn und Zweck sowie Hinweise zur Gestaltung einer Trainingswoche (vgl. Abb. 114 im Anhang). Zur besseren Überprüfung der absolvierten Trainingseinheiten wird den Athleten das Führen eines Trainingstagebuches empfohlen. Ein entsprechendes Muster liegt den Trainingsplänen bei (vgl. Abb. 115 im Anhang).

---

<sup>34</sup> Für das Muskeltraining wird sich des Übungskatalogs von BOECKH-BEHRENS/BUSKIES 2001, SCHMIDT/ GEIGER 1997, GROSSER U.A. 1999 und PEILER/PEILER 2004 bedient. Trainingsmethoden für das Ausdauer- und Muskeltraining sind an FROBÖHSE/FIEHN 2003, GROSSER U.A. 1999, GROSSER U.A. 2001, MARQUARDT U.A. 2006 angelehnt.

Das Konstrukt der Bewegungsaufgaben ist insgesamt in sechs Bereiche unterteilt (vgl. Tab. 23).

Tab. 23 Konstrukt an Bewegungsaufgaben

1. <u>Aufwärmtraining</u>	
2. <u>Beinachsen-/Propriozeptionstraining</u>	
3. <u>Rumpfmuskulatur</u>	
• Bauchmuskulatur:	Übung 1; 2; 3
• Seitliche Rumpfmuskulatur:	Übung 4
• Rückenmuskulatur:	Übung 5; 6
4. <u>Beinmuskulatur</u>	
• Knieextensoren und Plantarflexoren:	Übung 7
• Knieflexoren und Hüftextensoren	Übung 8
5. <u>Krafttraining Schulter-Arme</u>	
• Ventraler Anteil M. Deltoideus	Übung 9
• Extensorenkette Arme	Übung 10; 11
• Armflexoren	Übung 12
6. <u>allgemeine Beweglichkeit</u>	
• Schulterbeweglichkeit	
• Hüftbeweglichkeit	
• Wirbelsäulenbeweglichkeit	

Die Trainingsvorgaben hinsichtlich der Belastungsnormative für das Krafttraining werden auf der Basis der allgemeinen Empfehlungen gegeben. Angaben zur Trainingshäufigkeit, -dichte und zum -umfang sowie Pausenzeiten und Serien basieren auf Grundlage einschlägiger, sportwissenschaftlicher Literatur.

Die Angaben zur Intensität des Muskeltrainings werden mithilfe des subjektiven Belastungsempfindens getätigt (vgl. Abb. 114 im Anhang). BOECKH-BEHRENS/BUSKIES (2001, 75) stufen diese Methode als „eine geeignete Steuerungsgröße zur Regulierung der Belastungsintensität“ ein. Auch LÖLLGEN (2004, 300) exponiert einen Reliabilitätskoeffizienten von  $r > 0,9$  und sieht in der Lenkung der Belastung über die Anstrengung für die Praxis eine zuverlässige und einfache Methode. In Anlehnung an LÖLLGEN (2004) und BOECKH-BEHRENS/BUSKIES (2001) wird die Einstufung anhand einer 7-stufigen RPE-Skala (Rate of Perceived Exertion) vorgenommen (vgl. Tab. 24). Ein Hypertro-

phietraining im Bereich 40 – 70 % der Maximalkraft (vgl. BOECKH-BEHRENS /BUSKIES 2001, GROSSER U.A. 1999) korreliert mit einem subjektiven „Anstrengungsempfinden“ (vgl. FROBÖHSE/FIEHN 2003a) von „mittel“ bis „mittelschwer“ bzw. ist auf der RPE-Skala bei 4 – 5 einzuordnen.

Tab. 24 Siebenstufige RPE-Skala (modifiziert nach BOECKH-BEHRENS/BUSKIES 2001, 7)

1 = sehr leicht
2 = leicht
3 = leicht bis mittel
4 = mittel
5 = mittel bis schwer
6 = schwer
7 = sehr schwer

Um die richtige Intensität beim Laufen während des Ausdauertrainings zu finden, dienen die Anzahl der Schritte pro Atemzug als Einschätzung<sup>35</sup>, da bei den vorliegenden Untersuchungen ein Ausdauerstest keine Berücksichtigung findet. Da Voltigierer eher als „gering ausdauertrainiert“ anzusehen sind (vgl. ZÜLOW 2006, 85), wird zunächst ein Arbeiten im Grundlagenausdauer-eins (GLA 1)-Bereich angestrebt und dann mit einem gemischten Training in GLA 1 und GLA 2 kombiniert (vgl. MARQUARDT 2005).

### 3.5 Datenauswertung

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgt mithilfe des Programms SPSS Version 11.5 für Windows.

Korrelationen werden nach dem Verfahren von Pearson durchgeführt (vgl. RECKEWEG 1997, WILLIMCZIK 1999)<sup>36</sup> und in niedrige, mittlere und hohe Zusammenhänge eingeordnet (vgl. Tab. 25). Bei fehlenden Anwendungsvorausset-

<sup>35</sup> Als Alternative zum Laufen nach Herzfrequenz stellt MARQUARDT (2005,159) das „Laufen nach Gefühl“ mithilfe des 4er-Rhythmus heraus. Demnach ist der Intensitätsbereich GLA 1 mit „Laufen ohne Schnaufen“ bei vier Schritten pro Atemzug problemlos möglich. Der GLA 2-Bereich steigert die Atmung, es sind nur „gerade noch vier“ bis drei Schritte pro Atemzug möglich (vgl. ebd., 160 f.).

<sup>36</sup> Weitere Zusammenhänge liefern die  $\chi^2$ -Tests für nominalskalierte Daten (vgl. BÖS U.A. 2004, RECKEWEG 1997, WILLIMCZIK 1999).

zungen wird mit dem Spearman-Test gearbeitet (vgl. WILLIMCZIK 1999, ROCKMANN/BÖMERMANN 2006).

Tab. 25 Richtwerte zur Beurteilung der Höhe des Korrelationskoeffizienten nach WILLIMCZIK (1999,75)

Wert des Korrelationskoeffizienten (r)	Höhe des Zusammenhangs
r = 0	kein Zusammenhang
r  = >0 – 0.4	niedriger Zusammenhang
r  = >0.4 – 0.7	mittlerer Zusammenhang
r  = >0.7 – <1.0	hoher Zusammenhang
r  = 1	vollständiger, ideeller Zusammenhang

Aufgrund der kleinen Stichprobe wird bei den Unterschiedsanalysen zunächst mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung geprüft (vgl. BORTZ/DÖRING 2003, ROCKMANN/BÖMERMANN 2006). Ist diese gegeben, kommen F- und T-Test für abhängige bzw. unabhängige Stichproben zum Einsatz (vgl. ebd.). Bei fehlender Normalverteilung wird anhand nichtparametrischer Testverfahren für abhängige und unabhängige Stichproben geprüft. Bei der Analyse kommen daher Untersuchungsmethoden, wie der Mann-Whitney U- und der Wilcoxon-Test zum Einsatz (vgl. BÖS U.A. 2004, WILLIMCZIK 1999). Unterschiedsprüfungen nominalskalierten Daten werden mithilfe des  $\chi^2$ -Tests<sup>37</sup> vorgenommen.

Die Signifikanz wird, wie Tabelle 26 zeigt, auf dem 95%-Signifikanzniveau (signifikante Ergebnisse) bzw. 99%-Signifikanzniveau (hoch signifikante Ergebnisse) abgesichert (vgl. RECKEWEG 1997, WILLIMCZIK 1999).

Tab. 26 Irrtumswahrscheinlichkeit und Signifikanzniveau (vgl. WILLIMCZIK 1999)

Irrtumswahrscheinlichkeit (p)	Signifikanzniveau (%)	Einstufung der Ergebnisse
$P \leq 0.05$	95 %	signifikante Ergebnisse *
$P \leq 0.01$	99 %	hoch signifikante Ergebnisse **

<sup>37</sup> Für den Fall  $n < 40$  wird, wie WILLIMCZIK (1999,168) fordert, die sogenannte Yates-Korrektur verwendet.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Anthropometrie

#### 4.1.1 Anthropometrische Daten (Größe, Gewicht, BMI)

Die Stichprobe weist zu Beginn des Treatments eine durchschnittliche Größe von 167,5 cm (SD = 8,9) auf. Durchschnittlich sind die Voltigierer 58,7 kg (SD = 9,5) schwer und haben einen BMI von 20,8 kg/m<sup>2</sup> (SD = 1,8). Beim Post-Test beträgt die Durchschnittsgröße 168,8 cm (SD = 8,7), das mittlere Gewicht hat einen Wert von 60,1 kg (SD = 9,2). Für den BMI beim Post-Test wird der Mittelwert von 21,0 kg/m<sup>2</sup> (SD = 1,7) festgehalten. Die in beiden Tests gemessenen anthropometrischen Daten sind in Tabelle 27 nach Prä- und Post-Test differenziert aufgeführt.

Tab. 27 Anthropometrische Daten der Stichprobe differenziert nach Geschlecht

	Prä-Test		Post-Test	
	männlich (n = 9)	weiblich (n = 35)	männlich (n = 8)	weiblich (n = 29)
Körperhöhe (cm)				
Min	169,5	154,5	169,5	155,0
Max	188,5	179,0	189,0	178,5
Mean	179,5	164,4	179,6	165,8
SD	6,8	6,5	7,7	6,2
Gewicht (kg)				
Min	65,5	42,8	64,4	48,2
Max	81,8	71,8	83,8	73,2
Mean	71,7	55,4	72,3	56,7
SD	6,7	6,9	7,5	6,3
BMI (kg/m <sup>2</sup> )				
Min	20,3	16,5	20,3	16,9
Max	23,9	24,9	23,6	24,2
Mean	22,2	20,4	22,4	20,6
SD	1,1	1,8	1,1	1,6
KFA (%)				
Min	4,8	9,1	8,4	11,0
Max	16,2	27,4	15,8	27,0
Mean	11,6	19,3	12,1	19,9
SD	3,6	4,6	2,5	4,5

Alle männlichen Voltigierer liegen mit ihrem BMI bei beiden Untersuchungen im „Normalbereich“, bei den weiblichen Athleten werden im Prä-Test vier und im Post-Test zwei Personen mit „Untergewicht“ (BMI <18,5) gemessen, alle ande-

ren Body-Mass-Indices werden ebenfalls als „normal“ (BMI 18,5 – 24,9) eingestuft.

Männer und Frauen unterscheiden sich hinsichtlich des BMI's zu beiden Untersuchungszeitpunkten (Prä-Test:  $p = .000$ , Post-Test:  $p = .002$ ) hoch signifikant (vgl. Abb. 46). Kein signifikanter Unterschied ist hingegen vom Prä- zum Post-Test innerhalb der Gesamtstichprobe ( $p = .555$ ), bei den Männern ( $p = .342$ ) und den Frauen ( $p = .339$ ) festzustellen.

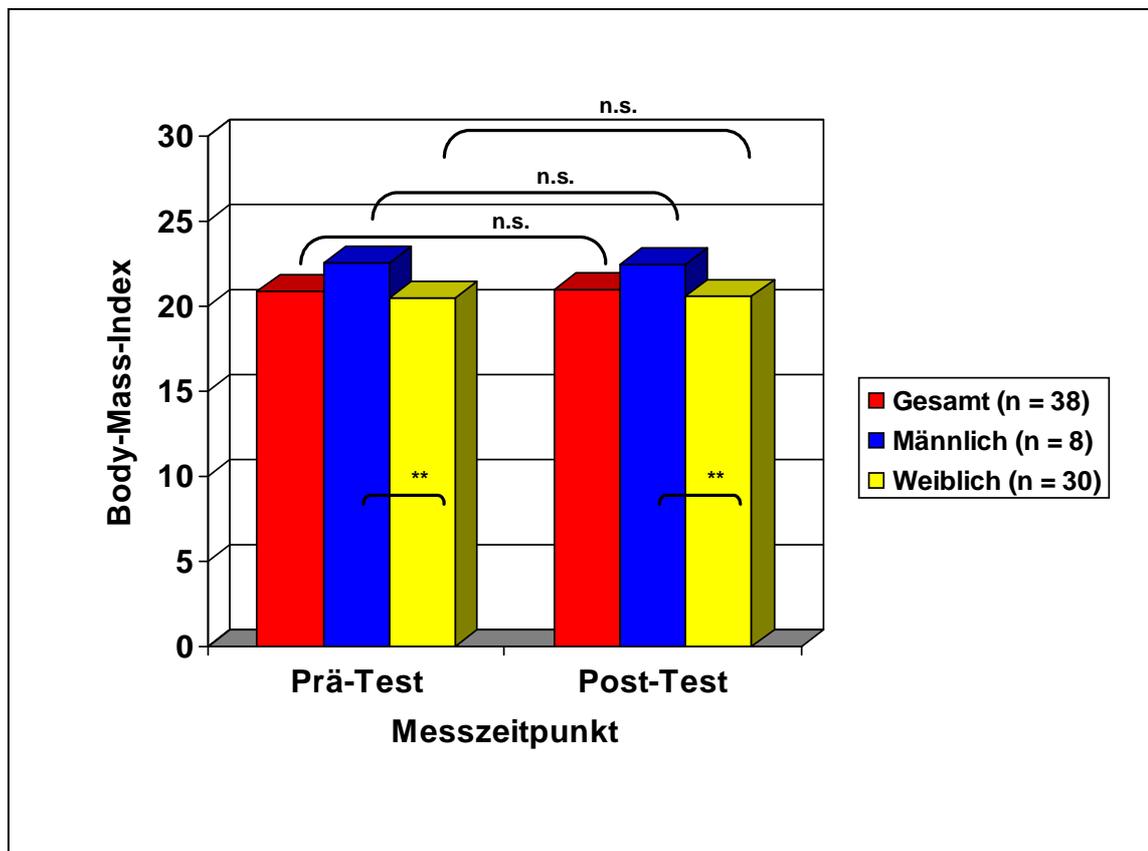


Abb. 46 Geschlechtsspezifischer Vergleich der Body-Mass-Indices im Prä- und Post-Test

Auch die Prüfung auf Unterschiede des BMI zwischen Bundes- und Landeskauder ist weder im Prä-Test ( $p = .573$ ) noch im Post-Test ( $P = .442$ ) signifikant.

#### 4.1.2 Körperzusammensetzung/Körperfettanteil

Der durchschnittliche Körperfettanteil (KFA), gemessen anhand der Bioelektrischen Impedanzanalyse (BIA), liegt im Prä-Test bei 17,7 % (SD = 5,4). Die

Post-Test-Werte liegen im Mittel bei 18,3 % (SD = 5,3). Tabelle 28 zeigt die erzielten Werte der weiblichen und männlichen Sportler. In dieser Stichprobe gibt es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen BMI und BIA. Zwischen dem Endomorphiewert und der BIA-Messung ist jeweils ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang festzustellen. Prä- und Posttestvergleiche zeigen einen signifikanten Zusammenhang innerhalb der Merkmale BIA, BMI und Endomorphie.

Tab. 28 Zusammenhänge zwischen den Testverfahren zur Bestimmung der Körperzusammensetzung im Vergleich Prä-/Post-Testvergleich

	Prä-Test			Post-Test		
	BIA	BMI	Endomorphie	BIA	BMI	Endomorphie
BIA (Prä)						
p	---	.120	.000	.000	.158	.000
r		.260	.613**	.940**	.241	.564**
BMI (Prä)						
p	.120	---	.246	.130	.000	.879
r	.260		.195	.254	.954**	.026
Endomorphie (Prä)						
p	.000	.246	---	.000	.431	.000
r	.613**	.195		.566**	.135	.826**
BIA (Post)						
p	.000	.130	.000	---	.077	.000
r	.940**	.254	.566**		.295	.636**
BMI (Post)						
p	.158	.000	.431	.077	---	.627
r	.241	.954**	.135	.295		.083
Endomorphie (Post)						
p	.000	.879	.000	.000	.627	---
r	.564**	.026	.826**	.636**	.083	

p = Signifikanz (2-seitig), r = Korrelation nach PEARSON

Ein geschlechts- und altersspezifischer Vergleich des gemessenen Körperfettanteils mit den Werten von DEURENBERG (1998) und BIESALSKY (1999) ergibt für die Teilnehmer beider Untersuchungen Folgendes (vgl. Tab. 29):

Tab. 29 Einstufung des durch die BIA erhobenen Körperfettanteils (KFA) bei Voltigierern [in %]

KFA – Bewertung	Prä-Test		Post-Test	
	männlich (n = 8)	weiblich (n = 30)	männlich (n = 8)	weiblich (n = 30)
niedrig	12,5	64,9	12,5	70,3
normal	87,5	35,1	87,5	29,7

Im Prä-Test sind 64,9 % (n = 24) der weiblichen Sportler in Bezug auf den Körperfettanteil als „niedrig“ einzustufen, 35,1 % (n = 13) gruppieren sich bei den „Normalwerten“ ein. Das Verhältnis wandelt sich zum Post-Test in der Art, dass 70,3 % (n = 26) als „niedrig“ und 29,7 % (n = 11) als „normal“ zu beurteilen sind. Der Prä-/Post-Test-Vergleich zeigt aber keine signifikanten Veränderungen (p = .307). Die männlichen Voltigierer (n = 8) sind bis auf eine Ausnahme alle mit ihrem Körperfettanteil als „normal“ zu bewerten. Zwischen den beiden Messzeitpunkten gibt es keine Unterschiede (p = .662). Ein geschlechtsspezifische Prüfung (vgl. Abb. 47) zeigt hoch signifikante Unterschiede an (Prä-Test: p = .000, Post-Test: p = .000).

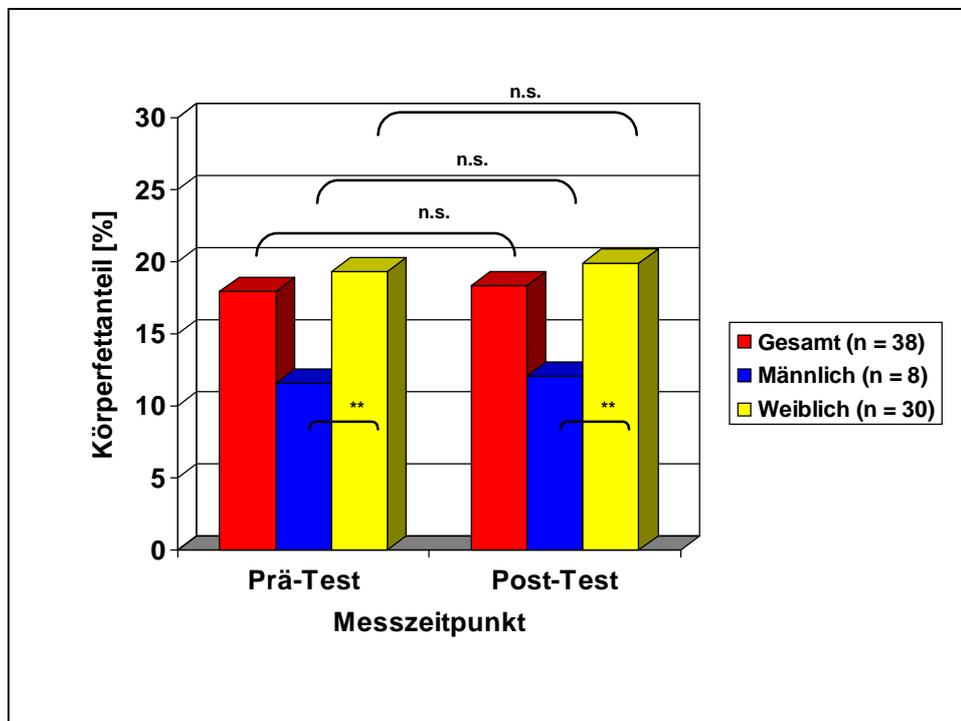


Abb. 47 Geschlechtsspezifischer Vergleich des Körperfettanteils im Prä- und Post-Test

Elf der 14 Bundeskadervoltgiererinnen (78,6 %) werden mit ihrem Körperfettanteil in beiden Untersuchungen als niedrig klassifiziert. Die übrigen drei (21,4 %) haben einen normalen KFA. Neun der 14 weiblichen D-Kadermitglieder (64,3 %) sind zu Beginn des Treatments bei einem niedrigen KFA einzustufen, die übrigen fünf (35,7 %) haben einen normalen Körperfettanteil. Beim Post-Test verschiebt sich die prozentuale Verteilung in Richtung normaler KFA. Von 15 weiblichen Landeskadervoltgierern sind acht (53,3 %) als „niedrig“ und sieben (47,7 %) als „normal“ zu bewerten. Weibliche Bundes- und Landeskaderathleten grenzen sich beim geschlechtsspezifischen Vergleich<sup>38</sup> jedoch hinsichtlich des KFA sowohl im Prä-Test ( $p = .293$ ) als auch im Post-Test ( $p = .195$ ) nicht signifikant voneinander ab.

#### 4.1.3 Heath-Carter-Somatotyp

Der Heath-Carter-Somatotyp des durchschnittlichen männlichen Voltgierers beim Prä-Test ( $n = 9$ ) ist mit den Komponentenwerten 2,3 – 4,3 – 3,1 als „ektomorph-mesomorph“ einzuordnen. Der Post-Test ( $n = 8$ ) zeigt leicht veränderte Komponentenwerte, ist aber weiterhin mit den Teilkomponenten 2,2 – 4,4 – 3,0 als „ektomorph-mesomorph“ zu betiteln (vgl. Tab. 30). Der durchschnittlich gezeigte Heath-Carter-Somatotyp der weiblichen Sportler im Prä-Test ( $n = 35$ ) hat die Werte 2,9 – 3,7 – 3,1 und wird der Kategorie „balanced mesomorph“ zugeteilt. Im Post-Test ( $n = 29$ ) zeigt sich ein ähnliches Bild. Die Kategorie bleibt erhalten, die Ergebnisse für Endo-, Meso-, und Ektomorphie ergeben den mittleren Somatotypen 2,8 – 3,5 – 3,0.

---

<sup>38</sup> Ein Vergleich der Gesamtstichprobe zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen Landes- und Bundeskadervoltgierern (Prä-Test:  $p = .064$  und Post-Test:  $p = .057$ ). Der Unterschied bei den männlichen Sportlern ist aufgrund der kleinen Stichprobe ( $n = 8$ : sieben Bundeskader und ein Landeskader) nicht möglich. Die prozentuale Verteilung bei den Männern hat auch Einfluss auf die Unterschiedsprüfung der Gesamtstichprobe, daher wird der Gesamtvergleich vernachlässigt.

Tab. 30 Die Teilkomponentenwerte des Heath-Carter-Somatotyps aller gemessenen Voltigierer

	Prä-Test		Post-Test	
	männlich (n = 9)	weiblich (n = 35)	männlich (n = 8)	weiblich (n = 29)
Endomorphie				
Min	1,4	1,5	1,6	1,7
Max	3,5	4,6	3,3	3,9
Mean	2,3	2,9	2,2	2,8
SD	0,6	0,6	0,5	0,8
Mesomorphie				
Min	3,2	1,3	2,8	1,1
Max	4,7	6,1	5,2	5,1
Mean	4,3	3,7	4,4	3,5
SD	0,5	0,8	0,7	0,8
Ektomorphie				
Min	2,2	0,7	2,0	1,2
Max	4,2	5,5	4,4	5,5
Mean	3,1	3,1	3,0	3,0
SD	0,7	1,0	0,7	0,9

Der Heath-Carter-Somatotyp stellt sich auf der Somatokarte wie folgt dar<sup>39</sup>:

#### Gesamtstichprobe

Der mittlere Somatotyp der Gesamtstichprobe hat beim Prä-Test das Erscheinungsbild 2,8 – 3,8 – 2,9 und wandelt sich zum Post-Test zu den Werten 2,7 – 3,7 – 3,0 um. Abb. 48 zeigt den durchschnittlichen Voltigierer auf der Somatokarte.

<sup>39</sup> In die Berechnungen werden nur die Werte derjenigen Teilnehmer einbezogen, die während des gesamten Treatments gemessen worden sind.

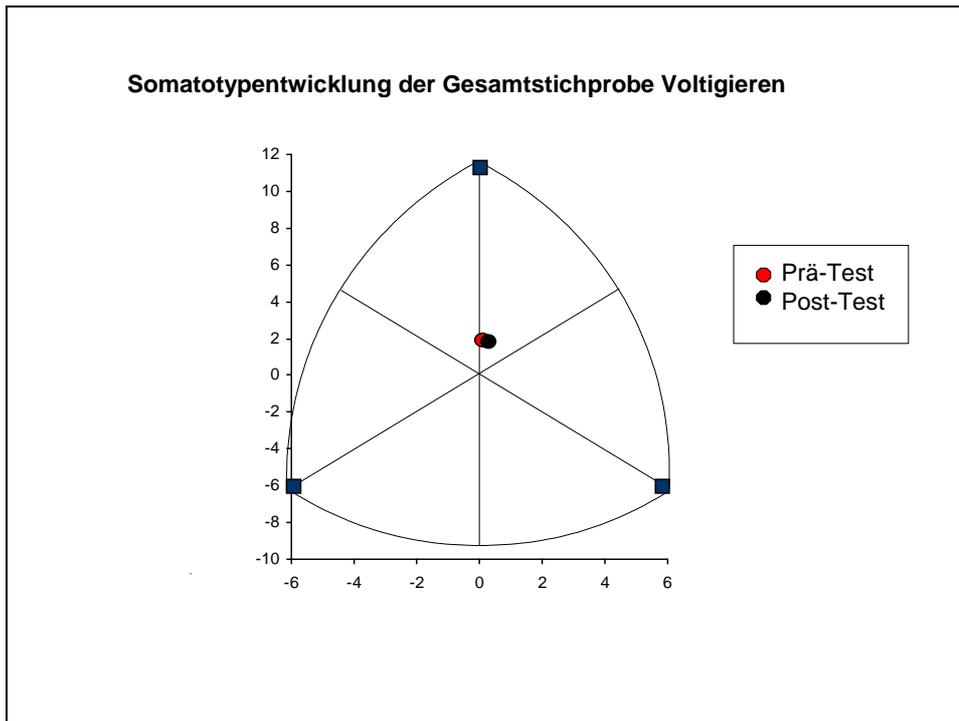


Abb. 48 Somatotypentwicklung der Gesamtstichprobe Voltigieren (n = 37) (Prä-Test: 2,8 – 3,7 – 2,9; Post-Test: 2,7 – 3,7 – 3,0)

Die Entwicklung der einzelnen Komponenten vom Prä- zum Post-Test ist bezogen auf die Gesamtstichprobe nicht signifikant. Die Bundeskaderathleten grenzen sich beim Post-Test in den Teilbereichen Endomorphie und Mesomorphie signifikant vom Landeskader ab (vgl. Tab. 31).

Tab. 31 Unterschiede beim Somatotyp zwischen Bundes- und Landeskaderathleten (Gesamtstichprobe)

	Prä-Test	Post-Test
Endomorphie	.369	<b>.012*</b>
Mesomorphie	.181	<b>.045*</b>
Ektomorphie	.677	.283

### Weibliche Stichprobe

Weibliche Voltigierer haben beim Prä-Test die mittleren Somatotypkomponenten 2,9 – 3,7 – 3,0. Zum Post-Test entwickeln sie sich zu den Werten 2,9 – 3,6 – 3,0. Abb. 49 stellt die beiden Somatoplots auf der Somatokarte dar.

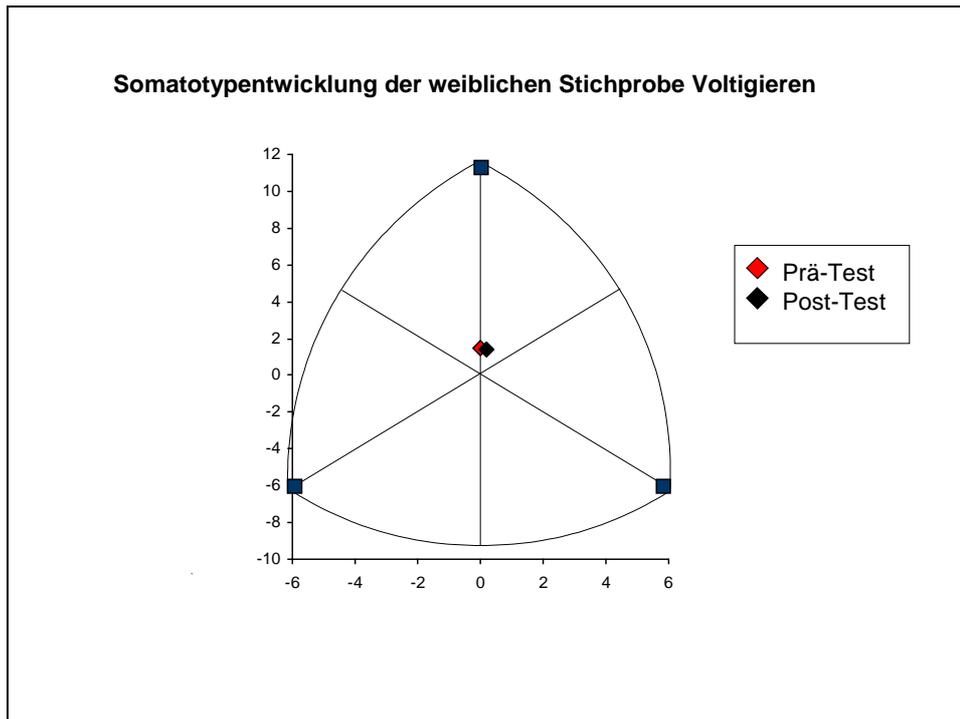


Abb. 49 Somatotypentwicklung der weiblichen Stichprobe Voltigieren (n = 29)  
 (Prä-Test: 2,9 – 3,7 – 3,0; Post-Test: 2,9 – 3,6 – 3,0)

Der Prä-/Post-Test-Vergleich zeigt bei den Komponenten Endomorphie ( $p = .750$ ), Mesomorphie ( $p = .075$ ), Ektomorphie ( $p = 1.000$ ) keine signifikanten Veränderungen. Der Vergleich der Teilkomponenten zwischen Bundes- und Landeskaderathleten zeigt zu keinem Testzeitpunkt einen signifikanten Unterschied (vgl. Tab. 32).

Tab. 32 Unterschiede beim Somatotyp zwischen weiblichen Bundes- und Landeskaderathleten

	Prä-Test	Post-Test
Endomorphie	.469	.051
Mesomorphie	.379	.402
Ektomorphie	.409	.526

Beim Vergleich der Somatoplots im Prä- und Post-Test zwischen den Landes- und Bundeskadervoltigierern findet man die Erstgenannten eher im mesomorph-endomorphen und zentralen Bereich wieder. A-, B- und C-Kadermitglieder liegen tendenziell östlich bis nord-östlich davon. Auffällig ist dies besonders im Post-Test. Abb. 50 und Abb. 51 charakterisieren die Somatotypen in Abhängigkeit vom Messzeitpunkt und des Leistungsniveaus.

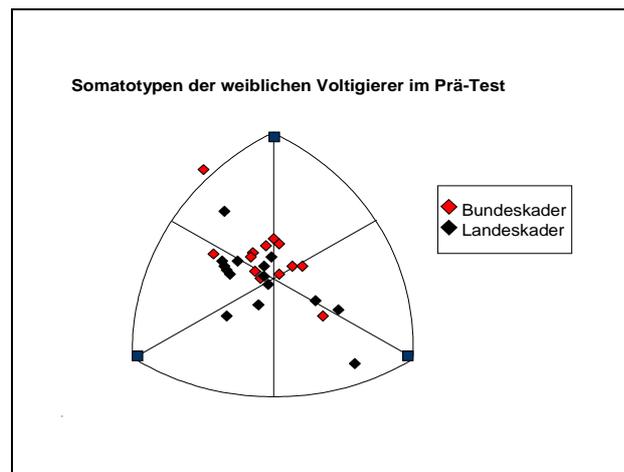


Abb. 50 Somatotyp der Bundes- und Landeskader-voltigiererinnen im Prä-Test

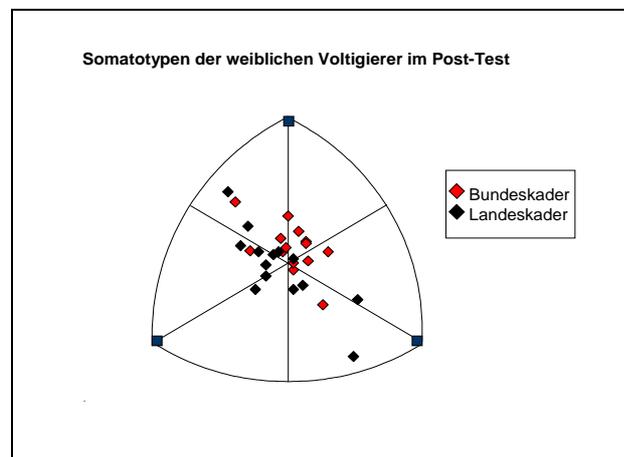


Abb. 51 Somatotyp der Bundes- und Landeskader-voltigiererinnen im Post-Test

### Männliche Stichprobe

Die männlichen Probanden zeigen ein ektomorph-mesomorphes Erscheinungsbild mit den Teilkomponentenwerten im Prä-Test von 2,4 – 4,3 – 2,9. Zum Ende des Treatments reduziert sich der Endomorphiewert leicht auf 2,2. Der Mesomorphiewert bleibt im Mittel bei 4,3. Für die Ektomorphie ist das Ergebnis 3,0. Auf der Somatokarte verschiebt sich der Somatoplot während des Treatments leicht nach rechts (vgl. Abb. 52).

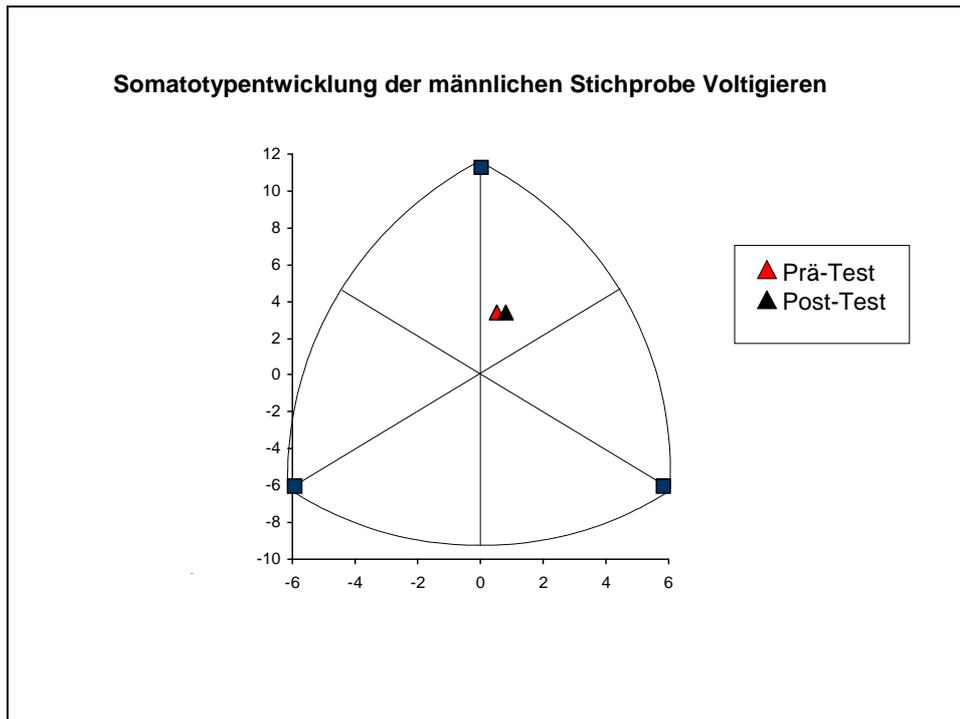


Abb. 52 Somatotypentwicklung der männlichen Stichprobe Voltigieren (n = 8)  
(Prä-Test: 2,4 – 4,3 – 2,9; Post-Test: 2,2 – 4,3 – 3,0)

Der Prä-/Post-Test-Vergleich zeigt bei den Komponenten Endomorphie ( $p = .099$ ), Mesomorphie ( $p = .359$ ), Ektomorphie ( $p = .252$ ) keine signifikanten Veränderungen. Der Vergleich zwischen Bundes- und Landeskader ist aufgrund der kleinen Stichprobe (n = 8) und der ungünstigen Verteilung (sieben Bundeskader, ein Landeskader) nicht durchführbar. Abb. 53 und Abb. 54 stellen die Streuung der einzelnen männlichen Somatotypen am Anfang und Ende des Treatments dar.

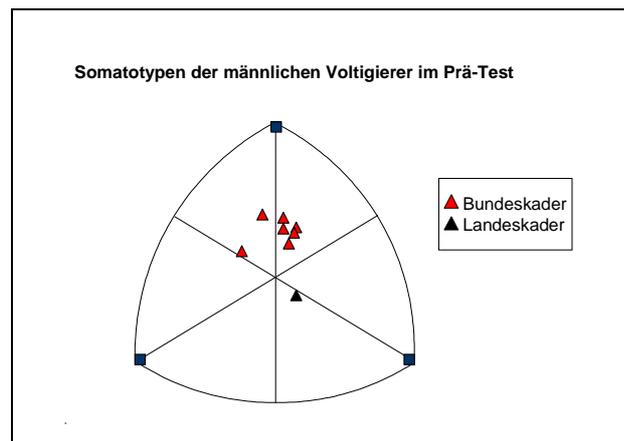


Abb. 53 Somatotyp der männlichen Bundes- und Landeskadervoltigierer im Prä-Test

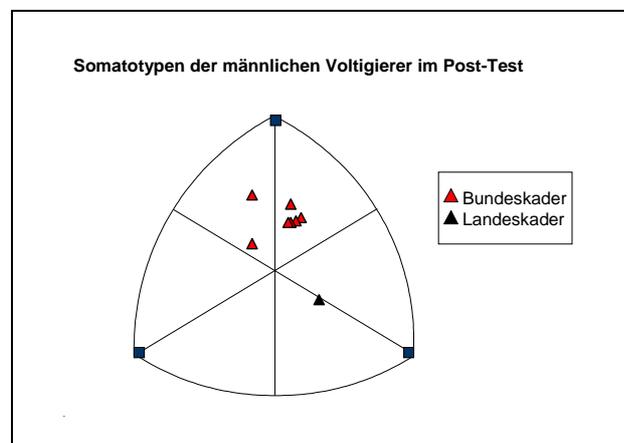


Abb. 54 Somatotyp der männlichen Bundes- und Landeskadervoltigierer im Post-Test

Prüfungen auf Zusammenhänge zwischen dem Mesomorphiewert und den leistungsdiagnostischen Krafttests zeigen signifikant bzw. hoch signifikant anzusehende positive Korrelationen (vgl. Tab 33).

Tab. 33 Zusammenhänge zwischen den Krafttests und den Mesomorphiewerten bei beiden Testzeitpunkten

Krafttest	Mesomorphiewert (n = 36)		
	Prä-Test	Post-Test	
Abdominal Press	p	.014	.008
	r	.408*	.430**
Back Extension	p	.010	.015
	r	.422*	.396*
Frontdrücken	p	.002	.000
	r	.504**	.586**
Leg Extension	p	.009	.002
	r	.437**	.492**
Leg Curl	p	.007	.003
	r	.450*	.481**

p = Signifikanz (2-seitig), r = Korrelation nach PEARSON

## 4.2 Rahmendaten der Kadervoltigierer

### 4.2.1 Trainingsalter

Im Durchschnitt voltigieren die getesteten Sportler seit zwölf Jahren (SD = 4,9). Im Mittel sind die Voltigierer neun Jahre (SD = 4,1) Mitglied in einer Mannschaft der Disziplin Gruppenvoltigieren. Das mittlere Trainingsalter im Einzelvoltigieren liegt bei sechs Jahren (SD = 4,2). Die sieben Teilnehmer (vgl. Tab. 34), die auch im Doppelvoltigieren aktiv sind, betreiben diese Disziplin im Durchschnitt drei Jahre (SD = 1,4).

Tab. 34 Trainingsalter der Landes- und Bundeskadervoltigierer

Trainingsalter	Landeskader		Bundeskader		Gesamt	
	männlich	weiblich	männlich	weiblich		
Insgesamt	n	1	16	8	20	45
	Min	8	3	6	6	3
	Max	8	23	22	25	25
	Mean	8	10,1	13,4	11,7	11,5
	SD	0	5,0	6,2	4,4	4,9
Gruppenvolt.	n	1	16	8	18	43
	Min	5	2	5	4	2
	Max	5	19	13	22	22
	Mean	5	8,1	9,0	9,3	8,7
	SD	0	4,7	2,9	4,1	4,1
Einzelvolt.	n	1	6	8	13	28
	Min	1	1	3	1	1
	Max	1	13	12	17	17
	Mean	1	5,2	7,8	6,0	6,1
	SD	0	4,8	3,8	4,2	4,2
Doppelvolt.	n	1	3	1	2	7
	Min	1	2	5	2	1
	Max	1	3	5	4	5
	Mean	1	2,3	5	3,0	2,7
	SD	0	0,6	0	1,4	1,4

Es bestehen hoch signifikante Zusammenhänge zwischen dem Alter und dem Trainingsalter insgesamt und getrennt für das Gruppen- und Einzelvoltigieren. Für die Disziplin Doppelvoltigieren endet die Auswertung nicht signifikant (vgl. Tab. 35). Unterschiedsprüfungen bezüglich des Trainingsalters zwischen Landes- und Bundeskadervoltigierern erweisen sich als signifikant ( $p = .018$ ).

Tab. 35 Zusammenhang Alter und Trainingsalter im Voltigiersport

	Zusammenhang Alter – Trainingsalter	
	Korrelation nach Pearson	Signifikanz
Gesamtstichprobe (n = 45)	<b>.876**</b>	.000
Gruppenvoltigieren (n = 43)	<b>.759**</b>	.000
Einzelvoltigieren (n = 28)	<b>.956**</b>	.000
Doppelvoltigieren (n = 7)	.667	.102

### 4.2.2 Trainingshäufigkeit

Im Durchschnitt trainieren die Spitzenvoltgierer insgesamt 13 Stunden (SD = 4,9) an fünf Tagen in der Woche (SD = 1,2). Das Pferdetraining erhält dabei mit sechs Stunden (SD = 2,5) und drei Trainingstagen pro Woche (SD = 0,8) den größten Anteil. Die geringste Zeit wird mit zwei Stunden (SD = 0,8) an zwei Tagen (SD = 1,3) der Koordinationsschulung gewidmet (vgl. Tab. 36).

Tab. 36 Deskriptive Statistik Trainingsaufwand pro Woche bei Kadervoltgierern

		Trainingsaufwand	
		Tage/Woche	Stunden/Woche
Insgesamt	n	40	40
	Min	3	3
	Max	7	30
	Mean	4,7	12,9
	SD	1,2	4,9
Pferdetraining	n	44	43
	Min	1	1
	Max	6	11
	Mean	3,2	6,1
	SD	0,8	2,5
Techniktraining	n	38	35
	Min	1	1
	Max	4	11
	Mean	2,5	3,2
	SD	1,3	2,6
Beweglichkeitstraining	n	37	36
	Min	1	1
	Max	7	6
	Mean	3,8	2,3
	SD	1,4	1,5
Krafttraining	n	37	36
	Min	1	1
	Max	7	11
	Mean	3,4	2,7
	SD	1,7	2,0
Ausdauertraining	n	34	33
	Min	1	1
	Max	5	4
	Mean	3,1	1,9
	SD	1,3	0,7
Koordinationstraining	n	29	28
	Min	1	1
	Max	4	5
	Mean	2,3	2,5
	SD	1,8	0,9

Bundes- und Landeskader unterscheiden sich in ihrem wöchentlichen Trainingsaufwand (Stunden/Woche) hoch signifikant voneinander ( $p = .008$ ). Auch

hinsichtlich des Trainingumfangs der einzelnen konditionellen und koordinativen Fähigkeiten etc. sind Unterschiede zu verzeichnen (vgl. Tab. 37).

Tab. 37 Unterschiede im Trainingsaufwand zwischen Landes- und Bundeskadervoltigierern

	wöchentlicher Trainingsaufwand	
	Trainingstage	Trainingsstunden
Training gesamt	n.s.	**
Pferdetraining	n.s.	n.s.
Techniktraining	*	n.s.
Krafttraining	**	n.s.
Beweglichkeitstraining	n.s.	*
Ausdauertraining	n.s.	n.s.
Koordinationstraining	*	n.s.
Sonstiges (Zusatz-)Training	*	n.s.

#### 4.2.3 Zusatzsportarten

Von den befragten 45 Leistungssportlern betreiben 71,1 % (n = 32) mindestens eine weitere Sportart regelmäßig. 28,9 % (n = 13) gaben an, nur am Voltigiersport teilzunehmen. Bundeskader- und Landeskader unterscheiden sich in puncto weiterer Sportarten nicht signifikant voneinander ( $p = .397$ ). Mit 56,2 % (n = 18) rangiert bei den Voltigierern als Zusatzsportart mit dem Reiten eine weitere Disziplin des Pferdesports an erster Stelle (vgl. Tab. 37). Tanzen folgt auf der Beliebtheitsskala (31,3 %), Turnen landet auf Platz drei (18,8 %). Der mittlere Trainingsumfang für die weiteren Sportarten liegt bei 4,2 Stunden (SD = 6,0) und 2,3 Tagen (SD = 1,6) in der Woche. Nach Sportarten unterschieden, differiert der wöchentliche Trainingsaufwand für die weiteren Sportarten von durchschnittlich einem Tag und einer wöchentlichen Trainingsstunde für Schwimmen und vier Trainingstagen mit durchschnittlich 7,5 Stunden/Woche für den Reitsport (vgl. Tab. 38). Ein signifikanter Unterschied hinsichtlich des wöchentlichen Trainingsaufwandes ist zwischen Bundes- und Landeskadervoltigierern nicht ersichtlich.

Tab. 38 Überblick über den prozentualen Anteil der von Kadervoltigierern betriebenen Zusatzsportarten und deren wöchentlichem Trainingsaufwand

Sportart	Prozentualer Anteil (n = 3 2)	wöchentlicher Trainingsaufwand			
		Trainingstage		Trainingsstunden	
		Mean	SD	Mean	SD
Reiten	56,2	4	2,3	7,5	9,1
Tanzen	31,3	1	0,3	2,0	0,7
Turnen	18,8	1	0,4	3,0	2,7
Spielsportarten	18,8	2	0,8	2,0	0,9
Schwimmen	9,4	1	0,6	1,0	0,0
Leichtathletik	9,4	2	0,7	1,5	0,7
Kampfsport	6,3	3	2,8	1,5	0,7

#### 4.2.4 Wettkampfdaten der Kadervoltigierer

In der Wettkampfsaison nehmen die Gruppenvoltigierer durchschnittlich an acht Wettkämpfen im Jahr teil (SD = 2,8). Es werden dabei im Mittel zwölf Starts/Jahr (SD = 5,8) absolviert. Bei den Einzelvoltigierern wird ein mittlerer Wettkampfumfang/Jahr mit neun Veranstaltungen (SD = 3,1) und 14 Starts (SD = 6,6) festgestellt. Doppelvoltigierwettkämpfe werden von den Athleten im Schnitt mit zwei Veranstaltungen (SD = 2,4) und derselben Anzahl von Starts (SD = 0,3) angegeben.

Ein Vergleich mit den erhobenen Daten der in der Saison 2006 bestrittenen Wettkämpfe zeigt eine als hoch signifikant anzusehende Korrelation zwischen den Daten vor und nach dem untersuchten Wettkampfsjahr 2006 (vgl. Tab. 39). Demnach wurden im Durchschnitt im Untersuchungszeitraum von den Gruppenvoltigierern sieben Turniere (SD = 3,1) mit insgesamt elf Starts (SD = 5,5) bewältigt, bei den Einzelvoltigierern waren es neun Wettkämpfe (SD = 3,2) und 15 Starts (SD = 6,9). Die quantitativen Wettkampfdaten der Doppelvoltigierer sind 2006 unverändert geblieben. Bundes- und Landeskader unterscheiden sich nicht signifikant hinsichtlich der Anzahl der jährlich betriebenen Wettkämpfe in den jeweiligen Disziplinen (vgl. Tab. 40).

Tab. 39 Zusammenhang zwischen den allgemeinen Wettkampfdaten (vor 2006) und denen im Untersuchungszeitraum (Saison 2006)

Wettkampfdaten/Jahr	Zusammenhang Wettkampfdaten allg. und 2006	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
<b><u>Gruppenvoltigieren (n = 30)</u></b>		
Veranstaltungen	<b>.648**</b>	.000
Starts	<b>.505**</b>	.008
<b><u>Einzelvoltigieren (n = 22)</u></b>		
Veranstaltungen	<b>.602**</b>	.002
Starts	<b>.705**</b>	.000
<b><u>Doppelvoltigieren (n = 7)</u></b>		
Veranstaltungen	<b>1.000**</b>	.000
Starts	<b>1.000**</b>	.000

Tab. 40 Unterschiede zwischen Bundes- und Landeskadervoltigierere hinsichtlich der Wettkampfdaten/Jahr

Wettkampfdaten/Jahr	Unterschiedsprüfung zwischen Bundes- und Landeskader
<b><u>Gruppenvoltigieren (n=38)</u></b>	
Veranstaltungen	.285
Starts	.130
<b><u>Einzelvoltigieren (n=27)</u></b>	
Veranstaltungen	.962
Starts	.182
<b><u>Doppelvoltigieren (n=10)</u></b>	
Veranstaltungen	.337
Starts	<b>.025*</b>

#### 4.2.5 Sportmedizinische Untersuchungen und Leistungsdiagnostik im Voltigiersport

Die befragten Voltigierer der nationalen Spitze des Voltigiersports unterziehen sich zu 57,8 % (n = 26) einer regelmäßigen jährlichen sportmedizinischen Untersuchung. Bei 42,2 % (n = 19) ist die Sportmedizin nicht Bestandteil des Sports. Unterschiedsprüfungen auf geschlechts- (p = .255) oder kaderspezifische (p = .815) Unterschiede verlaufen nicht signifikant. Die Analyse der konditionellen und koordinativen Fähigkeiten mittels einer Leistungsdiagnostik gehört

bei 23 der 45 Kadervoltgierer zum festen Programm. 17,8 % (n = 8) unterziehen sich einmal jährlich einer Leistungsanalyse; 31,1 % (n = 14) zweimal/Jahr. Lediglich ein Voltgierer (2,2 %) führt mehr als zweimal im Jahr eine Leistungsdiagnostik durch. Bei den restlichen 48,9 % (n = 22) ist ein Check up der motorischen Fähigkeiten nicht integriert. Unterschiedsprüfungen zwischen den Landeskader- und Bundeskaderathleten ergeben einen signifikanten Unterschied ( $p = .043$ ) hinsichtlich der regelmäßigen Teilnahme an einer Leistungsdiagnostik zugunsten der Erstgenannten (vgl. Abb. 55).

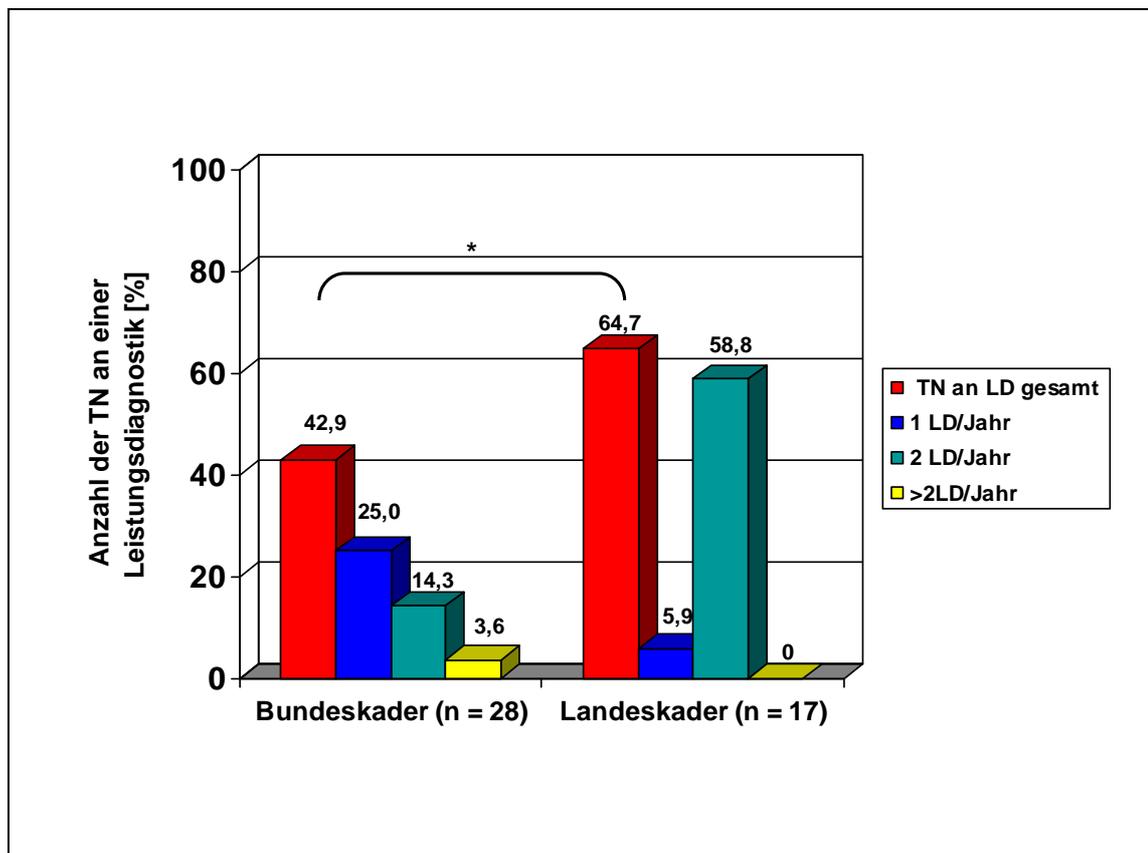


Abb. 55 Prozentualer Vergleich des Kaderstatus mit der Teilnahme an einer regelmäßigen Leistungsdiagnostik

### Bewertung des Stellenwerts der Leistungsdiagnostik für den Leistungssport Voltgieren

Die Abfrage nach der Bewertung der durchgeführten Leistungsdiagnostik als Hilfestellung für die Trainingsgestaltung wird von 73 % (n = 27) der Befragten mit Ja beantwortet. 27 % (n = 10) sehen in der durchgeführten Analyse keine hilfreichen Erkenntnisse für ihre Arbeit. Aufgrund der Ergebnisse haben 25 Vol-

tigier (67,6 %) ihr Training umgestellt, zwölf Probanden (32,4 %) sind bei ihrer Trainingskonstellation geblieben. Bei allen 25 Sportlern (100 %), die eine Modifizierung des Trainings vorgenommen haben, wird von einer gezielten Beseitigung der körperlichen Defizite auf der Grundlage der vorhandenen Ergebnisse gesprochen. Es folgen die Veränderung der Trainingsintensität/Einheit (44 %) und der Trainingsumfang in Tagen/Woche (12 %). Die Abfrage nach der Einschätzung des Nutzens einer zukünftigen Installation der Leistungsdiagnostik in den Leistungssport Voltigieren ergibt ein 80,5 %iges Votum ( $n = 33$ ) für die Leistungsdiagnostik. 19,5 % ( $n = 8$ ) der Antwortenden sehen für sich keinen Nutzen. Nach der Einschätzung der Probanden liegt die optimale Anzahl je Saison bei zweimal/Jahr (vgl. Abb. 56).

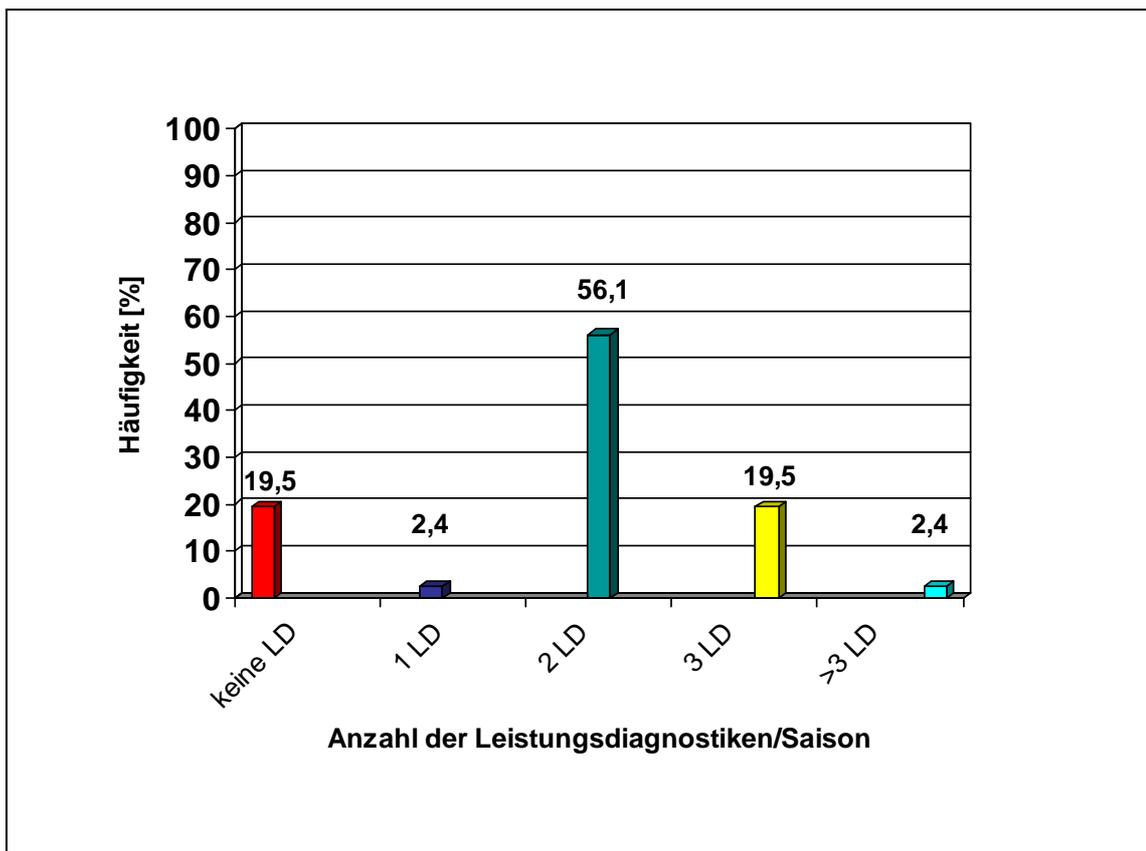


Abb. 56 Überblick über sinnvolle Anzahl zukünftig installierter jährlicher Leistungsanalysen nach der Einschätzung der Kadervoltigierer

## 4.3 Leistungsdiagnostik

### 4.3.1 Diagnostik der Beweglichkeit

#### 4.3.1.1 Beweglichkeit des Hüftgelenks

##### ***Querspagat mit rechtem Bein in Vorhalte***

Die Gesamtstichprobe im Querspagat umfasst in den Versuchsausführungen rechtes Bein in Vorhalte (vgl. Abb. 57) 36 Probanden, die an beiden Untersuchungsterminen teilgenommen haben. Im Durchschnitt erzielt die Gesamtstichprobe im Prä-Test mit dem rechten Bein in Vorhalte einen ausgezeichneten bis sehr guten Wert von 5,7 cm (SD = 8,9). Die Gesamtstichprobe verbessert sich vom Prä- zum Post-Test im Durchschnitt zu einem ausgezeichneten Wert von 3,9 cm (SD = 6,3) und unterscheidet sich im Hinblick auf die beiden Untersuchungstermine hoch signifikant ( $p = .002$ ).

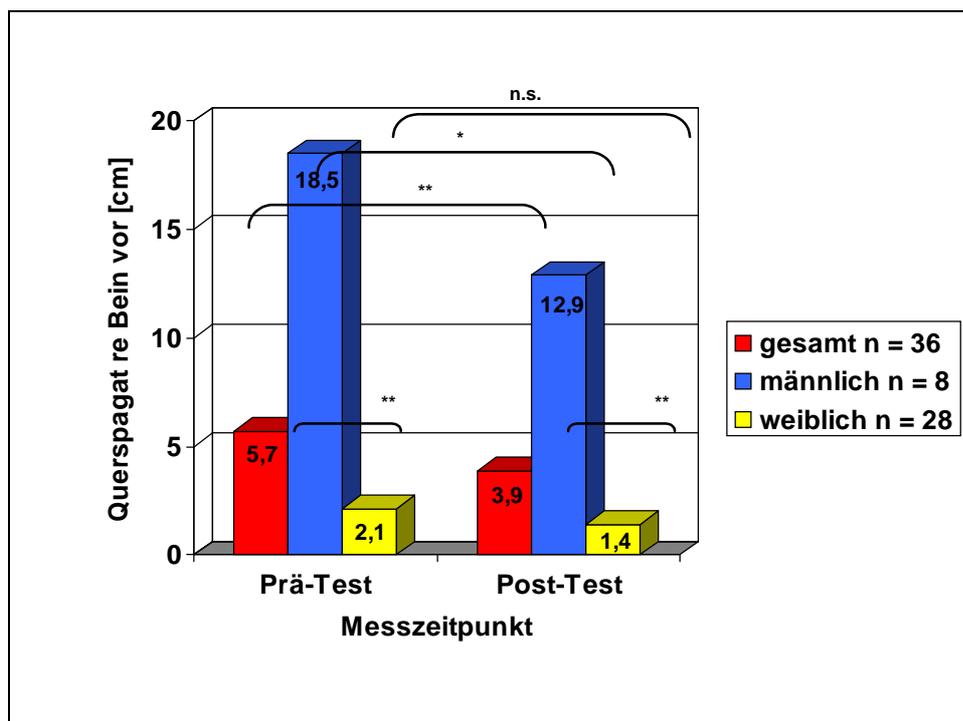


Abb. 57 Mittelwerte Querspagat rechtes Bein vorne

Insgesamt erreichen 83,3 % der Testpersonen beim Prä-Test und 95,6 % beim Post-Test überdurchschnittliche Ergebnisse (vgl. Tab. 41). Im Einzelnen erzielen die Frauen beim ersten Test mit durchschnittlich 2,1 cm (SD = 5,0) wie auch

beim Rücktest mit einem Mittelwert von 1,4 cm (SD = 4,1) ausgezeichnete Werte, unterscheiden sich mit  $p = .050$  nicht signifikant. Dem gegenüber stehen bei den Männern beim Prä-Test mit mittleren 18,9 cm (SD = 7,9) durchschnittliche und beim Post-Test mit 12,9 cm (SD = 4,2) gute Werte. Die Stichprobe der Männer hebt sich mit  $p = .017$  vom ersten zum zweiten Test signifikant voneinander ab. Während sich Frauen und Männer beim Prä- ( $p = .000$ ) wie auch beim Post-Test ( $p = .000$ ) hoch signifikant voneinander abheben, ist der Unterschied zwischen dem Bundes- und Landeskader nicht signifikant (Prä-Test:  $p = .950$ /Post-Test  $p = .964$ ).

Tab. 41 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim Querspagat mit dem rechten Bein in Vorhalte

Querspagat re. Bein vor	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	-	-	24	85,6	-	-	27	93,2
sehr gut	1	12,5	2	7,2	3	37,5	1	3,4
gut	2	25	1	3,6	4	50	-	-
durchschnittlich	3	37,5	-	-	-	-	-	-
schwach	-	-	1	3,6	1	12,5	1	3,4
sehr schwach	2	25	-	-	-	-	-	-

### ***Querspagat mit dem linken Bein in Vorhalte***

Analog zum Querspagat mit dem rechten Bein in Vorhalte verhält sich auch die Anzahl der Gesamtstichprobe mit dem linken Bein in Vorhalte ( $n = 36$ ). Im Durchschnitt erzielt die Gesamtstichprobe beim Prä- wie auch beim Post-Test ausgezeichnete Werte. So beträgt der Mittelwert (vgl. Abb. 58) beim Prä-Test 4,5 cm (SD = 6,2) und beim Post-Test einen verbesserten Wert von 3,6 cm (SD = 4,6). Bei der Gesamtstichprobe ist ein signifikanter Unterschied vom ersten zum zweiten Testtermin ( $p = .028$ ) festzustellen.

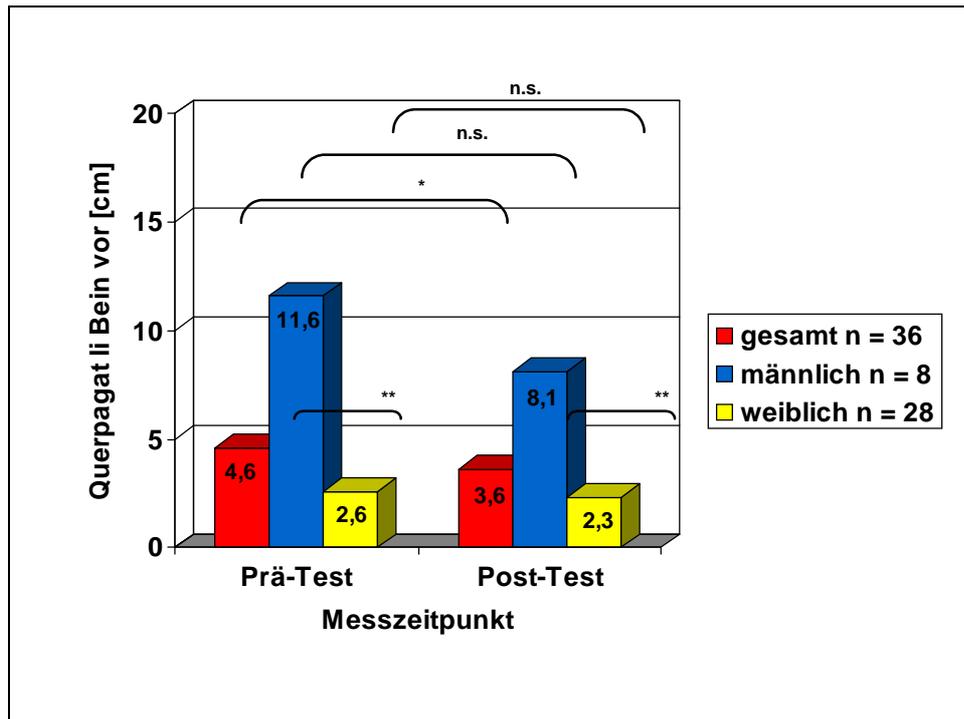


Abb. 58 Mittelwerte Querspagat linkes Bein vorne

91,7 % der Gesamtstichprobe erreichen beim ersten Untersuchungstermin überdurchschnittliche Ergebnisse, beim zweiten Test sind es 100 %, die gut und besser einzustufen sind (vgl. Tab. 41). Im Detail erreichen die Frauen beim ersten Test mit durchschnittlich 2,6 cm (SD = 4,7) wie auch beim Rücktest mit einem Mittelwert von 2,3 cm (SD = 3,7) ausgezeichnete Werte. Vom Prä- zum Post-Test gibt es mit  $p = .284$  bei den Frauen keinen signifikanten Unterschied. Die Männer erreichen beim Prä-Test mit mittleren 11,6 cm (SD = 6,2) gute und beim Post-Test mit 8,1 cm (SD = 5,1) sehr gute Werte (vgl. Abb. 58), die sich aber mit  $p = .069$  nicht signifikant voneinander abheben. Festzustellen ist, dass sich Männer und Frauen (vgl. Tab. 42) auch beim Querspagat mit dem linken Bein in Vorhalte zu beiden Untersuchungszeitpunkten hoch signifikant unterscheiden (Prä-Test:  $p = .000$ /Post-Test  $p = .004$ ). Weder beim Prä- ( $p = .391$ ) noch beim Post-Test ( $p = .185$ ) heben sich Bundes- und Landeskader voneinander signifikant ab.

Tab. 42 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim Querspagat mit dem linken Bein in Vorhalte

Querspagat li. Bein vor	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	1	12,5	22	78,6	2	25	25	86,4
sehr gut	3	37,5	4	14,2	3	37,5	3	10,2
gut	2	25	1	3,6	3	37,5	1	3,4
durchschnittlich	2	25	1	3,6	-	-	-	-
schwach	-	-	-	-	-	-	-	-
sehr schwach	-	-	-	-	-	-	-	-

### **Seitspagat**

Die Gesamtstichprobe beim Seitspagat umfasst 35 Probanden, die an beiden Untersuchungsterminen teilgenommen haben. Im Gegensatz zu den sehr guten bis ausgezeichneten Ergebnissen beim Querspagat schneidet die Untersuchungsgruppe beim Seitspagat schlechter ab (vgl. Abb. 59). Im Mittel werden beim Prä-Test Werte von guten 13 cm (SD = 9,7) erreicht, beim Post-Test verbesserte sehr gute Werte von 10,1 cm (SD = 9,6). Vom Prä- zum Post-Test weist die Gesamtstichprobe einen hoch signifikanten Unterschied vor ( $p = .001$ ). Über die Hälfte der Probanden beim Prä-Test (51,4 %) und 72,2 % beim Rücktest erreichen überdurchschnittliche Ergebnisse (vgl. Tab. 43). Im Einzelnen erzielen die Frauen beim ersten Test mit durchschnittlich 10,3 cm (SD = 9,2) wie auch beim Rücktest mit einem Mittelwert von 7,6 cm (SD = 8,7) sehr gute Werte und unterscheiden sich mit  $p = .002$  hoch signifikant. Dem gegenüber stehen bei den Männern beim Prä-Test mit mittleren 22,5 cm (SD = 4,5) schwache und beim Post-Test mit 18,9 cm (SD = 7,3) durchschnittliche Werte (vgl. Abb. 59). Mit  $p = .198$  ist kein signifikanter Unterschied innerhalb der Stichprobe der Männer vom ersten zum zweiten Testtermin festzustellen.

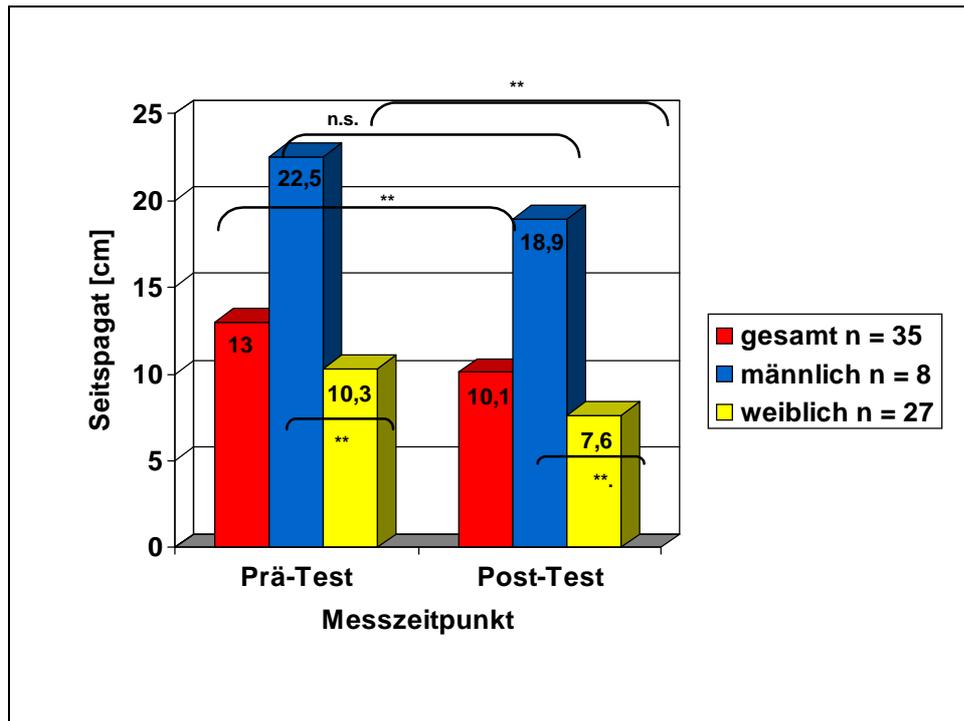


Abb. 59 Mittelwerte Seitspagat

Ähnlich wie beim Querspagat unterscheiden sich Männer und Frauen beim ersten ( $p = .001$ ) wie zweiten Testtermin ( $p = .003$ ) hoch signifikant. Bundes- und Landeskader hingegen heben sich weder beim Prä-Test ( $p = .318$ ) noch beim Post-Test ( $p = .184$ ) signifikant voneinander ab.

Tab. 43 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim Seitspagat

Seitspagat	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 27)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	-	-	10	37	-	-	15	53,6
sehr gut	-	-	6	22,3	1	12,5	5	17,7
gut	-	-	2	7,4	2	25	3	10,7
durchschnittlich	4	50	3	11,1	1	12,5	2	7,2
schwach	2	25	4	14,8	3	37,5	1	3,6
sehr schwach	2	25	2	7,4	1	12,5	2	7,2

### **Aktive Hüftflexion im Hang mit dem rechten Bein**

Die Gesamtstichprobe bei der aktiven Hüftflexion im Hang mit dem rechten Bein beinhaltet zu beiden Testterminen 36 Voltgierer. Im Mittel kommen die Probanden bei beiden Untersuchungszeitpunkten auf gute Werte (vgl. Abb. 60). So erreichen sie beim Prä-Test 93,7 Grad (SD = 13,1) und beim Post-Test verbesserte 98,6 Grad (SD = 10,6). Mit  $p = .000$  unterscheidet sich die Gesamtstichprobe vom ersten zum zweiten Testtermin hoch signifikant. Überdurchschnittliche Ergebnisse erreichen beim Hintest 58,3 %, beim Rücktest 88,9 % der Gesamtstichprobe (vgl. Tab. 44). Auf Männer und Frauen verteilt, verhalten sich die Mittelwerte folgendermaßen: Erreicht wird von den Frauen beim Prä-Test ein Wert von 94,7 Grad (SD = 14,5), der als gut einzuordnen ist. Beim Post-Test ist ein gesteigerter Wert von 100,3 Grad zu finden, der als sehr gut zu bezeichnen ist. Vom ersten zum zweiten Untersuchungstermin unterscheidet sich die Stichprobe der Frauen untereinander hoch signifikant ( $p = .000$ ). Mit einem Mittelwert von 89,7 Grad (SD = 4,5) schneidet die Gruppe der Männer beim Prä-Test durchschnittlich bis gut ab. Zum Zeitpunkt des Post-Tests ist ein Wert von 92,5 Grad (SD = 5,8) festzuhalten, der als gut zu kennzeichnen ist. Vom ersten zum zweiten Test differiert die Gruppe innerhalb der Männer signifikant ( $p = .026$ ).

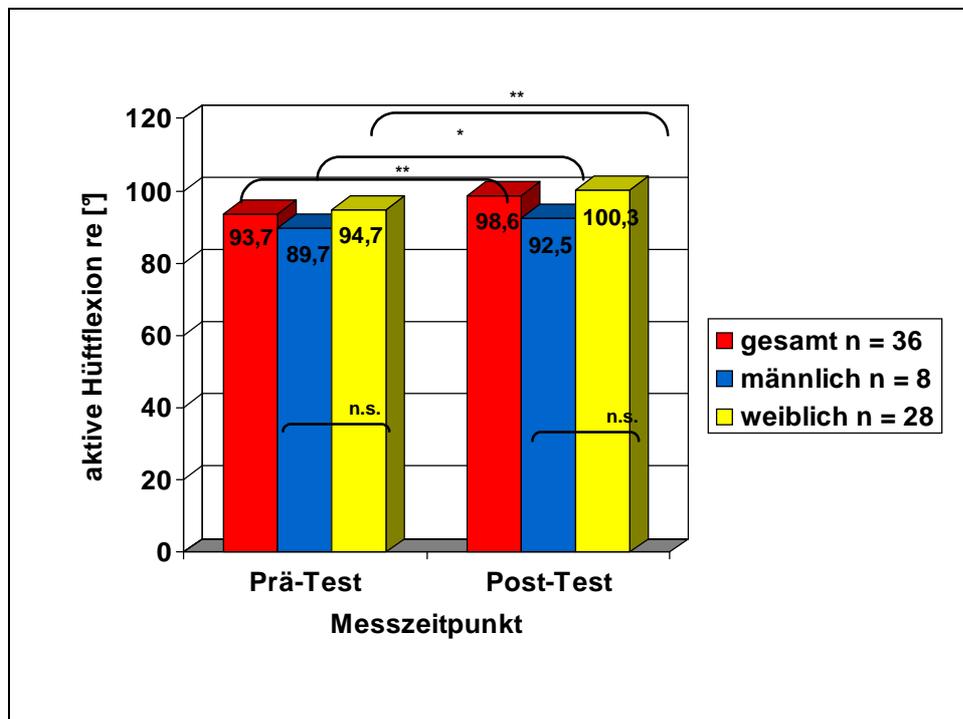


Abb. 60 Mittelwerte aktive Hüftflexion im Hang mit dem rechten Bein

Männer und Frauen heben sich beim Prä- ( $p = .348$ ) und Post-Test ( $p = .064$ ) nicht signifikant voneinander ab. Mit  $p = .010$  beim ersten Test und  $p = .019$  bei der zweiten Untersuchung ist ein signifikanter Unterschied zwischen Bundes- und Landeskader festzustellen.

Tab. 44 Geschlechtsspezifischer Unterschied bei der aktiven Hüftflexion im Hang mit dem rechten Bein

Aktive Hüftflexion im Hang rechtes Bein	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	-	-	4	14,3	-	-	5	17,2
sehr gut	-	-	3	10,7	1	12,5	8	27,6
gut	5	62,5	9	32,1	6	75	12	41,4
durchschnittlich	3	37,5	11	39,3	1	12,5	3	10,4
schwach	-	-	-	-	-	-	1	3,4
sehr schwach	-	-	1	3,6	-	-	-	-

### ***Aktive Hüftflexion im Hang mit dem linken Bein***

Insgesamt nahmen 36 Probanden an den Tests zur Überprüfung der aktiven Hüftflexion im Hang mit dem linken Bein teil. Während die Gesamtheit an Voltigierern beim Prä-Test im Mittel durchschnittliche bis gute 89,4 Grad erreicht ( $SD = 12,1$ ), wird beim Post-Test ein verbesserter durchschnittlicher Wert von 95,9 Grad ( $SD = 12,6$ ) erzielt. Der Unterschied (vgl. Abb. 61) von beiden Untersuchungsterminen innerhalb der Gesamtstichprobe zueinander ist hoch signifikant ( $p = .000$ ). Überdurchschnittliche Resultate werden beim ersten Testtermin von 47,2 Prozent und beim zweiten Testtermin von 69,4 Prozent aller Teilnehmer erreicht (vgl. Tab. 45). Im Einzelnen erzielen die Frauen beim ersten Test mit durchschnittlich 90,5 Grad ( $SD = 13,0$ ) wie auch beim Rücktest mit einem Mittelwert von 97,4 Grad ( $SD = 13,4$ ) gute Werte und unterscheiden sich untereinander mit  $p = .000$  hoch signifikant.

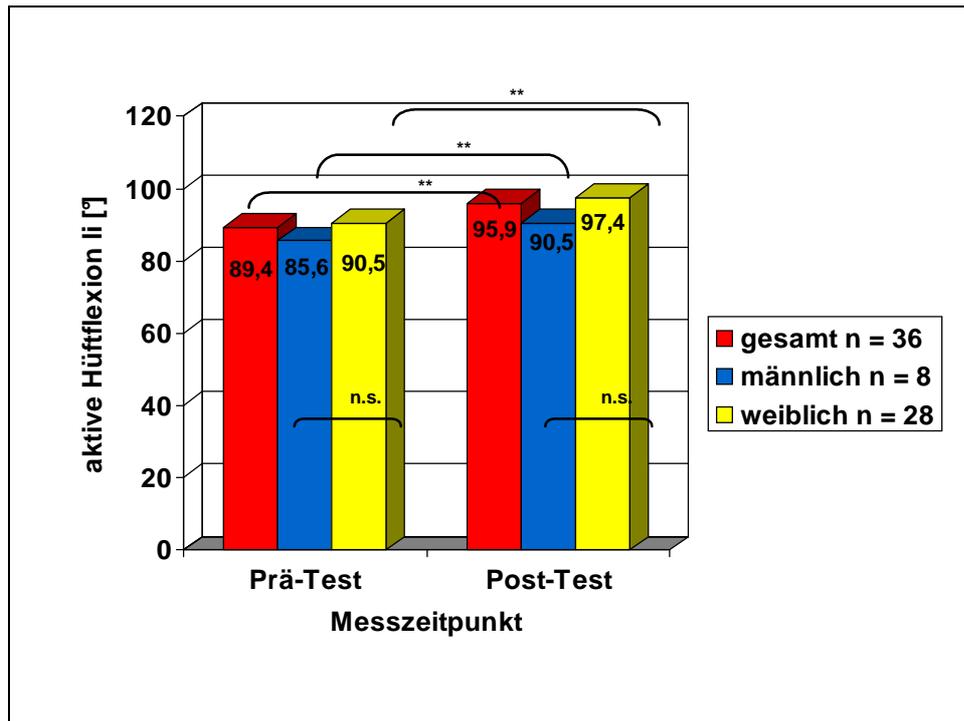


Abb. 61 Mittelwerte aktive Hüftflexion im Hang mit dem linken Bein

Die Männer kommen beim Prä-Test mit mittleren 85,6 Grad (SD = 7,1) auf durchschnittliche und beim Post-Test mit 90,5 Grad (SD = 7,3) auf gute Werte (vgl. Abb. 61). Mit  $p = .008$  ist ein hoch signifikanter Unterschied innerhalb der Stichprobe der Männer vom ersten zum zweiten Testtermin festzustellen.

Tab. 45 Geschlechtsspezifischer Unterschied bei der aktiven Hüftflexion im Hang mit dem linken Bein

Aktive Hüftflexion im Hang linkes Bein	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	-	-	2	7,1	-	-	5	17,3
sehr gut	-	-	4	14,3	-	-	5	17,3
gut	2	25	9	32,2	5	62,5	10	34,4
durchschnittlich	4	50	7	25	2	25	7	24,1
schwach	2	25	5	17,8	1	12,5	2	6,9
sehr schwach	-	-	1	3,6	-	-	-	-

Männer und Frauen heben sich beim Prä- ( $p = .320$ ) und Post-Test ( $p = .169$ ) nicht signifikant voneinander ab. Mit  $p = .002$  beim ersten Test und  $p = .021$  bei der zweiten Untersuchung ist ein hoch signifikanter bzw. signifikanter Unterschied zwischen Bundes- und Landeskader festzustellen.

#### 4.3.1.2 Beweglichkeit Schultergelenk

##### **S-Haltetest (Kreuzgriff) mit dem rechten Arm oben**

Die Gesamtstichprobe beim S-Haltetest mit dem rechten Arm nach oben umfasst 36 Voltgierer, die beim Prä-Test einen Mittelwert von sehr gut  $-7,5$  cm (SD =  $7,0$ ) und beim Post-Test ausgezeichnet  $-9,4$  cm (SD =  $6,9$ ) erreichen. Mit  $p = .000$  ist der Unterschied der Gesamtstichprobe zwischen den beiden Untersuchungsterminen hoch signifikant (vgl. Abb. 62).

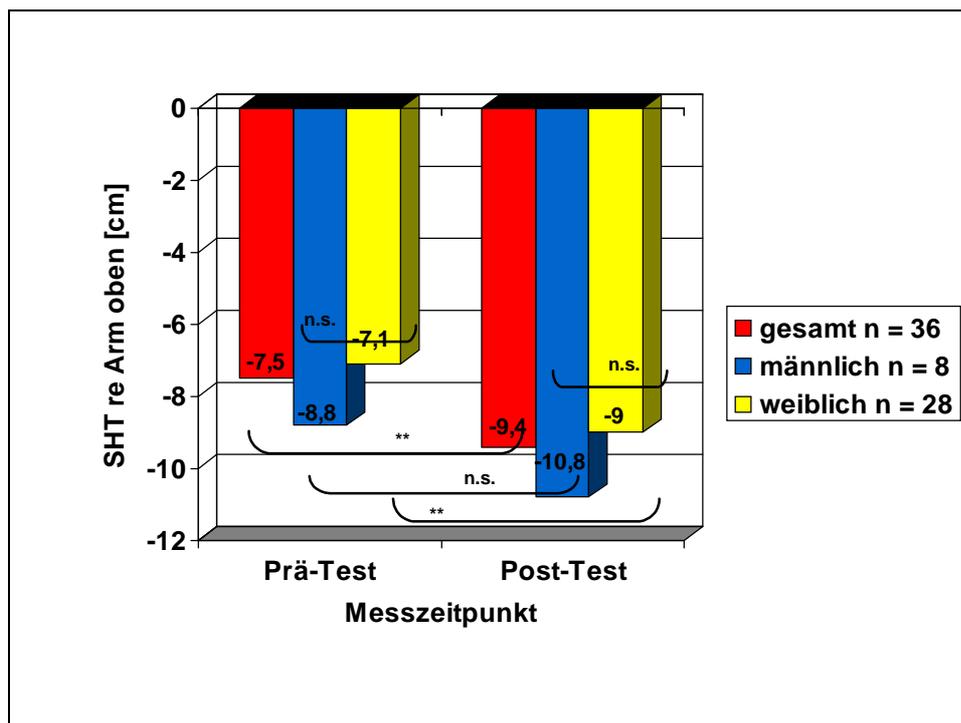


Abb. 62 Mittelwerte S-Haltetest mit rechtem Arm oben

Überdurchschnittliche Ergebnisse werden beim Prä-Test von 90,5 % aller Probanden erzielt, beim Post-Test sind es 89,2 % aller Testpersonen, die gut und besser abschneiden (vgl. Tab. 46). Auf Männer und Frauen verteilt, verhalten sich die Mittelwerte wie folgt: Erreicht wird von den Frauen beim Prä-Test ein Wert von  $-7,1$  cm (SD =  $7,5$ ), der als sehr gut einzuordnen ist. Beim Post-Test

ist ein verbesserter Wert von -9,0 cm zu finden, der als sehr gut bis ausgezeichnet zu bezeichnen ist. Vom ersten zum zweiten Untersuchungstermin unterscheidet sich die Stichprobe der Frauen untereinander hoch signifikant ( $p = .000$ ). Mit einem Mittelwert von -8,8 cm (SD = 4,8) kommen die Männer beim Prä-Test auf sehr gute Ergebnisse. Zum Zeitpunkt des Post-Tests ist ein Mittelwert von -10,8 cm (SD = 7,2) zu registrieren, der als ausgezeichnet einzuordnen ist. Vom ersten zum zweiten Test unterscheidet sich die Gruppe der Männer voneinander nicht signifikant ( $p = .150$ ). Der Vergleich unter den beiden Geschlechtern weist weder beim Prä-Test ( $p = .563$ ) noch beim Post-Test ( $p = .516$ ) einen signifikanten Unterschied vor. Mit  $p = .586$  beim ersten Testtermin und  $p = .531$  beim Rücktest lässt sich auch kein signifikanter Unterschied zwischen Bundes- und Landeskader feststellen.

Tab. 46 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim S-Haltetest mit dem rechten Arm oben

S-Haltetest rechter Arm oben	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	5	62,5	11	39,3	5	62,5	15	51,7
sehr gut	-	-	4	14,3	-	-	2	6,9
gut	2	25	8	28,5	3	37,5	8	27,6
durchschnittlich	1	12,5	3	10,8	-	-	3	10,4
schwach	-	-	-	-	-	-	-	-
sehr schwach	-	-	2	7,1	-	-	1	3,4

### ***S-Haltetest (Kreuzgriff) mit dem linken Arm oben***

36 Probanden stellten sich auch dem S-Haltetest mit dem linken Arm nach oben. Hierbei ist als Mittelwert für die Gesamtstichprobe beim Prä-Test ein Wert von -3,9 cm (SD = 7,7) zu registrieren, der als gute Leistung klassifiziert werden kann, aber deutlich schwächer einzustufen ist als das Prä-Test-Ergebnis beim Kreuzgriff mit dem rechten Arm nach oben. Beim Rücktest lässt sich ein leicht verbesserter Wert von -5,4 cm (SD = 8,1) feststellen, der ebenso als gut be-

zeichnet werden kann (vgl. Abb. 63). Vom Prä- zum Post-Test weichen die Werte der Gesamtstichprobe hoch signifikant voneinander ab ( $p = .000$ ).

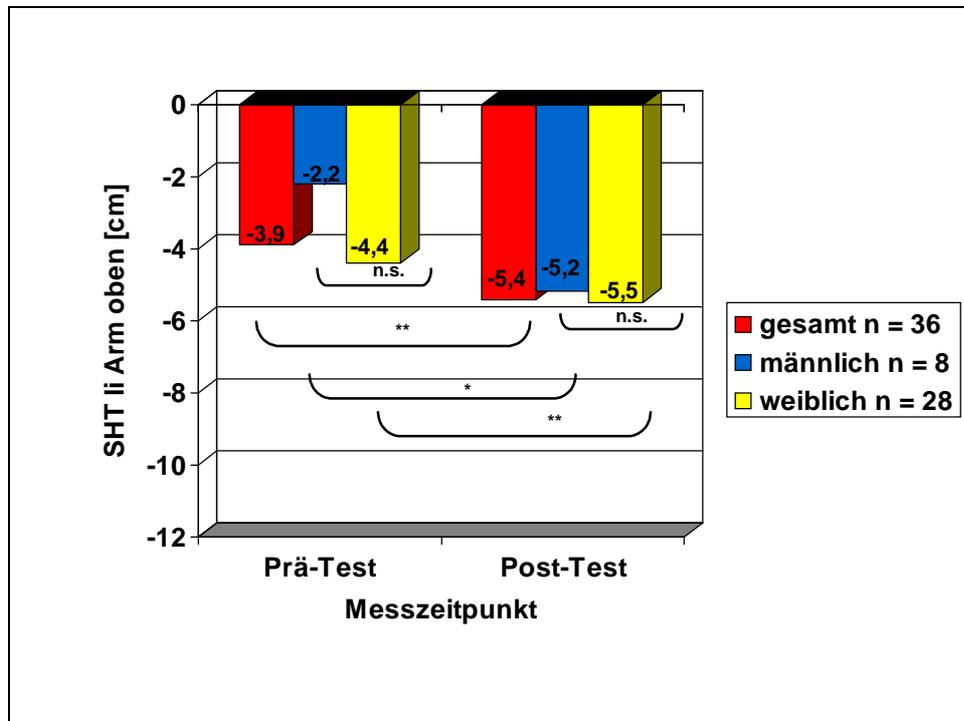


Abb. 63 Mittelwerte S-Haltetest mit dem linken Arm oben

Überdurchschnittliche Resultate erreichen beim ersten Testtermin 52,8 % aller Teilnehmer, beim zweiten Testzeitpunkt sind es 64,9 % mit guten und besseren Ergebnissen (vgl. Tab. 47). Unterschieden nach Männern und Frauen lässt sich Folgendes feststellen: Im Mittel erzielen die Frauen beim Hintest einen guten Wert von -4,4 cm (SD = 7,9) und beim Rücktest leicht verbesserte, gute Werte von -5,5 cm (SD = 8,1). Mit  $p = .006$  unterscheiden sich die Frauen zu diesen beiden Untersuchungsterminen hoch signifikant. Bei den Männern ist bezüglich des Prä-Tests mit einem Wert von -2,2 cm (SD = 6,8) ein durchschnittliches Resultat festzuhalten. Der Rücktest ergibt mit -5,2 cm (SD = 8,8) ein als gut einzustufendes Ergebnis. Hinsichtlich der Unterschiedsprüfung von den beiden Testterminen kann von einer signifikanten Abgrenzung ausgegangen werden ( $p = .047$ ). Der Vergleich von Männern und Frauen zeigt weder beim Prä-Test ( $p = .320$ ) noch beim Post-Test ( $p = .926$ ) einen signifikanten Unterschied. Mit  $p = .996$  beim ersten Testtermin und  $p = .981$  beim Rücktest lässt sich auch kein signifikanter Unterschied zwischen Bundes- und Landeskader feststellen.

Tab. 47 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim S-Haltetest mit dem linken Arm oben

S-Haltetest linker Arm oben	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	2	25	8	28,6	2	25	13	44,8
sehr gut	-	-	5	17,8	-	-	3	10,4
gut	1	12,5	3	10,7	4	50	2	6,9
durchschnittlich	2	25	6	21,5	-	-	5	17,2
schwach	1	12,5	1	3,6	-	-	2	6,9
sehr schwach	2	25	5	17,8	2	25	4	13,8

### Aktive Elevation der Schultern in Bauchlage

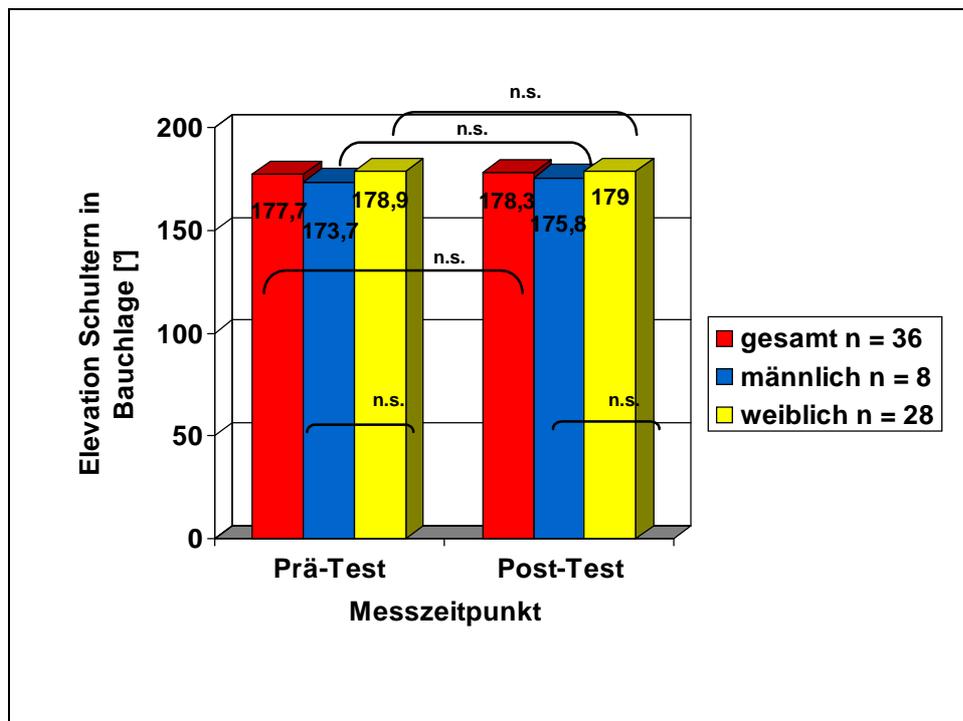


Abb. 64 Mittelwerte der aktiven Elevation der Schultern in Bauchlage

Insgesamt nahmen 36 Probanden an beiden Testterminen zur Überprüfung der aktiven Elevation der Schultern in Bauchlage teil. Die Gesamtstichprobe er-

reicht beim Prä-Test einen Durchschnittswert von 177,7 Grad (SD = 10,1), der als sehr gut zu klassifizieren ist. Als sehr gut ist auch der Wert von 178,3 Grad (SD = 12,1) beim Post-Test einzuordnen. Mit  $p = .273$  weicht die Gesamtstichprobe nicht signifikant vom ersten zum zweiten Untersuchungstermin voneinander ab. Überdurchschnittliche Resultate erreichen beim ersten Testtermin 86,1 % aller Teilnehmer, beim zweiten Testzeitpunkt sind es 78,4 % mit guten und besseren Ergebnissen (vgl. Tab. 48). Im Einzelnen erreichen die Frauen beim ersten Test mit durchschnittlich 178,90 Grad (SD = 10,6) wie auch beim Rücktest mit einem Mittelwert von 179 Grad (SD = 13,2) sehr gute Werte, weichen aber mit  $p = .594$  nicht signifikant voneinander ab. Die Männer kommen beim Prä-Test mit mittleren 173,7 Grad (SD = 6,8) auf gute und beim Post-Test mit 175,8 Grad (SD = 7,6) auf sehr gute Werte (vgl. Abb. 64). Mit  $p = .102$  ist kein signifikanter Unterschied innerhalb der Stichprobe der Männer vom ersten zum zweiten Testtermin festzustellen. Nicht signifikant voneinander unterscheiden sich auch die beiden Geschlechter beim Hin- ( $p = .202$ ) als auch beim Rücktest ( $p = .520$ ). Beim Kader gibt es mit  $p = .627$  beim Hin- und  $p = .201$  beim Rücktest keinen signifikanten Unterschied.

Tab. 48 Geschlechtsspezifische Unterschiede bei der aktiven Elevation der Schultern in Bauchlage

Aktive Elevation in Bauchlage	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	1	12,5	7	25	3	37,5	11	37,9
sehr gut	3	37,5	9	32,1	1	12,5	7	24,2
gut	2	12,5	9	32,1	3	37,5	5	17,3
durchschnittlich	1	12,5	1	3,6	-	-	4	13,8
schwach	1	12,5	1	3,6	1	12,5	2	6,8
sehr schwach	-	-	1	3,6	-	-	-	-

### Aktive Extension der Schultern in Bauchlage

Die Gesamtstichprobe bei der aktiven Extension der Schultern in Bauchlage umfasst 36 Probanden, die an beiden Untersuchungsterminen teilgenommen haben. Mittelwerte von 81,5 Grad beim Prä-Test (SD =13,5) und 87 Grad (SD =16,9) beim Post-Test sind jeweils als ausgezeichnet einzustufen (vgl. Abb. 65). Vom ersten zum zweiten Testtermin weichen die Werte der Gesamtstichprobe mit  $p = .007$  hoch signifikant voneinander ab.

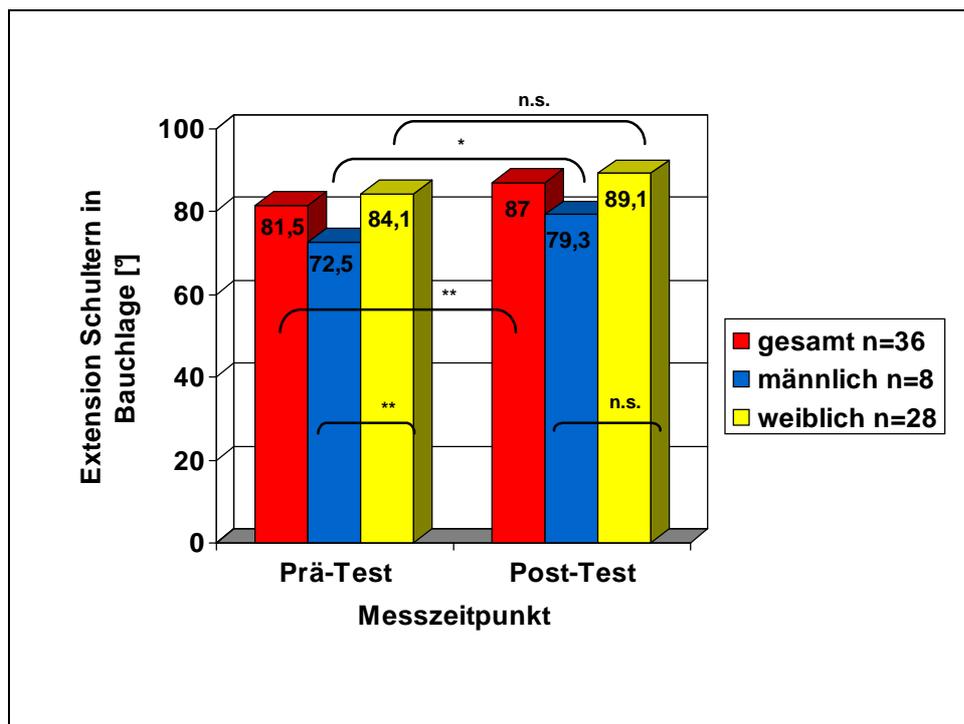


Abb. 65 Mittelwerte der aktiven Extension der Schultern in Bauchlage

Auf überdurchschnittliche Ergebnisse kommen bei der ersten Leistungsdiagnostik 83,3 % aller Voltigierer, beim zweiten Untersuchungstermin sind es 91,1 % aller getesteten Voltigierer, die gut und besser bei diesem Test abschneiden (vgl. Tab. 49). Unterschieden nach Männer und Frauen lässt sich Folgendes feststellen: Mit einem Mittelwert von 84,1 Grad (SD = 14,0) beim Prä-Test und verbesserten 89,1 Grad (SD = 18,2) beim Post-Test kommen die Frauen bei beiden Untersuchungszeitpunkten auf ausgezeichnete Werte. Ein signifikanter Unterschied ( $p = .069$ ) ist bei dieser Zielgruppe nicht vorzufinden. Die Männer schneiden bei diesem Test zur Überprüfung der Schulterbeweglichkeit zu beiden Untersuchungsterminen schlechter ab als ihre Kolleginnen. So weisen sie mit einem Mittelwert von 72, 5 Grad (SD = 5,7) beim Prä-Test sehr gute Ergeb-



### 4.3.2 Diagnostik der Kraft

#### 4.3.2.1 Maximalkraft Kniestrecker und -beuger

##### *Kniestrecker*

Ingesamt nahmen 36 Voltgierer am isokinetischen Maximalkrafttest der Kniestrecker (Leg Extension) bei beiden Untersuchungsterminen teil. Der Durchschnitt aller getesteten Voltgierer bewältigt beim Hintest absolut 160,9 Nm (SD = 41,6). Frauen schaffen hier einen Mittelwert 144,04 Nm (SD = 25,4), Männer kommen auf durchschnittlich 219,9 Nm (SD = 32,2). Beim Rücktest erreicht die Gesamtstichprobe einen Mittelwert von absolut 156,9 Nm (SD = 42,9). Differenziert nach Geschlecht drücken Frauen im Durchschnitt 139,17 Nm (SD = 23,5) und Männer 221,13 (SD = 35,4). Die relativen Kraftwerte [Nm/kg] unterscheiden sich bei der Gesamtstichprobe vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt signifikant ( $p = .023$ ) (vgl. Abb. 66). Überdurchschnittliche Kraftwerte erreichen beim Prä-Test 22,2 % aller getesteten Voltgierer, beim Post-Test schneiden 20,7 % der Gesamtstichprobe mit guten und besseren Ergebnissen ab (vgl. Tab. 50).

Tab. 50 Geschlechtsspezifischer Unterschied der relativen Maximalkraftwerte der Kniestrecker

Maximalkraft Kniestrecker relativ [Nm/kg]	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	-	-	1	3,6	-	-	-	
sehr gut	2	25	-		1	12,5	-	
gut	-	-	5	17,9	1	12,5	4	13,8
durchschnittlich	2	25	2	6,9	1	12,5	2	6,9
schwach	3	37,5	10	35,8	3	37,5	6	20,7
sehr schwach	1	12,5	10	35,8	2	25	17	58,6

Im Einzelnen ergeben sich für Frauen und Männer folgende Resultate: Die Frauen kommen auf einen mittleren Kraftwert von 2,6 [Nm/kg] (SD = 0,4), der für in der Altersklasse 15 bis 19 Jahre und 20 bis 29 Jahre als schwach zu klas-

sifizieren ist. Beim Rücktest erreichen die Voltgiererinnen einen Durchschnittskraftwert von 2,5 [Nm/kg] (SD = 0,3), der für die beiden zuvor genannten Altersklassen ebenfalls als schwach zu bezeichnen ist. Mit  $p = .007$  ist von einem hoch signifikanten Unterschied der Kraftwerte vom ersten zum zweiten Untersuchungstermin auszugehen. Die Männer erzielen beim Prä-Test einen Durchschnittskraftwert von 3,1 [Nm/kg] (SD = 0,4), der in der Altersklasse 15 bis 19 Jahre und 20 bis 29 Jahre als durchschnittlich einzuordnen ist. Auch beim Post-Test weist die Stichprobe der Männer 3,1 [Nm/kg] (SD = 0,4) und somit ein als durchschnittlich zu bewertendes Resultat vor. Mit  $p = .704$  heben sich die Kraftwerte der Männer zu den beiden Untersuchungsterminen nicht signifikant voneinander ab (vgl. Abb. 66). Männer und Frauen heben sich beim Hin- ( $p = .003$ ) wie auch beim Rücktest ( $p = .000$ ) hoch signifikant voneinander ab. Während sich Bundes- und Landeskader beim ersten Untersuchungstermin noch signifikant ( $p = .022$ ) unterscheiden, ist dieser Unterschied beim zweiten Testtermin mit  $p = .128$  nicht mehr zu finden. Der Bundeskader kommt beim Hintest auf einen mittleren Kraftwert von 2,8 [Nm/kg] (SD = 0,4), der Landeskader liegt hier bei einem Kraftwert von 2,5 [Nm/kg] (SD = 0,3). Beim zweiten Test erreicht der Bundeskader 2,7 [Nm/kg] (SD = 0,5), der Landeskader erzielt ein Durchschnittswert von 2,5 [Nm/kg] (SD = 0,3).

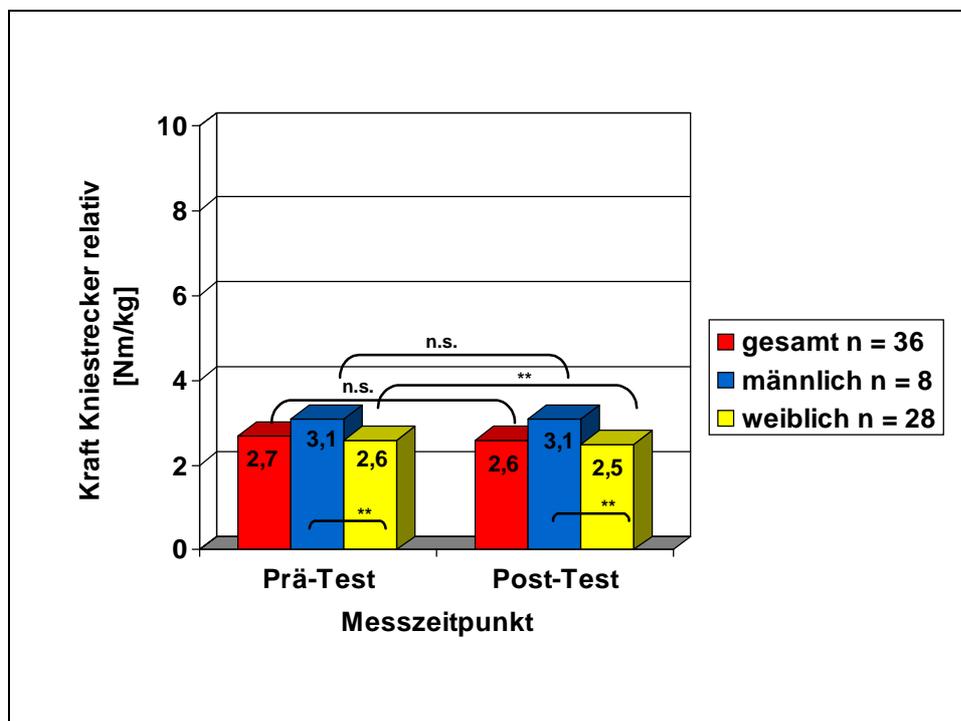


Abb. 66 Mittelwerte relative Maximalkraftwerte der Kniestrecker

### **Kniebeuger**

Die Gesamtstichprobe umfasste beim isokinetischen Maximalkrafttest der Kniebeuger (Leg Curl) 36 Personen, die an beiden Leistungsdiagnostiken teilgenommen haben. Alle Voltigierer leisten beim Prä-Test einen Mittelwert von 95,03 Nm (SD = 29,8), die Frauen bewältigen durchschnittlich 84,1 Nm (SD = 14,6), die Männer erreichen 133,1 Nm (SD = 16,8). Beim Rücktest erreicht die Gesamtstichprobe einen Mittelwert von absolut 102,30 Nm (SD = 26,37). Differenziert nach Geschlecht drücken Frauen im Durchschnitt 91,31 Nm (SD = 15,2) und Männer 142,13 (SD = 18,5). Mit  $p = .000$  ist ein hoch signifikanter Unterschied bei den relativen Kraftwerten innerhalb der Gesamtstichprobe zwischen dem ersten und zweiten Untersuchungstermin festzustellen. Als überdurchschnittlich einzustufen sind beim Prä-Test 33,3 % aller überprüften Voltigierer, beim Rücktest sind es bereits 79,3 % der Gesamtstichprobe mit guten und besseren Resultaten (vgl. Tab. 51).

Tab. 51 Geschlechtsspezifischer Unterschied der relativen Maximalkraftwerte der Kniebeuger

Kniebeuger relativ	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	-	-	1	3,6	-	-	-	-
sehr gut	-	-	1	3,6	1	12,5	7	24,1
gut	4	50	6	21,4	4	50	11	38
durchschnittlich	4	50	11	39,3	3	37,5	7	24,1
schwach	-	-	6	21,4	-	-	4	13,8
sehr schwach	-	-	3	10,7	-	-	-	-

Die Stichprobe der Frauen erzielt beim Hintest einen Durchschnittskraftwert von 1,5 [Nm/kg] (SD = 0,2), der für Frauen in der Altersklasse 15 bis 19 Jahre und 20 bis 29 Jahre als durchschnittlich zu klassifizieren ist. Beim Rücktest erreichen sie einen Mittelwert von 1,6 [Nm/kg] (SD = 0,2), der im Alter von 15 bis 19 Jahren als gut und im Alter von 20 bis 29 Jahren als durchschnittlich zu bewer-

ten ist. Bezogen auf die relative Kraft der Kniebeuger ist mit  $p = .000$  ein hoch signifikanter Unterschied zwischen Prä- und Post-Test zu sehen (vgl. Abb. 67). Die Männer kommen beim Prä-Test auf einen Mittelwert von 1,8 [Nm/kg] (SD = 0,1), der in den beiden zuvor genannten Altersklassen als durchschnittlich einzuordnen ist. Im Post-Test ist es ein Durchschnittskraftwert von 2,0 [Nm/kg] (SD = 0,2), der in beiden Altersklassen auf einen guten Maximalkraftwert hindeutet. Mit  $p = .027$  ist zwischen den beiden Leistungsdiagnostiken von einem signifikanten Unterschied der Kraftwerte auszugehen. Männer und Frauen heben sich mit  $p = .000$  zu beiden Testzeitpunkten hoch signifikant voneinander ab. Zu beiden Testzeitpunkten konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Bundes- und Landeskader registriert werden (Prä-Test:  $p = .471$ , Post-Test:  $p = .104$ ). Der Bundeskader kommt im Hintest auf einen mittleren Kraftwert von 1,6 [Nm/kg] (SD = 0,2), der Landeskader erreicht einen Durchschnittswert von 1,5 [Nm/kg] (SD = 0,1). Beim Rücktest steht ein Kraftwert des Bundeskaders von 1,7 [Nm/kg] (SD = 0,2) dem Kraftwert des Landeskaders von 1,6 [Nm/kg] (SD = 0,2) gegenüber.

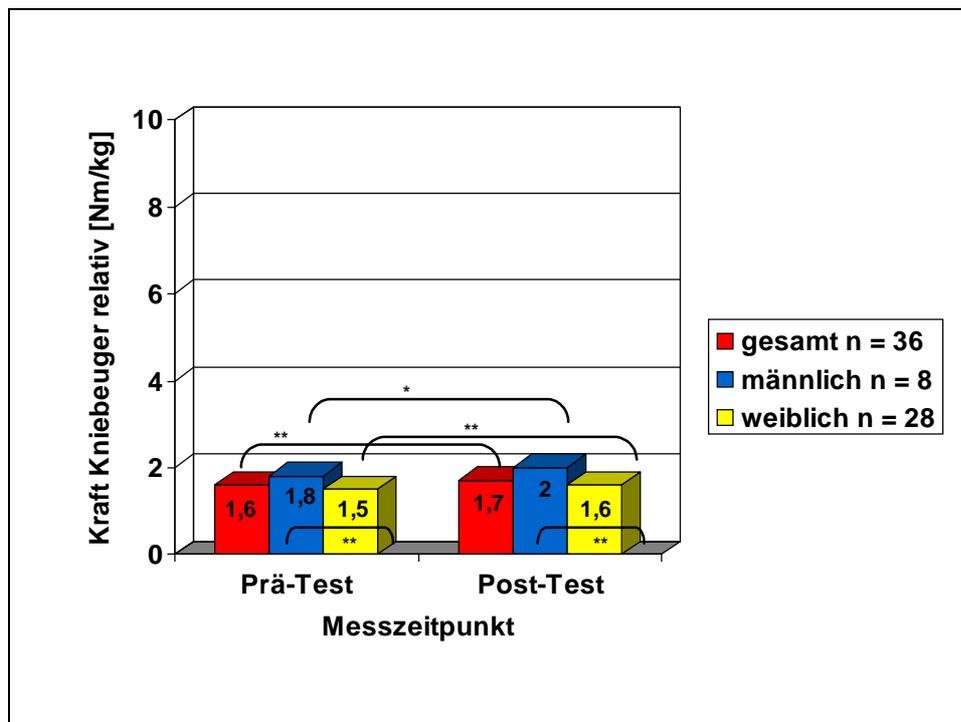


Abb. 67 Mittelwerte relative Maximalkraftwerte der Kniebeuger

***Kraftverhältnis Kniebeuger/-strecker rechts***

Die Gesamtstichprobe zeigt beim Kraftverhältnis zwischen Kniebeugern und -streckern des rechten Beines vom ersten zum zweiten Testtermin mit  $p = .000$  einen hoch signifikanten Unterschied. Frauen erreichen beim Prä-Test einen Mittelwert von 60,2 % (SD = 9,2), der in der Altersklasse 15 bis 19 Jahre als sehr gut und in der Altersklasse 20 bis 29 Jahre als gut zu bewerten ist. Beim Post-Test kommt die Stichprobe der Frauen auf ein Kraftverhältnis von 66,9 % (SD = 8,6), das im Alter von 15 bis 19 Jahren als ausgezeichnet zu klassifizieren und im Alter von 20 bis 29 als sehr gut zu bezeichnen ist. Mit  $p = .000$  besteht ein hoch signifikanter Unterschied zwischen den Ergebnissen der beiden Leistungsdiagnostiken. Das Kraftverhältnis zwischen Kniebeugern und -streckern rechts beträgt bei den Männern beim Prä-Test 61,3 % (SD = 5,8). Dies deutet in den beiden zuvor genannten Altersklassen auf ein gutes Kraftverhältnis hin. Beim Rücktest wird von den Männern ein Kraftverhältnis von durchschnittlich 65,6 Prozent (SD = 10,4) erzielt, das bei beiden Altersklassen auf ein sehr gutes Ergebnis hinweist. Es besteht bei den Männern zwischen Hin- und Rücktest kein signifikanter Unterschied bezogen auf die Kraftverhältnisse von Beinbeugern- und -streckern rechts ( $p = .132$ ). Mit  $p = .742$  und  $p = .719$  ist weder beim Prä- noch beim Post-Test ein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen festzustellen (vgl. Abb. 68).

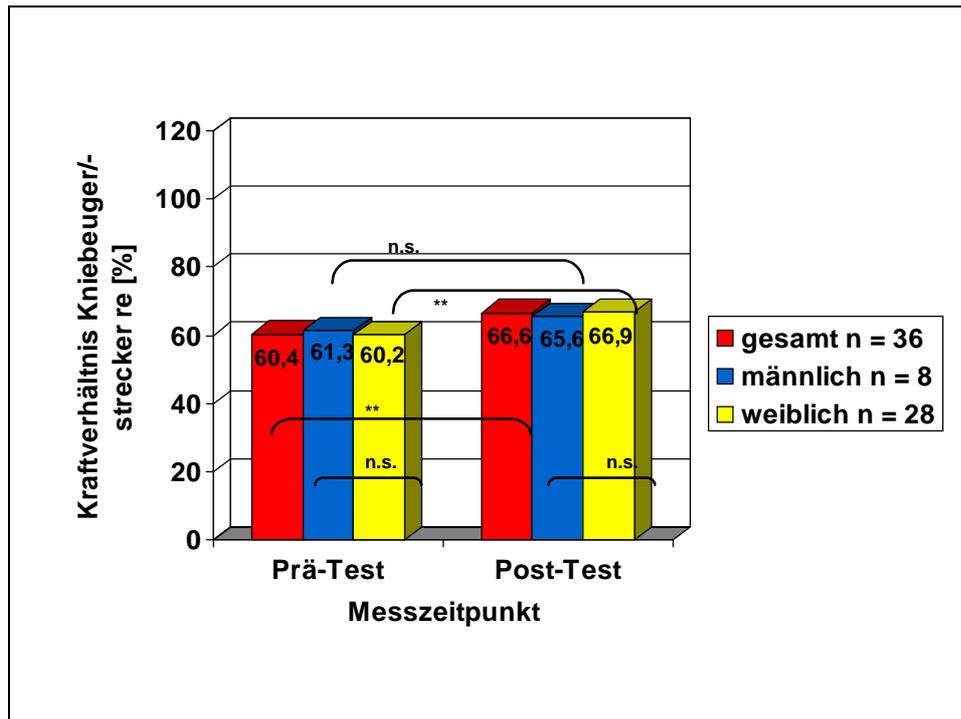


Abb. 68 Mittelwerte Kraftverhältnisse von Kniebeugern- und -streckern rechts

### ***Kraftverhältnis Kniebeuger/-strecker links***

Mit  $p = .000$  gibt es bei der Gesamtstichprobe vom ersten zum zweiten Testtermin einen hoch signifikanten Unterschied zwischen Kniebeugern- und -streckern des linken Beines (vgl. Abb. 69). Ein Kraftverhältnis der Frauen von 57,6 Prozent ( $SD = 9,2$ ) beim Prä-Test deutet in der Altersklasse 15 bis 19 Jahre auf ein sehr gutes Ergebnis und in der Altersklasse der 20- bis 29-Jährigen auf ein gutes Resultat hin. Mit 66,9 % ( $SD = 8,6$ ) beim Post-Test ist das Kraftverhältnis bei den 15- bis 19-Jährigen als ausgezeichnet und bei den 20- bis 29-Jährigen als sehr gut einzustufen. Zwischen Hin- und Rücktest ist ein hoch signifikanter Unterschied ( $p = .000$ ) im Kraftverhältnis der Kniebeuger und -strecker links festzustellen. Bei den Männern liegt das Kraftverhältnis beim ersten Untersuchungstermin bei 61,1 % ( $SD = 5,8$ ). Dies ist in den beiden zuvor genannten Altersklassen als gut einzuordnen. Im Rücktest ist ein Mittelwert von 65,5 % ( $SD = 10,4$ ) zu registrieren, der in beiden Altersklassen als sehr gutes Ergebnis gilt. Mit  $p = .301$  heben sich die Ergebnisse beim Hin- und Rücktest nicht signifikant voneinander ab. Männer und Frauen unterscheiden sich bezogen auf das Kraftverhältnis der Kniebeuger und -strecker links bei beiden Testterminen nicht signifikant (Prä-Test:  $p = .392$ /Post-Test:  $p = .848$ ).

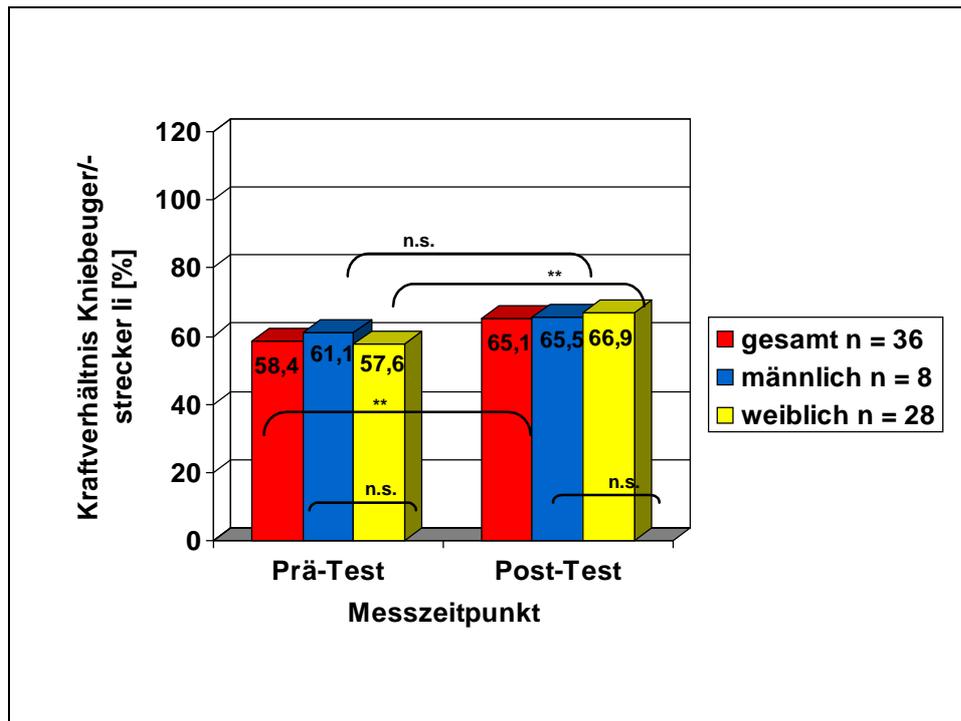


Abb. 69 Mittelwerte Kraftverhältnisse von Beinbeugern- und-streckern links

#### 4.3.2.2 Sprungkraft

##### *Drop Jump*

Die Gesamtstichprobe beim Drop Jump beinhaltet 36 Voltgierer, die an beiden Untersuchungsterminen mitgewirkt haben. Im Mittel kommen alle Voltgierer beim Prä-Test auf eine Sprunghöhe von 31,8 cm (SD = 4,8), die als durchschnittlich zu klassifizieren ist. Dieser Mittelwert wird nahezu identisch beim Post-Test erreicht, wo die Gesamtstichprobe als durchschnittlich anzusehende 31,7 cm (SD = 5,2) erbringt. Mit  $p = .932$  ist kein signifikanter Unterschied bezüglich der Sprunghöhe bei der Gesamtstichprobe zwischen den beiden Untersuchungsterminen vorzufinden (vgl. Abb. 70). Die als durchschnittlich einzuordnenden Sprunghöhen erbringt die Gesamtstichprobe bei Kontaktzeiten von 191 ms (SD = 25) im Hintest und 185 ms (SD = 30) im Rücktest, die als sehr gut zu bezeichnen sind.

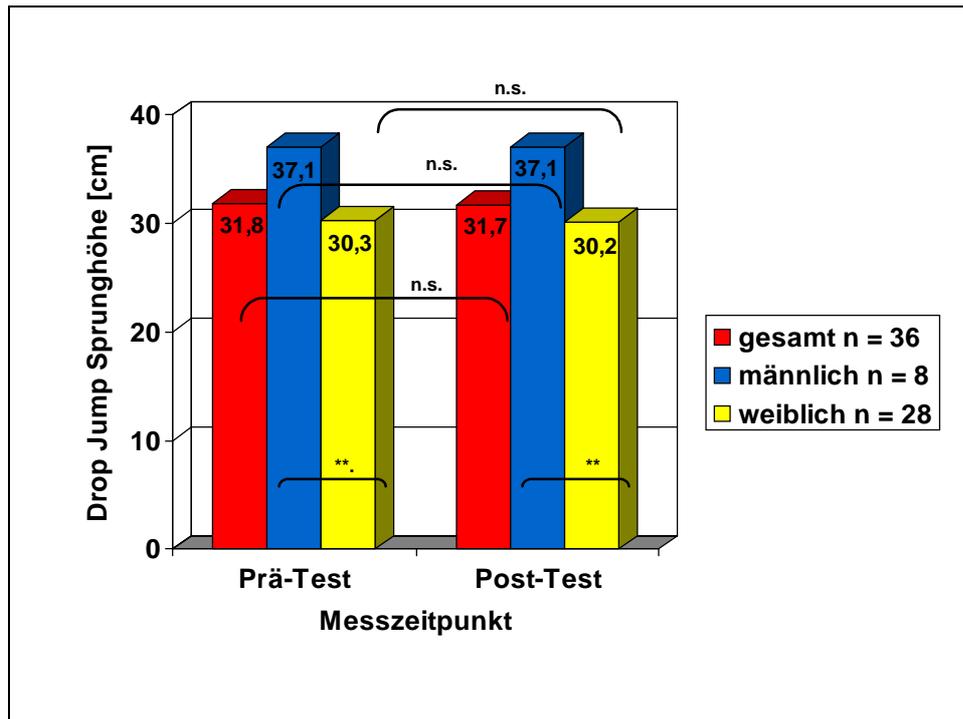


Abb. 70 Mittelwerte Drop Jump

Überdurchschnittliche Werte erreichen beim Prä-Test nur 22,2 % der getesteten Voltigierer, beim Post-Test sind es nur 16,2 % der Gesamtstichprobe, die gut und besser einzustufen sind (vgl. Tab. 52). Aufgeteilt auf Männer und Frauen ergibt sich folgendes Bild: Die Frauen schneiden zu beiden Zeitpunkten mit durchschnittlich zu bewertenden Ergebnissen ab. So schaffen sie beim Hintest einen Mittelwert von 30,3 cm (SD = 3,6) und beim Rücktest 30,2 cm (SD = 3,8). Die Kontaktzeiten sind mit 192 ms (SD = 25) und 188 ms (SD = 31) zu beiden Testterminen als sehr gut zu klassifizieren (vgl. Abb. 71).

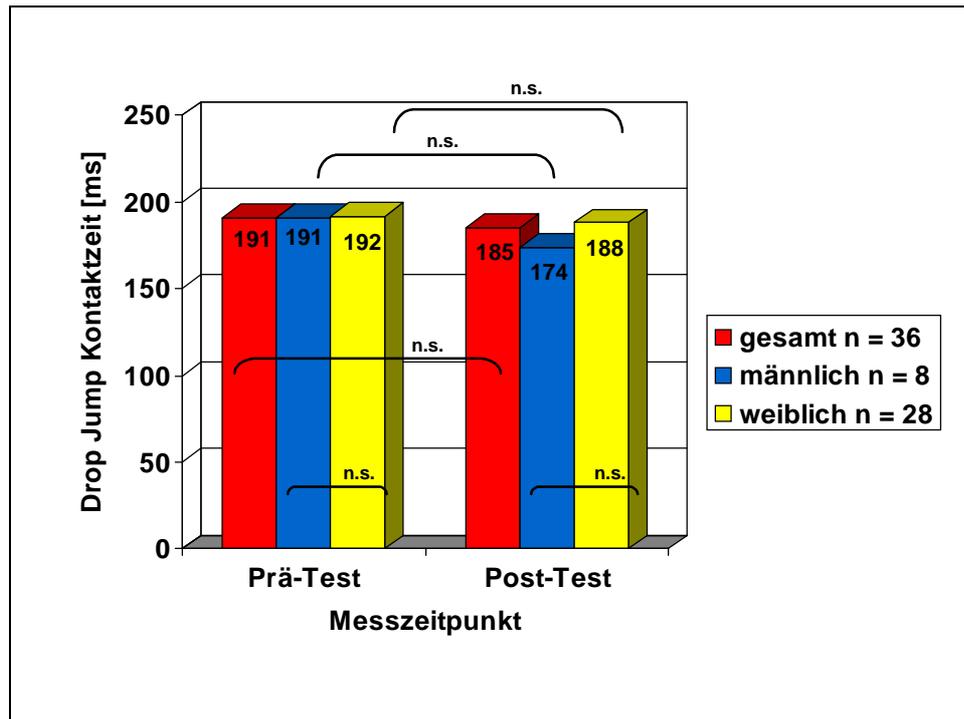


Abb. 71 Kontaktzeiten Drop Jump

Bezogen auf die Sprunghöhe heben sich die Werte der ersten Leistungsdiagnostik nicht signifikant von denen der zweiten ab ( $p = .884$ ). Die untersuchten Männer erreichen bei beiden Testterminen bessere Werte als die Frauen. Mit einer durchschnittlichen Sprunghöhe von 37,1 cm ( $SD = 5,0$ ) kommen sie beim Hintest auf einen als gut einzuordnenden Wert. Eine nahezu identische Sprunghöhe erreicht die Stichprobe der Männer auch beim Rücktest mit einem Wert von 37,1 cm ( $SD = 6,3$ ). Während die Kontaktzeiten beim Prä-Test bei 191 ms ( $SD = 27$ ) liegen und als sehr gut zu klassifizieren sind, steigert sich die Gesamtheit der Männer beim Post-Test auf einen sehr guten bis ausgezeichneten Wert von 174 ms ( $SD = 23$ ). Bezogen auf die Sprunghöhe unterscheiden sich die Männer zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten nicht signifikant ( $p = .972$ ). Hoch signifikant heben sich bezüglich der Sprunghöhe allerdings die beiden Geschlechter beim Prä-Test ( $p = .000$ ) und beim Post-Test ( $P = .000$ ) voneinander ab. Mit  $p = .023$  (Hintest) und  $p = .028$  (Rücktest) ist auch der Unterschied in der Sprunghöhe zwischen Bundes- und Landeskader signifikant. So erreichte der Bundeskader beim Hintest im Durchschnitt eine Sprunghöhe von 33,2 cm ( $SD = 4,9$ ), die als durchschnittlich einzuordnen ist, der Landeskader kam mit 29,7 cm ( $SD = 4,3$ ) nur auf schwache bis durchschnittliche Werte.

Ein ähnliches Bild ergibt sich beim Rücktest: Hier kommt der Bundeskader auf durchschnittliche 33,1 cm (SD = 5,6) und der Landeskader auf schwache 29,4 cm (SD = 4,5) Ergebnisse. Mit  $p = .000$  und  $r = .684^{**}$  ist ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen der relativen Muskelkraft der Kniestrecker und der Sprunghöhe festzustellen.

Tab. 52 Geschlechtsspezifischer Unterschied der Sprunghöhe beim Drop Jump

Sprunghöhe Drop Jump	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	1	12,5	-	-	1	12,5	-	-
sehr gut	2	25	-	-	2	25	-	-
gut	2	25	3	10,7	-	-	3	10,3
durchschnittlich	3	37,5	12	42,9	5	62,5	11	38
schwach	-	-	10	35,7	-	-	13	44,8
sehr schwach	-	-	3	10,7	-	-	2	6,9

#### 4.3.2.3 Maximalkraft Rumpfmuskulatur

##### *Isometrische Maximalkraftmessung der Rumpfflexoren*

An der isometrischen Maximalkraftmessung der Rumpfflexoren nahmen 37 Volytger bei beiden Untersuchungsterminen teil. Die Gesamtstichprobe erreicht beim Hintest einen absoluten Kraftmittelwert von 385,2 Nm (SD = 159). Differenziert nach Männer und Frauen ergibt sich für die Frauen hier ein Wert von 321,5 Nm (SD = 83,2), Männer kommen auf absolut 615,9 Nm (SD = 157,2). Beim Rücktest verbessert sich die Gesamtstichprobe auf einen mittleren Kraftwert von 420,6 Nm (SD = 153,8). Verteilt auf Frauen und Männer ergeben sich für die Frauen 361,6 Nm (SD = 77,8) und für die Männer durchschnittlich 634,8 Nm (SD = 175,1). Die Gesamtstichprobe unterscheidet sich bei den relativen Kraftwerten [Nm/kg] mit  $p = .004$  vom Prä- zum Post-Test hoch signifikant. Ü-

berdurchschnittliche Ergebnisse erzielen beim Prä-Test 33,3 % der Gesamtstichprobe, beim Rücktest sind es 48,7 % aller Teilnehmer, die gut und besser abschneiden (vgl. Tab. 53).

Tab. 53 Geschlechtsspezifischer Unterschied bei der isometrischen Maximalkraftmessung der Rumpfflexoren

Rumpfflexoren isometrisch relativ [Nm/kg]	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	2	25	-	-	3	37,5	1	3,4
sehr gut	1	12,5	3	10,3	-	-	4	13,7
gut	2	25	5	17,3	2	25	9	31,1
durchschnittlich	1	12,5	10	34,5	1	12,5	9	31,1
schwach	1	12,5	8	27,6	2	25	6	20,7
sehr schwach	1	12,5	3	10,3	-	-	-	-

Die nach Geschlecht zu differenzierenden Kraftwerte ergeben für die Frauen Folgendes: Beim Hintest erreichen sie einen Kraftwert von 5,8 [Nm/kg] (SD = 1,1), der als durchschnittlich zu bewerten ist. Beim Rücktest kommen die Frauen im Mittel auf einen verbesserten, relativen Maximalkraftwert von 6,4 [Nm/kg] (SD = 1,1), der noch als durchschnittlich zu klassifizieren ist. Mit  $p = .006$  heben sich die Kraftwerte des Rücktests vom Hintest hoch signifikant ab (vgl. Abb. 72). Die maximale Haltekraft der Bauchmuskulatur der Männer liegt im Durchschnitt bei 8,5 [Nm/kg] (SD = 1,8) beim Prä-Test, die als gut einzustufen ist. Mit 8,7 [Nm/kg] (SD = 1,8) beim Post-Test leisten sie sehr gute Kraftwerte, die sich aber nicht signifikant ( $p = .483$ ) von denen im Hintest abheben. Die geschlechtsspezifische Signifikanzüberprüfung ergibt, dass sich Männer und Frauen beim ersten ( $p = .000$ ) wie zweiten Testtermin ( $p = .000$ ) hoch signifikant unterscheiden. Signifikant weichen auch Bundes- und Landeskader beim ersten ( $p = .012$ ) und zweiten Untersuchungstermin ( $p = .048$ ) voneinander ab. So weist der Bundeskader beim Hintest mit 7,0 [Nm/kg] (SD = 1,8) bessere Werte vor als der Landeskader mit 5,5 [Nm/kg] (SD = 1,3). Ähnlich sieht es auch beim Rücktest

aus. Der Bundeskader erbringt hier 7,2 [Nm/kg] (SD = 1,8) und der Landeska-  
der kommt auf einen Wert von 6,3 [Nm/kg] (SD = 10).

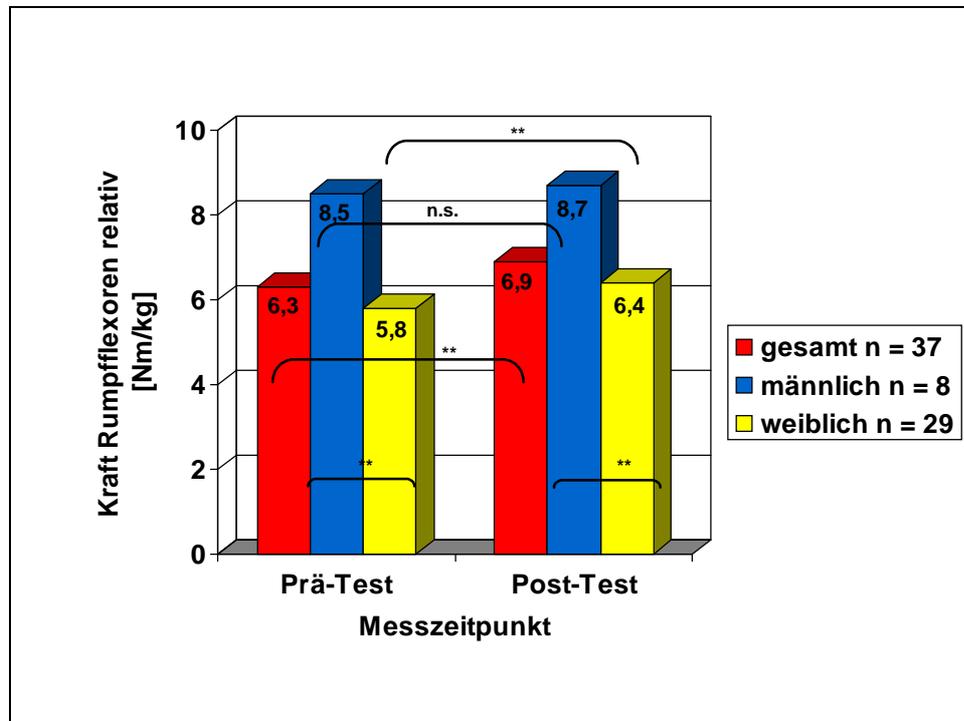


Abb. 72 Mittelwerte isometrische Maximalkraft der Rumpfflexoren

### ***Isometrische Maximalkraftmessung der Rumpffextensoren***

An der isometrischen Maximalkraftmessung der Rumpffextensoren nahmen 37 Probanden bei beiden Untersuchungsterminen teil. Insgesamt kommen alle getesteten Voltgierer beim Prä-Test auf einen absoluten, mittleren Kraftwert von 466,2 Nm (SD = 144,8). Frauen erzielen absolute Durchschnittswerte von 405,5 Nm (SD = 76,9), Männer drücken absolute 686 Nm (SD = 116,7). Mit 464,13 Nm (SD = 160,1) nimmt die absolute Kraft der Rumpffextensoren bezogen auf die durchschnittliche Kraft der Gesamtstichprobe beim Rücktest leicht ab. Die absoluten, durchschnittlichen Kraftwerte der Frauen nehmen mit 403,1 Nm (SD = 98,2) leicht ab, die der Männer bleiben mit 685,4 Nm (SD = 147,8) nahezu identisch. Vom ersten zum zweiten Testtermin weicht die Gesamtstichprobe bei den relativen Kraftwerten [Nm/kg] nicht signifikant ( $p = .405$ ) voneinander ab. Überdurchschnittliche Testresultate beim Prä-Test erzielen 46,2 % und 35,9 % beim Post-Test (vgl. Tab. 54).

Tab. 54 Geschlechtsspezifischer Unterschied bei der isometrischen Maximalkraftmessung der Rumpfextensoren

Rumpfextensoren isometrisch rela- tiv	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	1	12,5	-	-	2	25	1	3,4
sehr gut	1	12,5	3	10,3	2	25	4	13,7
gut	4	50	9	31,2	-	-	5	17,2
durchschnittlich	-	-	11	37,9	1	12,5	9	31,2
schwach	2	25	3	10,3	3	37,5	6	20,7
sehr schwach	-	-	3	10,3	-	-	4	13,8

Mit einem relativen Maximalkraftwert von 7,2 [Nm/kg] (SD = 1,1) beim Prä-Test und mit 7,0 [Nm/kg] (SD = 1,4) beim Post-Test weist die Stichprobe der Frauen jeweils durchschnittliche Ergebnisse vor (vgl. Abb. 73). Vom ersten zum zweiten Untersuchungstermin weichen die Kraftwerte der Frauen nicht signifikant voneinander ab ( $p = .354$ ). Nahezu identische Kraftwerte bei beiden Testterminen produziert die Stichprobe der Männer. Mit Maximalkraftwerten von 9,5 [Nm/kg] (SD = 1,4) und 9,5 [Nm/kg] (SD = 1,9) kommen die Männer auf als gut einzustufende Resultate. Der Unterschied zwischen den beiden Testzeitpunkten ist mit  $p = .943$  nicht signifikant. Hoch signifikant weichen allerdings Männer und Frauen mit jeweils  $p = .000$  bei beiden Untersuchungsterminen voneinander ab. Bundes- und Landeskader unterscheiden sich beim Hin- ( $p = .044$ ) und Rücktest ( $p = .080$ ) signifikant bzw. nicht signifikant. 8,1 [Nm/kg] (SD = 1,6) leistet der Bundeskader durchschnittlich im Prä-Test, beim Landeskader ist es hier ein Kraftwert von 7,1 [Nm/kg] (SD = 1,3). In einem ähnlichen Kraftbereich liegen die Kader auch beim Post-Test. 8,0 [Nm/kg] (SD = 1,8) beim Bundeskader steht ein Kraftwert von 6,9 [Nm/kg] (SD = 1,6) beim Landeskader gegenüber.

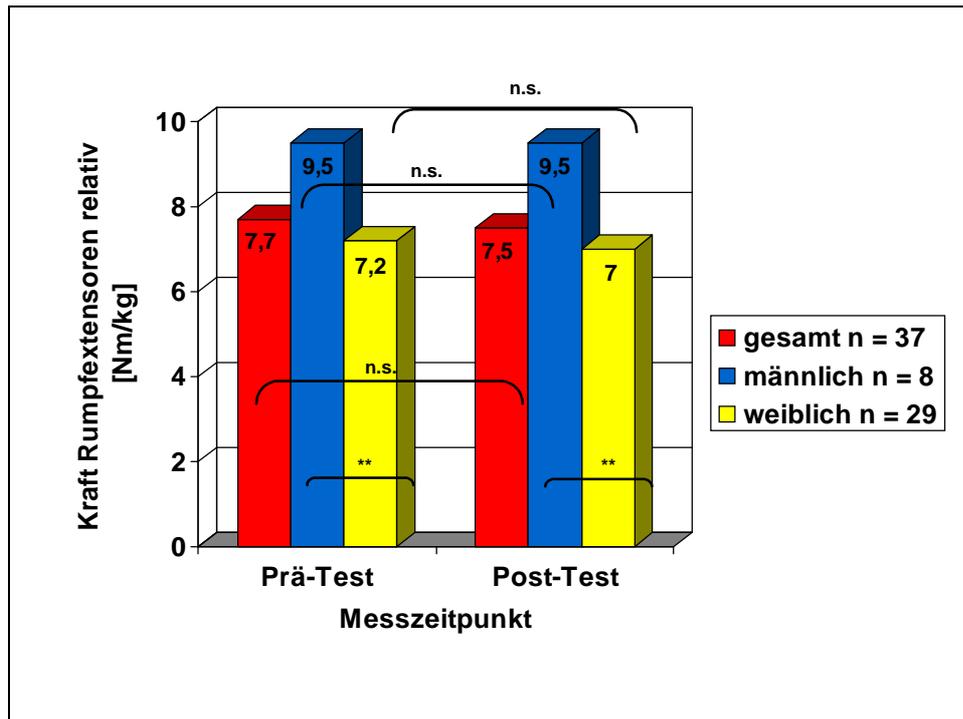


Abb. 73 Mittelwerte isometrische Maximalkraft der Rumpfextensoren

Der Vergleich der Rumpfflexoren mit den -extensoren ergibt bei der Gesamtstichprobe ein Ergebnis zugunsten der Rumpfextensoren. Beim Prä-Test ist eine Relation von 82,6 % beim Post-Test von 90,4 % zu finden. Mit 80,6 % beim Hintest und 89,6 % beim Rücktest besteht bei den Frauen zwischen Rumpfflexoren und -extensoren ein größerer Unterschied als bei den männlichen Kollegen, die mit 90 Prozent beim Hintest und 93,4 % beim Rücktest über fast gleiche Krafftigkeiten der Bauch- sowie Rückenmuskulatur vorweisen (vgl. Abb. 74). Vom Prä- zum Post-Test ist bei der Gesamtstichprobe ( $p = .061$ ) kein signifikanter Unterschied festzustellen. Innerhalb der Stichprobe der Frauen differieren die Voltgierer zu den beiden Testzeitpunkten deutlich ( $p = .044$ ). Mit  $p = .504$  ist der Unterschied bei den Männern nicht signifikant. Heben sich Männer und Frauen beim Prä-Test mit  $p = .169$  noch nicht signifikant voneinander ab, kann beim Post-Test mit  $p = .012$  von einem bedeutsamen Unterschied gesprochen werden. Während sich Bundes- und Landeskader beim Hintest mit  $p = .138$  nicht signifikant voneinander abgrenzen, deutet der Signifikanzwert von  $p = .028$  auf einen Unterschied hin.

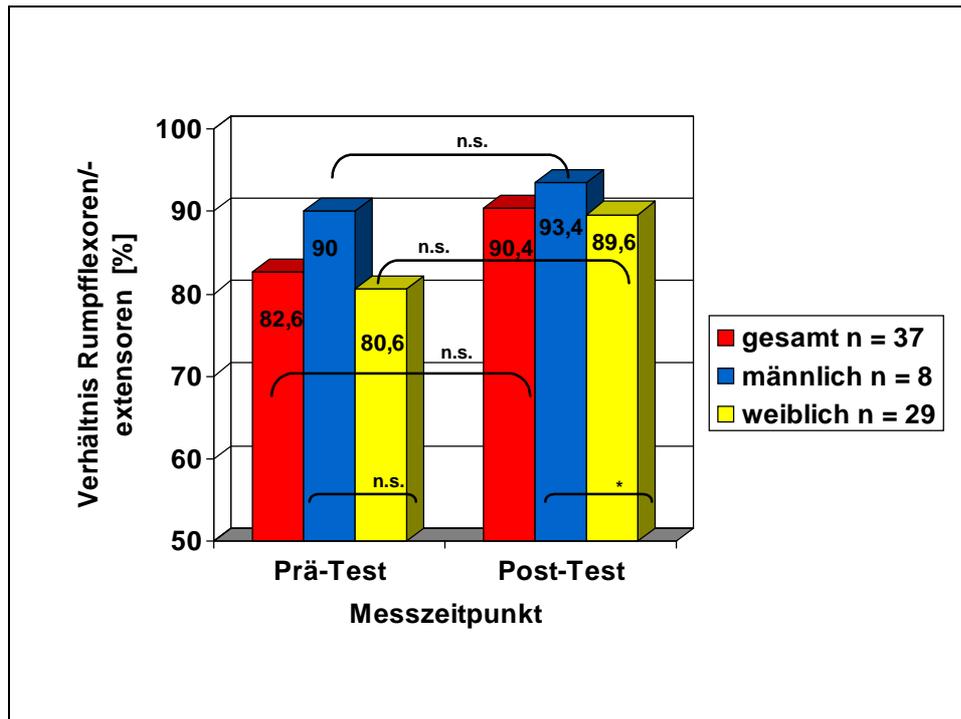


Abb. 74 Kraftverhältnisse zwischen Rumpfflexoren und -extensoren

#### 4.3.2.4 Maximalkraft Schulter-/Armmuskulatur

##### *Frontdrücken im Sitz mit der Langhantel*

Das Frontdrücken mit der Langhantel im aufrechten Sitz absolvierten 34 Voltigierer an beiden Testterminen. Der Durchschnitt aller getesteten Voltigierer bewältigt beim Hintest absolut 42,3 kg (SD = 11,2). Frauen schaffen hier einen Mittelwert von 37,6 kg (SD = 6,4), Männer kommen auf durchschnittlich 59,4 kg (SD = 7,0). Beim Rücktest erreicht die Gesamtstichprobe einen Mittelwert von absolut 44,3 kg (SD = 11,5). Differenziert nach Geschlecht drücken Frauen im Durchschnitt 39 kg (SD = 5,6) und Männer 61,6 kg (SD = 8,6). Die Gesamtstichprobe unterscheidet sich vom Prä- zum Post-Test bei den relativen Kraftwerten [Nm/kg] signifikant ( $p = .045$ ). Überdurchschnittliche Kraftwerte bezogen auf das eigene Körpergewicht erreichen beim Hintest 56,8 % aller Teilnehmer, beim Rücktest sind es 41,2 % der Probanden, die Ergebnisse erzielen, welche als gut oder besser einzustufen sind (vgl. Tab. 55).

Tab. 55 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim Frontdrücken mit der Langhantel im Sitz

Frontdrücken im Sitz mit Langhantel	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 26)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	1	12,5	3	10,3	3	37,5	3	11,6
sehr gut	1	12,5	2	6,9	1	12,5	3	11,6
gut	3	37,5	11	38	-	-	4	15,4
durchschnittlich	3	37,5	4	13,8	2	25	8	30,6
schwach	-	-	1	3,4	2	25	7	27
sehr schwach	-	-	8	27,6	-	-	1	3,8

Die Stichprobe der getesteten Frauen schafft beim ersten Untersuchungstermin mit 6,7 [Nm/kg] (SD = 1,1) Kraftwerte, die als durchschnittlich zu bezeichnen sind. Beim Rücktest kommt diese Untersuchungsgruppe auf gesteigerte 6,9 [Nm/kg] (SD = 0,7), eine Leistung die noch als durchschnittlich zu klassifizieren ist. Die Kraftwerte der ersten Untersuchung heben sich mit  $p = .161$  nicht signifikant vom zweiten Testzeitpunkt ab. Die relativen Kraftwerte der Männer im Schulterdrücken lassen folgende Leistungseinordnung zu: Im Hintest wurde ein mittlerer Wert von 8,2 [Nm/kg] (SD = 0,5) erreicht, der als gut angesehen werden kann. Verbesserte 8,5 [Nm/kg] (SD = 0,9) im Rücktest deuten auf sehr gute Kraftwerte hin. Ein signifikanter Unterschied zwischen Prä- und Post-Test ist mit  $p = .095$  nicht festzustellen (vgl. Abb. 75). Mit  $p = .000$  ist beim Hin- wie auch Rücktest von einem hoch signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen sowie zwischen Bundes- und Landeskader auszugehen. 7,6 [Nm/kg] (SD = 0,9) werden durchschnittlich vom Bundeskader beim Prä-Test geleistet, die relativen Kraftwerte des Landeskaders liegen bei 6,2 [Nm/kg] (SD = 0,9). Im Post-Test stehen 7,7 [Nm/kg] (SD = 1,1) des Bundeskaders 6,6 [Nm/kg] (SD = 0,7) des Landeskaders gegenüber.

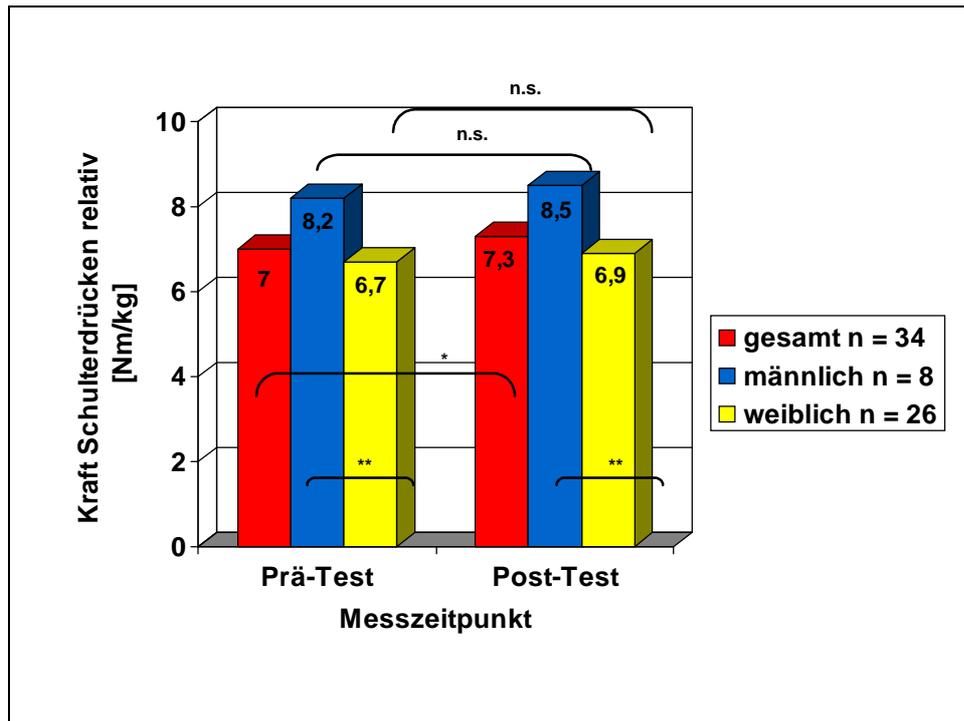


Abb. 75 Mittelwerte beim Fronldrücken mit der Langhantel im Sitz

### 4.3.3 Diagnostik der koordinativen Fähigkeit Gleichgewicht

#### ***Storchstand auf Kreisel und Posturomed mit dem rechten Bein***

36 Probanden nahmen beim Storchstand auf dem Kreisel und Posturomed mit dem rechten Bein an beiden Untersuchungsterminen teil. Mit einem mittleren Wert von 32,2 Sekunden Standzeit (SD = 32,9) beim Prä-Test und 55,5 Sekunden (SD = 47) beim Post-Test erreicht die Gesamtstichprobe schwache bzw. durchschnittliche Ergebnisse. Die Gesamtheit der getesteten Voltgierer unterscheidet sich vom ersten zum zweiten Untersuchungstermin mit  $p = .003$  hoch signifikant (vgl. Abb. 76).

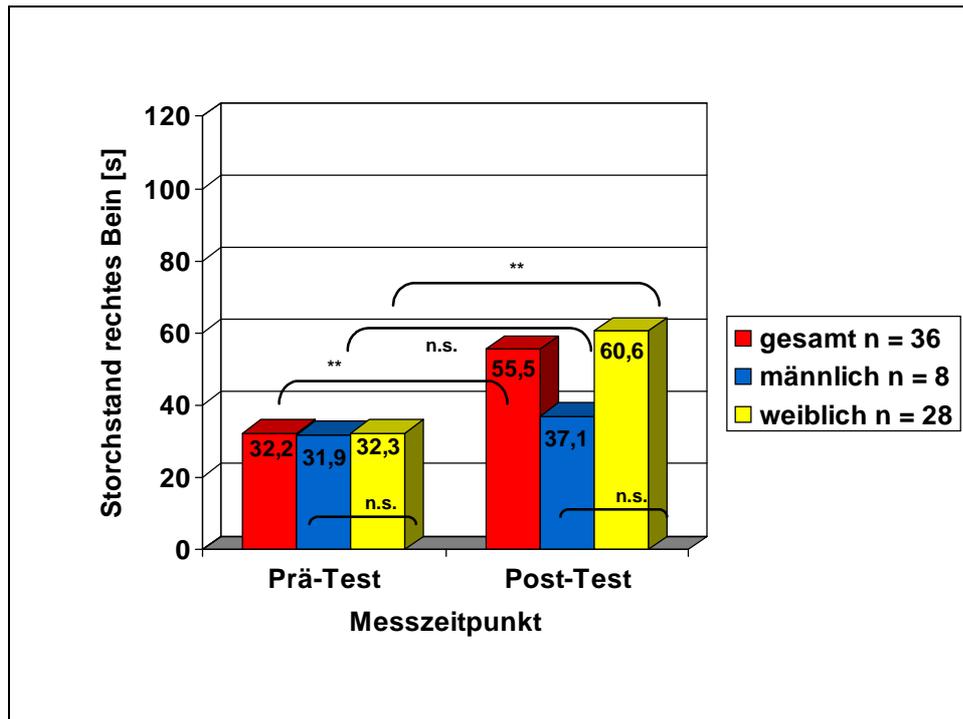


Abb. 76 Mittelwerte beim Storchstand auf dem Kreisel und Posturomed mit dem rechten Bein

Überdurchschnittliche Ergebnisse erzielen beim Hintest lediglich 22,2 % aller Kadervoltgierer. Beim Rücktest sind es mit 43,2 % fast doppelt so viele Voltgierer, die gut und besser bei diesem Gleichgewichtstest abschneiden. Im Detail grenzen sich Frauen und Männer folgendermaßen voneinander ab (vgl. Tab. 56): Während der Durchschnitt der Frauen beim Prä-Test mit 32,3 Sekunden (SD = 31,3) noch schwache Ergebnisse produziert, sind beim Post-Test mit 60,6 Sekunden (SD = 47,3) gute Resultate zu registrieren. Somit unterscheidet sich die Gruppe der Frauen vom ersten zum zweiten Testtermin mit  $p = .006$  hoch signifikant. Ebenfalls als schwach einzustufen sind die Standzeiten der Männer beim Prä-Test, die im Durchschnitt 31,9 Sekunden (SD = 40,4) den Storchstand auf dem Kreisel ausführen. Im Gegensatz zu den Frauen gelingt es der Stichprobe der Männer nicht, ihre Werte beim Post-Test deutlich zu steigern. Hier wird zwar ein leicht verbesserter Wert von 37,1 Sekunden (SD = 43,7) erzielt, der aber immer noch als schwach zu bezeichnen ist. Vom Hin- zum Rücktest ist mit  $p = .271$  kein signifikanter Unterschied vorzufinden. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern ist beim Prä- ( $p = .588$ ) wie auch beim Post-Test ( $p = .170$ ) nicht signifikant. Bundes- und Landeskader weichen

beim Hin- ( $p = .309$ ) und beim Rücktest ( $p = .421$ ) ebenso nicht signifikant voneinander ab.

Tab. 56 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim Storchstand auf Kreisel und Posturomed mit dem rechten Bein

Storchstand auf Kreisel und Posturomed re.	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	1	12,5	1	3,6	1	12,5	9	31
sehr gut	-	-	1	3,6	1	12,5	2	6,9
gut	1	12,5	4	14,3	-	-	3	10,4
durchschnittlich	-	-	3	10,7	-	-	2	6,9
schwach	1	12,5	4	14,2	2	25	5	17,2
sehr schwach	5	63,5	15	53,6	4	50	8	27,6

### ***Storchstand auf Kreisel und Posturomed mit dem linken Bein***

Die Gesamtstichprobe umfasste beim Storchstand auf Kreisel und Posturomed mit dem linken Bein 36 Probanden, die an beiden Untersuchungen teilgenommen haben. Analog zum Test mit dem rechten Bein schneidet die Gesamtstichprobe beim Prä-Test mit dem linken Bein und einem Wert von 31,5 Sekunden (SD = 32,9) schwach ab, beim Post-Test werden mit durchschnittlich 65 Sekunden Standzeit (SD = 47) gute Ergebnisse erreicht. Der Unterschied zwischen Hin- und Rücktest ist mit  $p = .000$  hoch signifikant (vgl. Abb. 77). Auf überdurchschnittliche Ergebnisse kommen beim Prä-Test 16,6 % aller Teilnehmer, beim Post-Test sind es 43,6 %, die gute, sehr gute oder ausgezeichnete Resultat schaffen (vgl. Tab. 57). Im Einzelnen verteilen sich die Ergebnisse auf Frauen und Männer wie folgt: Mit 33,5 Sekunden Standzeit (SD = 36,7) erreicht die Stichprobe der Frauen beim Prä-Test schwache Ergebnisse, kommt aber beim Post-Test mit einem deutlich verbesserten Wert von 60,6 Sekunden (SD = 47,3) auf ein gutes Ergebnis. Die Testgruppe der Frauen unterscheidet sich vom ersten zum zweiten Testtermin mit  $p = .000$  hoch signifikant.

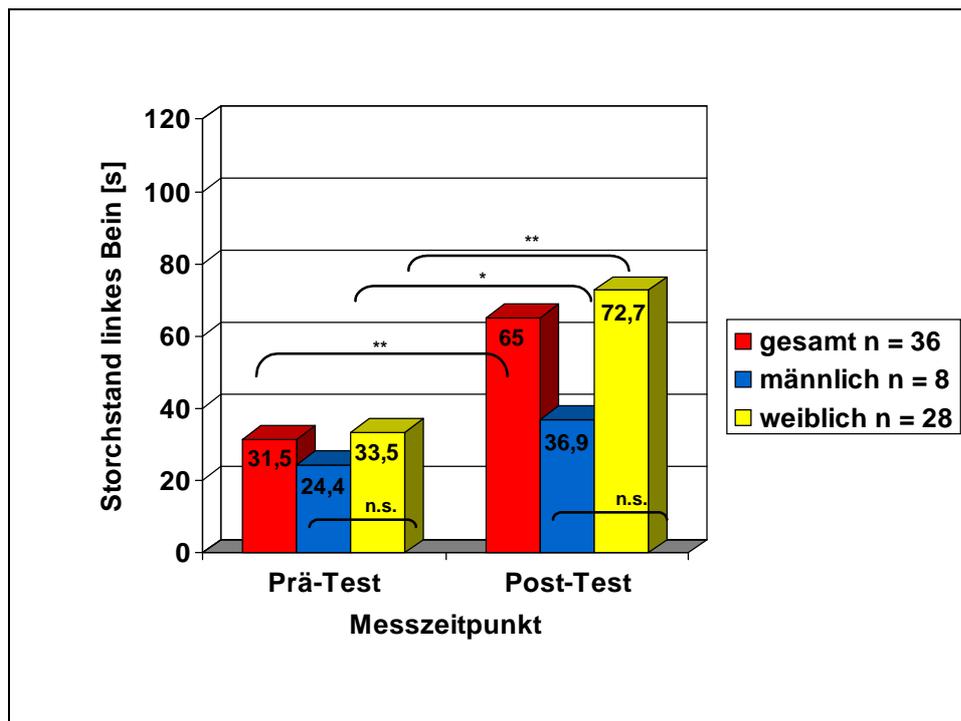


Abb. 77 Mittelwerte beim Storchstand auf dem Kreisel und Posturomed mit dem linken Bein

Als schwach einzustufen sind die Standzeiten der Männer beim Prä-Test, die im Durchschnitt 24,4 Sekunden (SD = 31,6) den Storchstand auf dem Kreisel ausführen. Auch hier gelingt es der Stichprobe der Männer nicht, ihre Werte beim Post-Test deutlich zu steigern. Hier wird zwar ein leicht verbesserter Wert von 36,9 Sekunden (SD = 43,5) erzielt, der aber immer noch als schwach zu bezeichnen ist. Vom Hin- zum Rücktest ist mit  $p = .028$  ein signifikanter Unterschied vorzufinden. Zwischen Männer und Frauen ist weder beim Prä- ( $p = .302$ ) noch beim Post-Test ( $p = .051$ ) ein signifikanter Unterschied zu bemerken. Gleiches gilt auch für die Signifikanzprüfung zwischen Bundes- und Landeskader, die sich beim Prä- ( $p = .324$ ) wie auch beim Post-Test ( $p = .868$ ) nicht signifikant voneinander abheben.

Tab. 57 Geschlechtsspezifischer Unterschied beim Storchstand auf Kreisel und Posturomed mit dem linken Bein

Storchstand auf Kreisel und Posturomed links	Prä-Test				Post-Test			
	männlich (n = 8)		weiblich (n = 28)		männlich (n = 8)		weiblich (n = 29)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ausgezeichnet	-	-	3	10,7	1	12,5	14	48,3
sehr gut	1	12,5	1	3,6	1	12,5	-	-
gut	-	-	1	3,6	-	-	1	3,4
durchschnittlich	2	25	5	17,8	1	12,5	4	13,8
schwach	-	-	4	14,3	1	12,5	4	13,8
sehr schwach	5	62,5	14	50	4	50	6	20,7

#### 4.4 Anthropometrie und Leistungsdiagnostik

##### 4.4.1 Alter und Maximalkraft Beinmuskulatur

Die Korrelationsprüfung<sup>40</sup> zwischen Lebensalter und Beinstrecker zeigt einen signifikanten Zusammenhang (vgl. Tab. 58). Je älter die Voltigierer sind, desto mehr nimmt die relative Kraft der Beinstrecker bezogen auf das eigene Körpergewicht zu. Werden das Lebensalter und die relative Kraft der Beinbeuger miteinander in Beziehung gesetzt, so ist ein hoch signifikanter Zusammenhang festzustellen. Kein signifikanter Zusammenhang hingegen ist zwischen Alter und Sprungkraft zu sehen.

<sup>40</sup> Die Zusammenhangsprüfung bezieht sich ausschließlich auf die Ergebnisse des Post-Tests, da die Sportler mit diesen Werten in die bevorstehende Turniersaison gegangen sind.

Tab. 58 Zusammenhang zwischen Alter und Maximalkraft der Rumpfmuskulatur

Beinkraft	Alter	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
Kniestrecker (n = 37)	<b>.345*</b>	.037
Kniebeuger (n = 37)	<b>.496**</b>	.002
Sprungkraft (n = 37)	.204	.225

#### 4.4.2 Alter und Maximalkraft Rumpfmuskulatur

Die Untersuchung der Gesamtstichprobe weist auf keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Rumpfkraft und Alter hin. Dies gilt für die Bezugnahme des Alters der Voltigierer auf die Kraft der Rumpfflexoren wie auch auf die der Rumpfflexoren (Tab. 59).

Tab. 59 Zusammenhang zwischen Alter und Maximalkraft der Beinmuskulatur

Rumpfkraft	Alter	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
Rumpfflexoren (n = 37)	.278	.096
Rumpfflexoren (n = 37)	.266	.111

#### 4.4.3 Alter und Maximalkraft Schulter-/Armmuskulatur

Signifikant ist der Zusammenhang zwischen Lebensalter und der zu messenden Schulter-Armkraft. ( $p = .019$ ,  $r = .401^*$ ). Bezogen auf das eigene Körpergewicht bewältigen die Voltigierer mit zunehmendem Alter also auch eine höhere Last.

#### 4.4.4 Alter und Beweglichkeit

Zu unterscheiden ist bei der Signifikanzüberprüfung von Alter und Beweglichkeit zwischen Alter/Hüftbeweglichkeit und Alter/Schulterbeweglichkeit. Weder beim Test der aktiven noch der passiven Hüftbeweglichkeit kann bei der untersuchten Stichprobe von einem signifikanten Zusammenhang zwischen Alter und Beweglichkeit gesprochen werden (vgl. Tab. 60).

Tab. 60 Zusammenhang zwischen Alter und Hüftbeweglichkeit

Hüftbeweglichkeit	Alter	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
Längsspagat re. Bein vorne (n = 37)	.231	.169
Längsspagat li. Bein vorne (n = 37)	-.052	.760
Querspagat (n = 36)	.006	.972
aktive Hüftflexion im Hang re. (n = 37)	.267	.116
aktive Hüftflexio im Hang li. (n = 37)	.232	.167

Anders sieht es bei der Korrelationsüberprüfung der Schulterbeweglichkeit aus, wo für den S-Haltetest beidseitig ein hoch signifikanter Zusammenhang mit dem Alter besteht (vgl. Tab. 61). Die Voltigierer erzielen also mit ansteigendem Alter bessere Werte. Keine signifikante Abhängigkeit besteht zwischen der aktiven Extension in Bauchlage/Alter und der Aktiven Elevation in Bauchlage/Alter.

Tab. 61 Zusammenhang zwischen Alter und Schulterbeweglichkeit

Schulterbeweglichkeit	Alter	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
S-Haltetest re. Arm oben (n = 37)	<b>.428**</b>	.008
S-Haltetest li. Arm oben (n = 37)	<b>.449**</b>	.005
aktive Elevation in Bauchlage (n = 37)	-.057	.739
aktive Extension in Bauchlage (n = 37)	-.910	.910

#### 4.4.5 Alter und Gleichgewicht

Der Gleichgewichtstest in Form des Storchstandes auf Posturomed und Kreisel zeigt in keinem der beiden Bewegungsausführungen signifikante Zusammenhänge (vgl. Tab. 62) mit dem Alter (rechts:  $p = .420$ ,  $r = -.137$ /rechts:  $p = .618$ ,  $r = -.085$ ).

Tab. 62 Zusammenhang zwischen Alter und Gleichgewicht

Gleichgewicht	Alter	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
Storchstand rechtes Bein (n = 37)	-.173	.420
Storchstand linkes Bein (n = 37)	-.085	.618

## 4.5 Pflichtwertnoten und Leistungsdiagnostik

### 4.5.1 Aufsprung und Leistungsdiagnostik

Setzt man die Durchschnittswertnote des Aufsprungs, die bei ausgewählten Turnieren erzielt worden ist, mit den Ergebnissen der entsprechenden Testverfahren bei der Leistungsdiagnostik in Beziehung, so lässt sich feststellen, dass es hoch signifikante Zusammenhänge zwischen den Resultaten beim Frontdrücken sowie der Rumpfkraft und der erreichten Pflichtnote gibt. Je höher die Schulter/Arm-, Bauch- und Rückenkraft der Voltigierer ist, desto höher ist auch die Wertnote beim Aufsprung (vgl. Tab. 63). Die Höhe der Aufsprungnote steht auch in Beziehung zu den Resultaten der getesteten Sprungkraft, denn zwischen dem Drop Jump und der Aufsprungnote ist die Korrelation signifikant. Keine signifikanten Zusammenhänge hingegen lassen sich für die übrigen Testverfahren feststellen, die bestimmte konditionelle Fähigkeiten hinsichtlich der Anforderungen beim Aufsprung abprüfen.

Tab. 63 Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und Wertnote Aufsprung

Test zur Erfassung der Leistungsfähigkeit beim Aufsprung	Aufsprungnote	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
Querspagat li. Bein vorne (n = 30)	-.047	.807
Drop Jump Sprunghöhe (n = 30)	<b>.422*</b>	.020
Drop Jump Bondenkontaktzeit (n = 30)	-.133	.485
Leg Extension (n = 30)	.268	.152
Frontdrücken (n = 27)	<b>.585**</b>	.001
Back Extension (n = 30)	<b>.590**</b>	.001
Abdominal Press (n = 30)	<b>.580**</b>	.001
Aktive Elevation Schultern (n = 30)	.025	.897

### 4.5.2 Fahne und Leistungsdiagnostik

Bei zehn ausgewählten Testverfahren, die unter anderem konditionelle und koordinative Fähigkeiten der Fahne abprüfen, lässt sich lediglich ein signifikanter Zusammenhang zwischen den relativen Kraftwerten beim Frontdrücken und der Fahne herstellen (vgl. Tab. 64). Auffällig ist, dass es keinerlei Zusammen-

hänge zwischen den Ergebnissen bei den Beweglichkeitstests des Schultergürtels und der Hüfte bezogen auf die Höhe der Wertnote bei der Fahne gibt. Ebenso lässt sich keine Beziehung zwischen den Ergebnissen beim Abdominal Press/Back Extension sowie beim Storchstand und der Fahne-Wertnote herstellen.

Tab. 64 Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und Wertnote Fahne

Test zur Erfassung der Leistungsfähigkeit bei der Fahne	Wertnote Fahne	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
Querspagat li. Bein vorne (n = 30)	-,171	.367
S-Haltetest re. Arm oben (n = 30)	.293	.116
S-Haltetest linke Arm oben (n = 30)	.267	.154
aktive Elevation der Schultern (n = 30)	.236	.209
aktive Extension der Schultern (n = 30)	.271	.147
Storchstand linkes Bein (n = 30)	.305	.101
Storchstand rechtes Bein (n = 30)	.242	.197
Abdominal Press (n = 30)	.162	.393
Back Extension (n = 30)	.062	.745
Frontdrücken (n = 27)	<b>.384*</b>	.036

### 4.5.3 Mühle und Leistungsdiagnostik

Hoch signifikante Zusammenhänge sind zwischen den Ergebnissen der Hüftbeweglichkeitstests und der Mühle festzustellen (vgl. Tab. 65). Dies gilt für die passive Hüftbeweglichkeit im Quer- sowie im Seitspagat als auch für die aktive Hüftbeweglichkeit, die bei der Hüftflexion im Langhang an der Sprossenwand abgeprüft wurde. Je größer das Bewegungsausmaß im Hüftgelenk ist, desto höher ist auch die Wertnote in der Mühle. Keine signifikanten Zusammenhänge sind hinsichtlich der Resultate Abdominal Press/Back Extension sowie beim Storchstand bezogen auf die Wertnote der Mühle zu registrieren.

Tab. 65 Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und Wertnote Mühle

Test zur Erfassung der Leistungsfähigkeit bei der Mühle	Wertnote Mühle	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
Querspogat re. Bein vor (n = 30)	<b>-.407*</b>	.026
Querspogat li. Bein vorne (n = 30)	<b>-.590**</b>	.001
Seitspogat (n = 29)	<b>-.531**</b>	.003
aktive Hüftflexion re. Bein (n = 30)	<b>.760**</b>	.000
aktive Hüftflexion li. Bein (n = 30)	<b>.784**</b>	.000
Storchstand linkes Bein (n = 30)	.201	.287
Storchstand rechtes Bein (n = 30)	.257	.170
Abdominal Press (n = 30)	.103	.586
Back Extension (n = 30)	.113	.552

#### 4.5.4 Schere und Leistungsdiagnostik

Werden die Ergebnisse der „Schere-Tests“ mit der Wertnote Schere in Beziehung gesetzt, so lässt sich feststellen, dass Voltigierer mit hohen relativen Kraftwerten bei Abdominal Press, Back Extension und Frontdrücken höhere Schere-Wertnoten veweisen können als Voltigierer mit schlechteren Kraftwerten. Es gibt einen hoch signifikanten Zusammenhang zwischen den entsprechenden Testergebnissen und der Wertnote in der Schere (vgl. Tab. 66). Keinerlei Zusammenhänge lassen sich zwischen den erreichten Beweglichkeitswerten im Schultergürtel und der Schere-Note herstellen.

Tab. 66 Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und Wertnote Schere

Test zur Erfassung der Leistungsfähigkeit bei der Schere	Wertnote Schere	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
S-Haltetest re. Arm oben (n = 30)	.038	.842
S-Haltetest li. Arm oben (n = 30)	.001	.997
aktive Elevation der Schultern (n = 30)	.216	.251
aktive Extension der Schultern (n = 30)	.101	.597
Abdominal Press (n = 30)	<b>.469**</b>	.009
Back Extension (n = 30)	<b>.468**</b>	.009
Frontdrücken (n = 27)	<b>.572**</b>	.002

### 4.5.5 Stehen und Leistungsdiagnostik

Vergleichbar mit der Zusammenhangsprüfung zwischen Leistungsdiagnostik und Fahne verhält sich auch die Korrelation zwischen der Pflichtübung Stehen und den entsprechenden Testergebnissen der Leistungsdiagnostik. Lediglich die Testergebnisse beim Leg Curl, also die Überprüfung der Kniebeuger, haben einen signifikanten Bezug zum Stehen (vgl. Tab. 67). Die am Stehen beteiligten weiteren konditionellen und koordinativen Fähigkeiten, die dem Voltigierer bei den angewandten Tests abverlangt werden, stehen in keinem signifikanten Zusammenhang zur erreichten Wertnote beim Stehen.

Tab. 67 Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und Wertnote Stehen

Test zur Erfassung der Leistungsfähigkeit beim Stehen	Wertnote Stehen	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
Storchstand linkes Bein (n = 30)	.116	.541
Storchstand rechtes Bein (n = 30)	.123	.517
Abdominal Press (n = 30)	.159	.400
Back Extension (n = 30)	.303	.104
Leg Extension (n = 30)	.351	.057
Leg Curl (n = 30)	<b>.434*</b>	.017

### 4.5.6 Flanke und Leistungsdiagnostik

Die Korrelationsprüfung der Leistungsdiagnostik bezogen auf die Pflichtübung Flanke ergibt, dass hoch signifikante Zusammenhänge vorliegen zwischen den Testwerten bei Abdominal Press, Back Extension, Frontdrücken und Leg Extension bezogen auf die Flanke-Wertnote (vgl. Tab. 68). Voltigierer, die über bessere Kraftwerte in den erwähnten Tests als ihre Mitstreiter verfügen, erzielen auch eine höhere Pflichtwertnote bei der Flanke. Keine signifikanten Zusammenhänge gibt es zwischen den Testergebnissen der Schulterbeweglichkeit und der Note für die Flanke.

Tab. 68 Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und Wertnote Flanke

Test zur Erfassung der Leistungsfähigkeit bei der Flanke	Wertnote Flanke	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
S-Haltetest re. Arm oben (n = 30)	.275	.141
S-Haltetest li. Arm oben (n = 30)	.269	.151
aktive Elevation der Schultern (n = 30)	.059	.757
Abdominal Press (n = 30)	<b>.579**</b>	.001
Back Extension (n = 30)	<b>.544**</b>	.002
Frontdrücken (n = 27)	<b>.611**</b>	.001
Leg Extension (n = 30)	<b>.480**</b>	.007

## 4.6 Sportverletzungen, Überlastungssyndrome und Sportschäden bei Kadervoltigierern

### 4.6.1 Sportverletzungen

Ingesamt 40 (88,9 %) der 45 Voltigierer beschreiben, dass sie sich schon mindestens einmal beim Voltigieren verletzt haben. Die durchschnittliche Verletzungshäufigkeit wird mit drei Verletzungen (SD = 3,8) angegeben, die Männer (n = 8) liegen mit durchschnittlich sieben erlittenen Verletzungen (SD = 5,7) deutlich über dem Mittelwert (drei Verletzungen, SD = 2,6) der 31 weiblichen Sportler. Geschlechtsspezifische Untersuchungen der Verletzungshäufigkeit ergeben einen signifikanten Unterschied ( $p = .040$ ) zu Ungunsten der männlichen Probanden<sup>41</sup>. Im Untersuchungszeitraum 2006 haben sich die Voltigierer geschlechtsunabhängig im Schnitt zwei Verletzungen zugezogen (SD = 1,5). Es sind keine signifikanten Unterschiede zwischen Landes- und Bundeskader hinsichtlich der Verletzungshäufigkeit ( $p = .358$ ) zu erkennen. Die Prüfung auf Korrelationen zeigt sowohl zwischen Alter als auch Trainingsalter hoch signifikante Zusammenhänge mit der Verletzungshäufigkeit (vgl. Tab 68). Demnach steigt das Verletzungsrisiko mit zunehmendem (Trainings-)Alter. Für das Auftreten der Verletzungen im Untersuchungszeitraum lässt sich die Aussage nicht bestätigen. Das Ergebnis der Korrelationsprüfung ist nicht signifikant (vgl. Tab. 69).

<sup>41</sup> Aufgrund der deutlich divergierenden Stichprobengröße zwischen Männer und Frauen ist bei einer geschlechtsspezifischen Interpretation der Verletzungshäufigkeit Vorsicht geboten.

Tab. 69 Zusammenhang Verletzungshäufigkeit und (Trainings-)Alter

	Verletzungshäufigkeit bis 2006 (n = 39)		Verletzungshäufigkeit Saison 2006 (n = 15)	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
Alter	<b>.458**</b>	.003	.301	.275
Trainingsalter	<b>.471**</b>	.002	.268	.376

Untersuchungen auf mögliche Zusammenhänge zwischen der Anzahl der Wettkämpfe und der Häufigkeit des Auftretens der Verletzungen ergeben bei den Gruppenvoltigierern einen positiven mittleren Zusammenhang (vgl. Tab. 70). Für Einzel- und Doppelvoltigierer ist eine ähnliche Korrelation nicht festzustellen.

Tab. 70 Zusammenhang Verletzungshäufigkeit und Voltigierwettkämpfe/Jahr

	Verletzungshäufigkeit bis 2006	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
<b>Gruppen (n = 34)</b>		
Veranstaltungen/Jahr	<b>.671**</b>	.000
Starts/Jahr	<b>.482**</b>	.004
<b>Einzel (n = 25)</b>		
Veranstaltungen/Jahr	.043	.843
Starts/Jahr	.088	.676
<b>Doppel (n = 9)</b>		
Veranstaltungen/Jahr	.392	.297
Starts/Jahr	.071	.868

Korrelationsprüfungen zwischen dem wöchentlichen Trainingsaufwand und der Verletzungshäufigkeit zeigen weder bei den wöchentlichen Trainingstagen ( $r = .290$ ,  $p = .091$ ) noch bei den Trainingsstunden/Woche ( $r = .128$ ,  $p = .469$ ) signifikante Zusammenhänge. Im Training entstandene Verletzungen dominieren mit 92,5 % ( $n = 37$ ) vor denen im Wettkampf ( $n = 12$ , 30,8 %). An der Spitze der Rangliste der Zweitgenannten stehen mit 52,9 % ( $n = 9$ ) die im Kürwettkampf entstandenen Blessuren. Mit 17,6 % ( $n = 3$ ) folgen die der Pflicht. Sprünge und deren unglückliche Landung werden als Hauptverletzungsursache genannt. Sie stehen mit insgesamt 55 % ( $n = 22$ ) an der Spitze vor den mit 52,5 % ( $n = 21$ )

angegebenen Stürzen vom Pferd oder Übungspferd. Die dritthäufigste Ursache bilden mit 22,5 % (n = 9) Schwungbewegungen und sonstige dynamische Übungen. Bei der topografischen Zuordnung der Verletzungen der Beteiligten überwiegt die untere Extremität. 55 % (n = 22) führen Verletzungen an den Füßen an. Es folgen mit 47,5 % (n = 19) bzw. 37,5 % (n = 18) die Verletzungen an den Sprung- und Kniegelenken (vgl. Abb. 78). Bei den Verletzungen der Handgelenke und des Unterarms ist die linke Seite häufiger betroffen, ansonsten ist eine Prävalenz der rechten Seite zu erkennen.

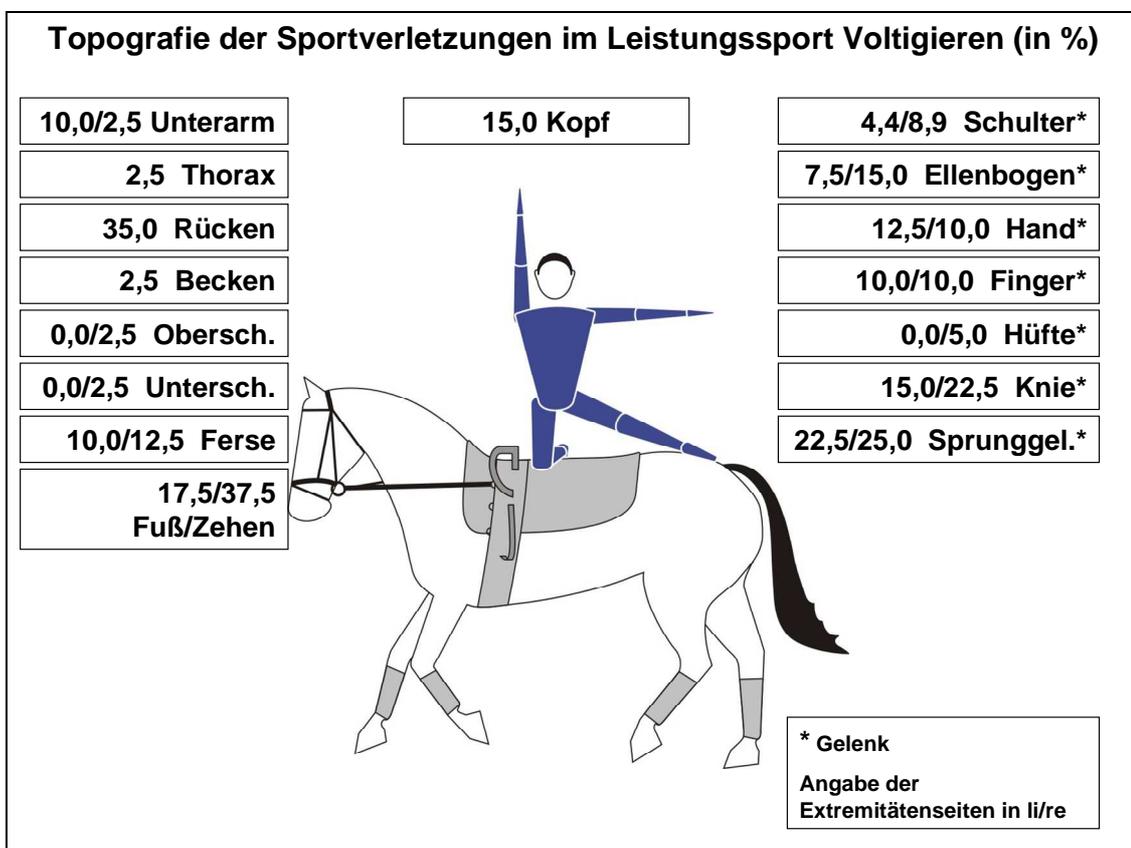


Abb. 78 Prozentuale topografische Zuordnung der im Leistungssport Voltigieren auftretenden Sportverletzungen (n = 40)

#### 4.6.2 Sportverletzungen und Leistungsdiagnostik

Bezüglich der Prüfung auf einen Zusammenhang zwischen den relativen Kraftfähigkeiten der Voltigierer und dem Auftreten von Sportverletzungen ergeben die komplexen Analysen insgesamt nur signifikante positive mittlere Korrelatio-

nen zwischen der Verletzungshäufigkeit und der relativen Maximalkraft der Knieflexoren. (vgl. Tab. 91 im Anhang).

Bei den Beweglichkeitstests gibt es keine signifikanten Zusammenhänge mit der Verletzungshäufigkeit (vgl. Tab. 92 im Anhang).

Korrelationen zwischen Gleichgewichtstestergebnissen und Verletzungshäufigkeit sind nicht signifikant (vgl. Tab. 93 im Anhang).

Unterschiedsprüfungen mit ausgewählten Testverfahren zwischen den verletzten und nicht verletzten Gruppen ergeben vereinzelt signifikante Werte (vgl. Tab. 94 ff. im Anhang). Dies gilt sowohl für einen Vergleich der Prä-Test-Werte mit den bis zum Untersuchungszeitpunkt angegebenen Verletzungen als auch für den Vergleich der Post-Test Werte mit den im Untersuchungszeitraum (Saison 2006) aufgetretenen Verletzungen.

Die an der **Ferse** verletzten Voltigierer (bis 2006) separieren sich beim Leg-Curl und Seitspagat signifikant von den anderen. **Sprunggelenksverletzte** (bis 2006) unterscheiden sich hoch signifikant bezüglich der Leg-Curl-Werte und signifikant hinsichtlich des Quer- und Seitspagats. Die Gruppe mit **Ellenbogenverletzungen** weist signifikante Unterschiede beim SHT (li Arm oben) auf. Voltigierer mit Knieverletzungen in der Saison 2006 weisen signifikant geringere Kraftwerte beim Leg-Extension-Test vor und unterscheiden sich signifikant von der nicht verletzten Gruppe bezüglich des Knieflexoren-/extensorenverhältnisses rechts.

#### 4.6.3 Sportverletzungen und Anthropometrie

Es gibt keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den erhobenen anthropometrischen Daten Körperfettanteil, Endo-, Meso-, Ektomorphie und der Verletzungshäufigkeit. Lediglich der BMI im Prä- ( $r = .385$ ,  $p = .026$ ) und Post-Test ( $r = .420$ ,  $p = .015$ ) zeigt eine signifikante Korrelation mit der Verletzungshäufigkeit an (vgl. Tab 71). Die verletzte Gruppe hebt sich nicht signifikant von den nicht betroffenen Kaderathleten ab (vgl. Tab. 72 und Tab. 73).

Tab. 71 Zusammenhang Verletzungshäufigkeit und Anthropometriediagnostik des Prä-Tests sowie zwischen der Verletzungshäufigkeit 2006 und dem Post-Test

Testverfahren	Verletzungshäufigkeit bis 2006 (n = 36)		Verletzungshäufigkeit Saison 2006 (n = 37)	
	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz	Korrelation nach PEARSON	Signifikanz
Bioimpedanzanalyse	.204	.262	.277	.360
Body-Mass-Index	<b>.385*</b>	.027	.383	.197
Endomorphie	.325	.070	-.063	.838
Mesomorphie	.268	.139	.229	.451
Ektomorphie	-.022	.904	-.480	.097

Tab. 72 Unterschiede zwischen den verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Ergebnisse bei ausgewählten anthropometrischen Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
Bioimpedanzanalyse (n = 36)	.827
Body-Mass-Index (n = 37)	.154
Endomorphie (n = 36)	.450
Mesomorphie (n = 36)	.269
Ektomorphie (n = 36)	.115

Tab. 73 Unterschiede zwischen den verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Ergebnisse bei ausgewählten anthropometrischen Testverfahren im Post-Test

Testverfahren	Signifikanz
Bioimpedanzanalyse (n = 36)	.203
Body-Mass-Index (n = 36)	.395
Endomorphie (n = 36)	.689
Mesomorphie (n = 36)	.860
Ektomorphie (n = 36)	.835

#### **4.6.4 Körperliche Beschwerden/Überlastungssyndrome**

Zwölf der 45 Voltigierer (26,7 %) skizzieren körperliche Beschwerden bzw. Überlastungssyndrome, die nach ihrer Meinung Folgen der Ausübung des Voltigiersports sind. An vorderster Stelle rangieren Rückenprobleme (66,7 %,  $n = 8$ ). Es folgen die Kniebeschwerden mit 8,3 % ( $n = 1$ ) linksseitig und 25,0 % ( $n = 3$ ) links und rechts. Es gibt keinen signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschied hinsichtlich des Auftretens von Überlastungssyndromen ( $p = .380$ ). Auch die kaderspezifische Prüfung endet nicht signifikant ( $p = .746$ ).

#### **4.6.5 Überlastungssyndrome und Leistungsdiagnostik**

Die Prüfung auf Unterschiede zwischen den aufgetretenen Überlastungssyndromen und den individuellen motorischen Fähigkeiten (Kraft, Beweglichkeit, Koordination) sind nicht signifikant (vgl. Tab. 109 ff. im Anhang). Ausnahmen bilden bei der Gruppe mit Überlastungssyndromen am Fuß die signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Quer- und Seitspagats (vgl. Tab. 108 im Anhang).

#### **4.6.6 Überlastungssyndrome und Anthropometrie**

Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Gruppe mit Überlastungssyndromen bis zum Untersuchungszeitraum und der beschwerdefreien Gruppe hinsichtlich der im Prä-Test erhobenen anthropometrischen Daten Körperfettanteil ( $p = .689$ ), Endo- ( $p = .931$ ), Meso- ( $p = .986$ ), Ektomorphie ( $p = .614$ ) und BMI ( $p = .371$ ).

#### **4.6.7 Sportschäden**

Diagnostizierte und durch den Voltigiersport hervorgerufene Sportschäden sind bei sechs Voltigierern (13,3 %) zu finden. Dabei liegt in dieser Befragung eine Prävalenz auf den Sprunggelenken, die mit drei Nennungen (einmal links, zweimal beidseitig) an der Spitze liegen. Je einmal werden beidseitige Hüft- und Kniegelenksschäden angezeigt.

#### 4.6.8 Überlastungssyndrome/Sportschäden und Alter/Trainingsalter

Sowohl das Alter als auch das Trainingsalter unterscheiden die Gruppen mit Überlastungssyndromen oder Sportschäden von denen ohne derartige Probleme (vgl. Tab. 74).

Tab. 74 Prüfung auf Alters- und Trainingsjahrunterschiede zwischen den Gruppen mit Überlastungssyndromen bzw. Sportschäden und den beschwerdefreien Sportlern

	Überlastungssyndrome	Sportschäden
Alter	.424	.782
Trainingsalter	.830	.271

#### 4.7 Katecholaminverhalten von Einzelvoltigierern

Von den ursprünglich geplanten 22 Einzelvoltigierern der Landes- und Bundeskader nehmen insgesamt 20 an den Messungen des Katecholaminverhaltens im Training und im Wettkampf teil. 13 Athleten sind Bestandteil beider Untersuchungen, vier Athleten können lediglich im Training getestet werden, ein weiterer nur im Wettkampf. Eine Probe ist aufgrund mangelnder Beschriftung nicht verwertbar. Eine Athletin verletzt sich im Wettkampf so stark, dass die Nachbelastungsuntersuchung entfallen muss. Diese Voltigiererin wird somit auch nicht mehr in der Untersuchung berücksichtigt.

##### 4.7.1 Katecholaminverhalten von Einzelvoltigierern im Training

Die untersuchte Probandengruppe besteht aus elf männlichen und sechs weiblichen Sportlern, fünf weisen den Status des A-Kaders auf, zwei sind B-Kaderathleten und jeweils fünf werden zum C- bzw. D-Kader zugerechnet. Bei den Trainingseinheiten zeigen die Athleten im Mittel einen NA/A-Quotienten von 6,6 (SD = 3,1). Zwei der drei Trainingseinheiten (n = 17) liegen mit einem Cat-Q NA/A von 6,8 (SD = 3,0) und 6,0 (3,6) jeweils an der oberen Grenze des optimalen Leistungsbereiches, eine (n = 11) ist mit einem Cat-Q NA/A von 7,8 oberhalb der tolerierbaren Grenze von 7,0 (vgl. Tab. 75) einzuordnen.

Tab. 75 Überblick NA/A-Quotient (Cat-Q NA/A) der Voltigierer im Training

	n	Cat-Q NA/A			
		Min	Max	Mean	SD
Training 1	17	2,4	14,8	6,8	3,3
Training 2	17	2,3	15,9	6,0	3,0
Training 3	11	2,5	16,1	7,8	3,6
Mittelwert Training (1 – 3)	17	2,4	15,6	6,6	3,1

Bei der detaillierten Analyse der einzelnen Sportler ist ersichtlich, dass nur sechs Voltigierer bei allen Testzeitpunkten mit der optimalen Sympathikusaktivität trainiert haben (vgl. Abb. 79). Sechs Untersuchte zeichnen sich durch Werte innerhalb und oberhalb der optimalen Leistungsbereitschaft aus. Ein Voltigierer zeigt einen Wert innerhalb und einen unterhalb des von ZIMMERMANN (1986) geforderten Trainingsbereiches. Jeweils ein Sportler ist bei allen Messungen unterhalb von einem Cat-Q NA/A von drei bzw. oberhalb von 14 (vgl. Abb. 79) zu finden. Unterschiede zwischen Geschlecht ( $p = .332$ ), Kaderstatus ( $p = .055$ ) und dem mittleren Cat-Q NA/A sind nicht signifikant.

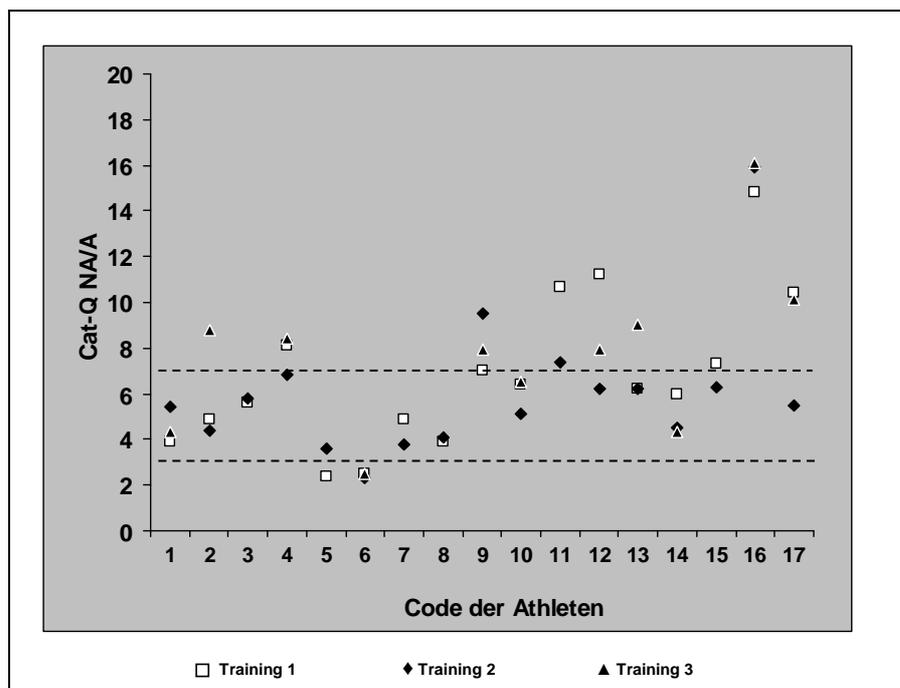


Abb. 79 Cat-Q NA/A der im Training getesteten Einzelvoltigierer im Überblick

Die Nachbelastungs-Noradrenalinausscheidungsrate liegt im Durchschnitt bei 140,34 ng/min (SD = 106,68). Der niedrigste gemessene NA-Trainingswert beträgt 21,20 ng/min, das Maximum ist bei 889,84 ng/min zu finden (vgl. Tab. 76). Unterschiede zwischen Geschlecht ( $p = .375$ ), Kaderstatus ( $p = .098$ ) und der mittleren Nachbelastungs-Noradrenalinausscheidungsrate sind nicht signifikant.

Tab. 76 Überblick NA-Ausscheidungsrate [ng/min] der Voltigierer im Training

	n	NA-Ausscheidungsrate [ng/min]			
		Min	Max	Mean	SD
Training 1	14	38,23	889,84	199,65	215,20
Training 2	16	21,20	372,67	121,47	87,47
Training 3	11	27,19	291,89	133,69	89,27
Mittelwert Training (1 – 3)	17	24,00	430,00	140,34	106,68
Belastungswert Wettkampf	13	24,17	329,19	108,14	83,834

Anhand der in Kapitel 3.3.4 beschriebenen Methodik der Muskelfasertypisierung können sieben Voltigierer den gemischtfasrigen Typen zugeordnet werden (Mittelstrecklertyp), vier Athleten rekrutieren beim Voltigieren überwiegend rote Muskelfasern und sind dementsprechend als Ausdauerarten zu charakterisieren. Sechs Sportler bleiben aufgrund der Ergebnisse ohne weitere Einstufung. In den Grafiken sind sowohl die Trainingsquotienten (♦) als auch die Cat-Q NA/A des Wettkampfes (○) dargestellt. Die eingezeichneten Linien dienen als Orientierungshilfe. Eine dreimalige Probenentnahme war nicht immer möglich, dennoch werden die Ergebnisse in nachfolgender Form aufgelistet.

Hinsichtlich der Rekrutierungsmuster bei voltigiersportspezifischer Belastung ergibt sich daher nachfolgendes Bild:

**Athlet 1** trainiert mit einer Sympathikusaktivität (Cat-Q NA/A) zwischen 3,9 und 5,4. Er rekrutiert vornehmlich rote Muskelfasern und ist mit einem mittleren Winkel von  $\alpha = -31^\circ$  als Ausdauererler einzustufen (vgl. Abb. 80).

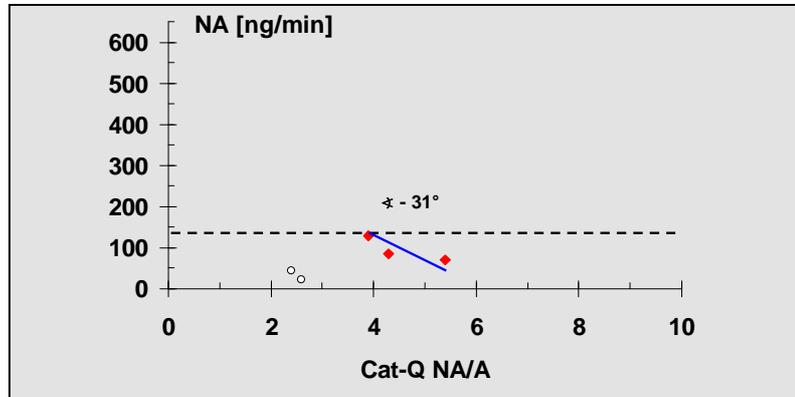


Abb. 80 Muskelfaserrekrutierung Athlet 1 im Training (Ausdauererler) (Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

**Athlet 2** weist bei zwei von drei Untersuchungszeitpunkten eine optimale Sympathikusaktivität auf (Cat-Q NA/A: 4,9 bzw. 4,3), ein Messwert ist mit einem NA/A-Quotienten von 8,8 außerhalb des optimalen Trainingsbereiches einzuordnen. Athlet 2 rekrutiert ebenfalls vornehmlich rote Muskelfasern und kann mit einem Winkel von  $\alpha = -42^\circ$  als Ausdauererler bezeichnet werden (vgl. Abb. 81).

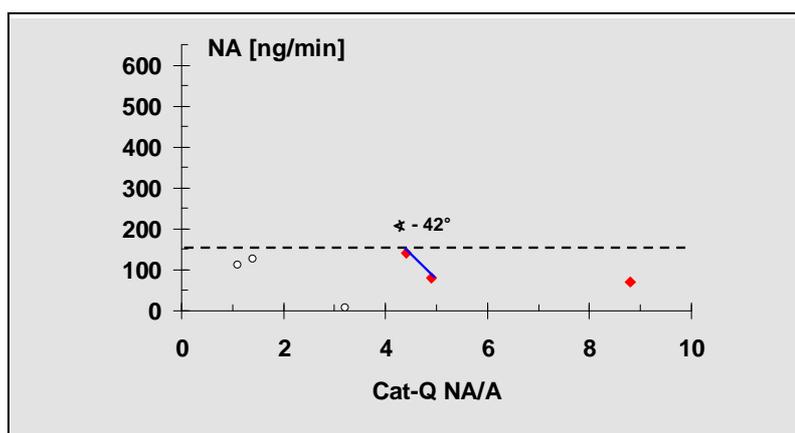


Abb. 81 Muskelfaserrekrutierung Athlet 2 im Training (Ausdauererler) (Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

Für **Athlet 3** können NA/A-Quotienten von 5,6 und 5,8 festgehalten werden. Aufgrund der Unterschreitung des Abstandes von 0,5 zwischen den zu messenden Quotienten wird keine Aussage über den vorherrschenden Muskeltyp getätigt (vgl. Abb. 82). Der große Unterschied zwischen den beiden NA-Ausscheidungsraten lässt vermuten, dass eine identische Trainingsgestaltung nicht gelungen ist.

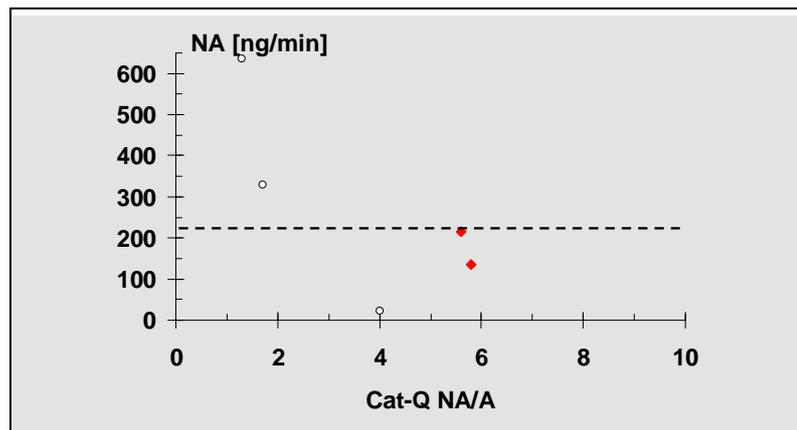


Abb. 82 Muskelfaserrekrutierung Athlet 3 im Training (Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

**Athlet 4** volltierte in den drei Messungen mit NA/A-Quotienten, die mit 8,1 und 8,4 zweimal oberhalb des gewünschten Trainingsbereiches liegen. Lediglich einmal schafft der Athlet mit 6,8 gerade die angestrebte Sympathikusaktivität. Insgesamt rekrutiert der Voltigierer sowohl rote als auch weiße Fasern, ist dementsprechend mit einem Winkel von  $\alpha = 18^\circ$  als gemischtfaseriger Mittelstreckler einzuordnen (vg. Abb. 83).

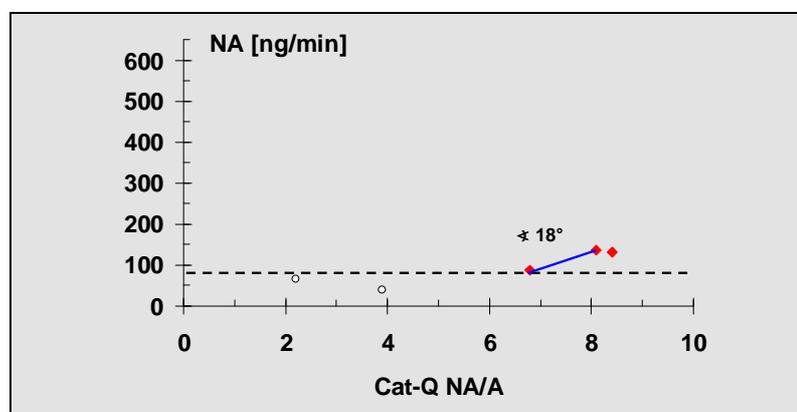


Abb. 83 Muskelfaserrekrutierung Athlet 4 im Training (Mittelstreckler) (Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

**Athlet 5** zeigt in den Trainingseinheiten eine hohe Sympathikusaktivität (Cat-Q NA/A 2,4 und 3,6). Der in überwiegendem Maße eingesetzte Muskelfasertyp ist der rote Typ I. Mit einem Winkel von  $\alpha = -30^\circ$  ist der Athlet zu den Ausdauer-  
typen zu rechnen (vgl. Abb. 84).

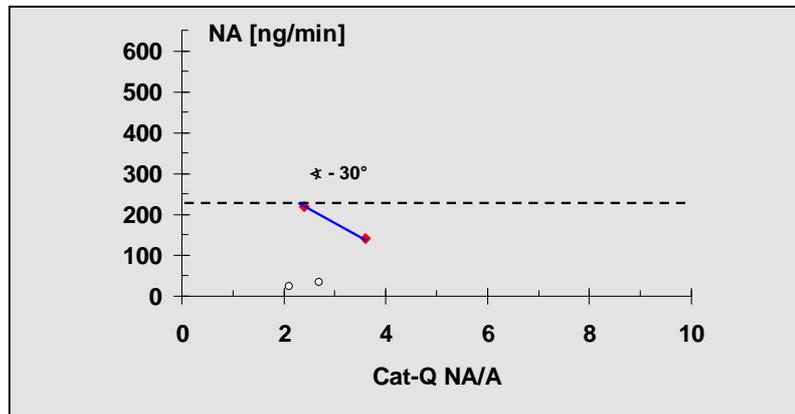


Abb. 84 Muskelfaserrekrutierung Athlet 5 im Training (Ausdauer-  
typ) (Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

Bei der Analyse der Ergebnisse von **Athlet 6** wird deutlich, dass er zu allen Zeitpunkten der Messungen mit der gleichen Sympathikusaktivität trainiert hat. Mit Werten Cat-Q NA/A < 3 sind diese aber sehr niedrig (Cat-Q NA/A: 2,5; 2,3; 2,5). Aufgrund der zu geringen Abstände zwischen den NA/A-Quotienten kann keine Muskelfasertypisierung vorgenommen werden (vgl. Abb. 85).

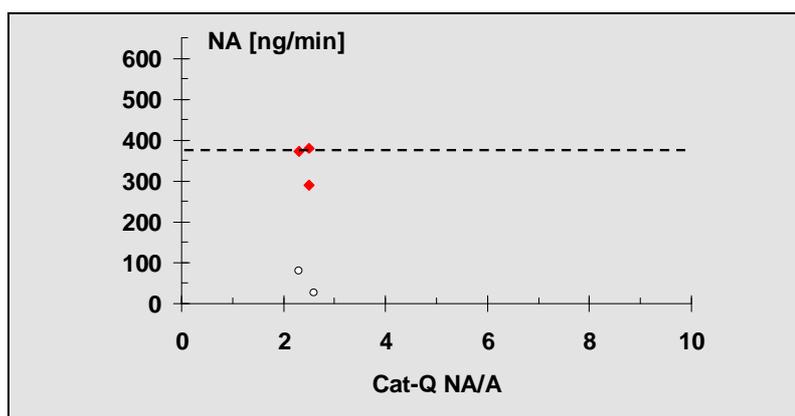


Abb. 85 Muskelfaserrekrutierung Athlet 6 im Training  
(Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

Bei **Athlet 7** kann eine geeignete Sympathikusaktivität im Training festgestellt werden. Beide Einheiten wurden mit einem NA/A-Quotienten von 4,9 bzw. 3,8 im Normbereich absolviert. Der Voltgierer setzt dabei ST- und FT-Fasern ein. Er wird mit einem Winkel von  $\alpha = 16^\circ$  bei Mittelstrecklertypen einsortiert (vgl. Abb. 86).

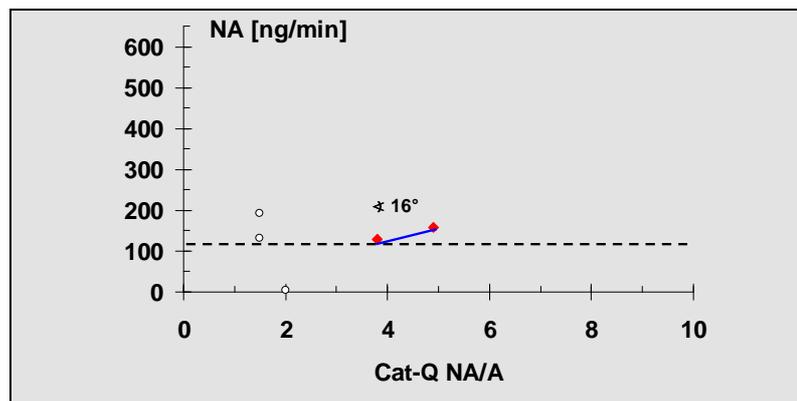


Abb. 86 Muskelfaserrekrutierung Athlet 7 im Training (Mittelstreckler)  
(Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

**Athlet 8** nutzt im Training mit einem NA/A-Quotienten von 3,9 und 4,1 eine adäquate Sympathikusaktivität (vgl. Abb. 87). Hinsichtlich der Interpretation des vorherrschenden Muskelfasertyps sind die Werte aufgrund des zu geringen Abstandes ungeeignet.

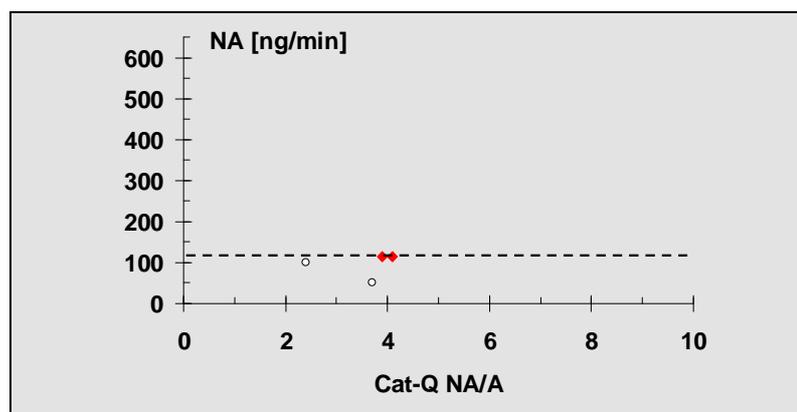


Abb. 87 Muskelfaserrekrutierung Athlet 8 im Training  
(Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

Bei den Untersuchungszeitpunkten eins bis drei zeigt **Athlet 9** konstante Cat-Q NA/A. Alle drei sind größer oder gleich sieben. Dabei liegen die Werte 7,0 und 7,9 grenzwertig hoch. Mit 9,5 ist der dritte NA/A-Quotient oberhalb des Mindestmaßes an Sympathikusaktivität. Der Einzelvoltigierer nutzt beide Faserarten und wird mit einem Winkel von  $\alpha = 19^\circ$  den Mittelstrecklern zugeordnet (vgl. Abb. 88).

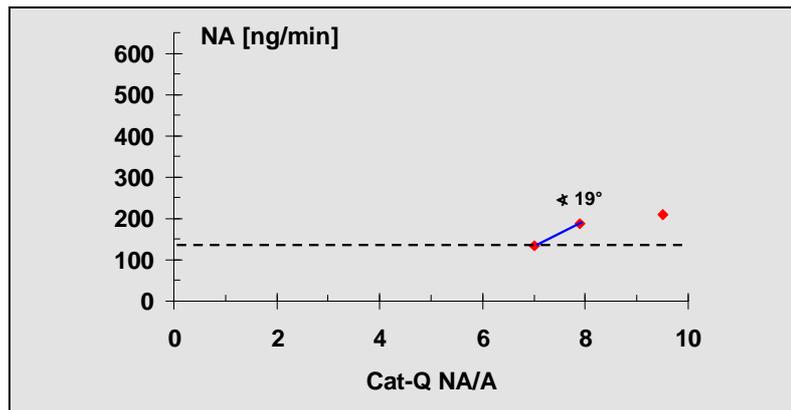


Abb. 88 Muskelfaserrekrutierung Athlet 9 im Training (Mittelstrecklertyp) (Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (◊))

Eine konstante Sympathikusaktivität mit NA/A-Quotienten zwischen drei und sieben wird bei **Athlet 10** gemessen. Er erreicht mit 6,4 und 6,5 zweimal fast den gleichen Quotienten, bei der dritten Untersuchung steht der Wert 5,1. Der Athlet ist als gemischtfasrig (Mittelstreckler) anzusehen. Der Winkel beträgt  $\alpha = 1^\circ$  (vgl. Abb. 89).

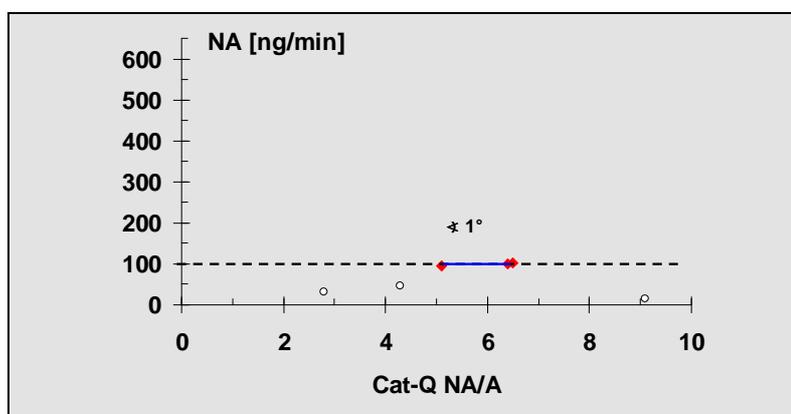


Abb. 89 Muskelfaserrekrutierung Athlet 10 im Training (Mittelstrecklertyp) (Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (◊))

Wie in Abb. 79 (Überblick alle Athleten) ersichtlich, sind die NA/A-Quotienten von **Athlet 11** beide größer als sieben. Mit Werten bis zu 10,7 sind sie für aussagekräftige Hinweise in Bezug auf die Muskeltypisierung unbrauchbar.

Ebenfalls für das Rekrutierungsmuster nicht aussagekräftig ist der NA/A-Quotient von 11,2 bei **Athlet 12**. Es wird daher eine Zuordnung unter der Berücksichtigung der Cat-Q Werte von 6,2 und 7,9 vorgenommen. Athlet 12 ist demnach als Mittelstrecklertyp ( $\ast = -6^\circ$ ) einzuordnen (vgl. Abb. 90).

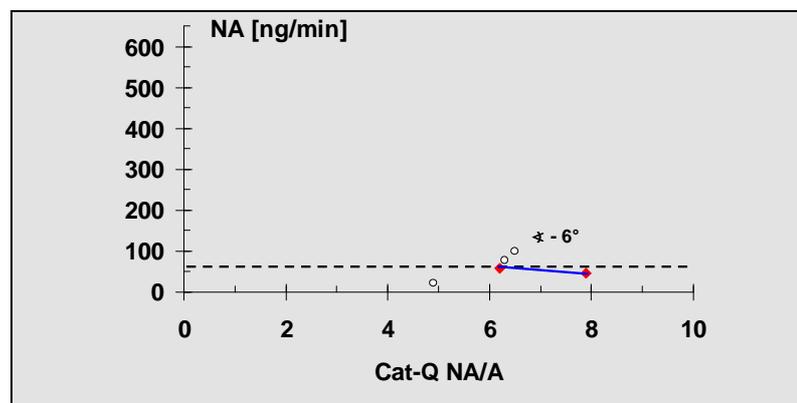


Abb. 90 Muskelfaserrekrutierung Athlet 12 im Training (Mittelstrecklertyp) (Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

Zwei identische Cat-Q NA/A (6,2) sind bei **Athlet 13** vorzufinden. Eine Trainingseinheit absolviert er mit einer geringeren Sympathikusaktivität (Cat-Q NA/A = 9). Auch er setzt bei den voltigierspezifischen Belastungen beide Fasertypen ein und ist folglich als Mittelstreckler zu betrachten ( $\alpha = 1^\circ$ ), wie Abb. 91 belegt.

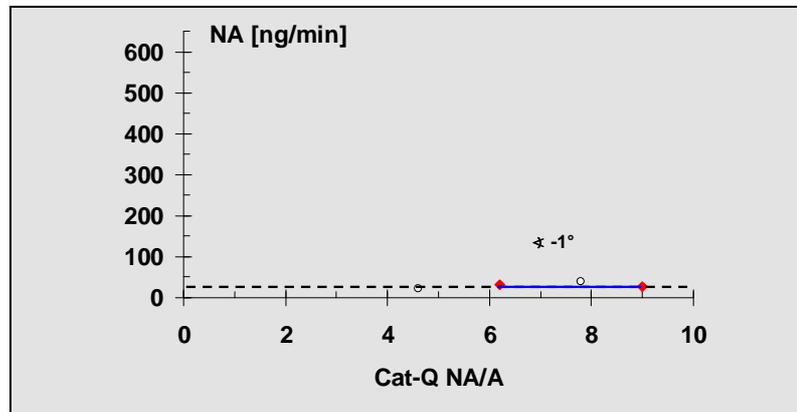


Abb. 91 Muskelfaserrekrutierung Athlet 13 im Training (Mittelstrecklertyp)  
(Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

Mit NA/A-Quotienten von 4,3 und 4,5 absolvierte **Athlet 14** zwei der drei Einheiten mit fast gleicher Sympathikusaktivität. Auch das dritte Training zeigt mit einem Cat-Q NA/A von 6,0 ein ausreichendes Katecholaminverhältnis. Der Voltigierer rekrutiert vorwiegend rote Muskelfasern und wird den Ausdauerarten zugeordnet ( $\alpha = -24^\circ$ ). Abb. 92 zeigt zu den Ausdauerarten zugerechneten Athleten 14.

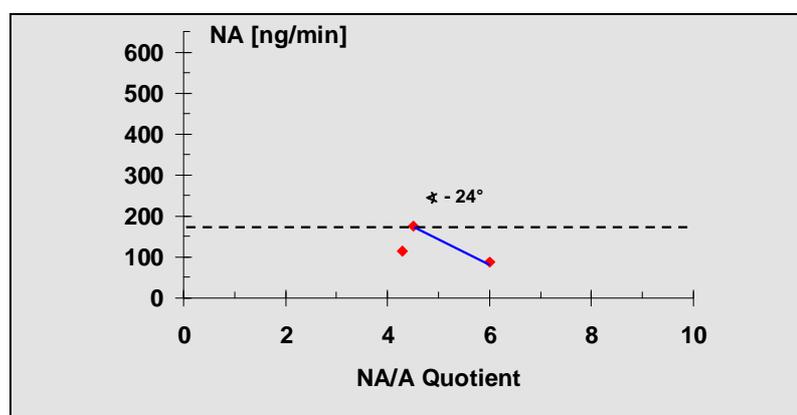


Abb. 92 Muskelfaserrekrutierung Athlet 14 im Training (Ausdauerart)  
(Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

Mit NA/A-Quotienten von 7,3 und 6,3 zeigt **Athlet 15** Werte am oberen Ende des anvisierten Sektors. Bei der sportartspezifischen Belastung kommen sowohl langsam zuckende als auch schnell zuckende Muskelfasern zum Einsatz. Folglich wird eine Einstufung bei den Mittelstrecklern vorgenommen ( $\bar{x} = 8^\circ$ ), wie in Abb. 93 dargestellt ist.

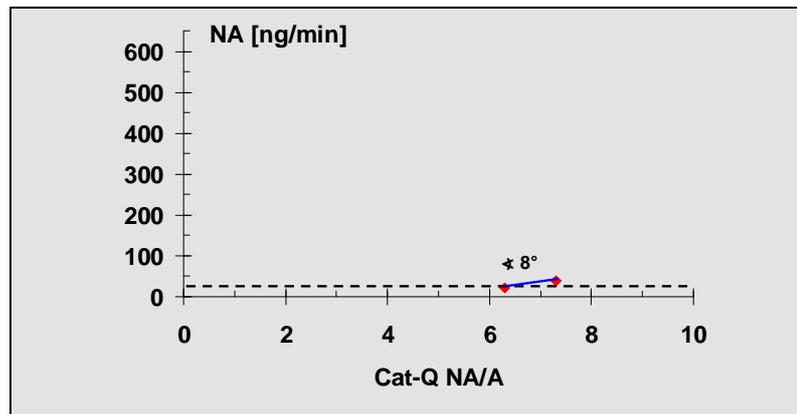


Abb. 93 Muskelfaserrekrutierung Athlet 15 im Training (Mittelstreckler)  
(Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

Im Gegensatz zu allen anderen getesteten Sportlern werden bei **Athlet 16** sehr hohe NA/A-Quotienten gemessen. Zu jedem Untersuchungszeitpunkt erreicht er Katecholamin-Verhältnisse im zweistelligen Bereich. Mit Cat-Q Na/A 14,8 bis 16,1 hebt er sich von den anderen Voltigierern ab (vgl. Abb. 94). Aufgrund der zu geringen Sympathikusaktivität ist er nicht zu einem Muskelfasertyp zuzuordnen.

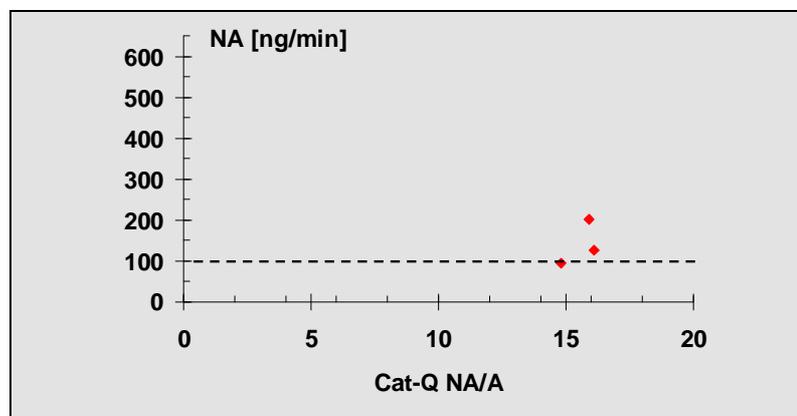


Abb. 94 Muskelfaserrekrutierung Athlet 16 im Training  
(Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

Mit 10,4 und 10,1 voltigiert **Athlet 17** zwei Messeinheiten mit einer ähnlichen Sympathikusaktivität. Das dritte Training erfolgt mit einem NA/A-Quotienten von 5,5. Wie bei Athlet 16 ist auch hier keine gesicherte Aussage über die primär eingesetzten Muskelfasern möglich.

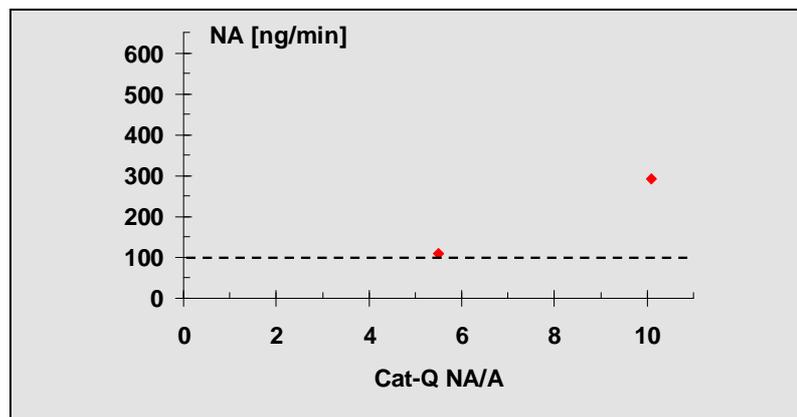


Abb. 95 Muskelfaserrekrutierung Athlet 17 im Training  
(Cat-Q NA/A Training (♦) und Cat-Q NA/A am Wettkampftag (○))

### 4.7.2 Muskelfasertyp und Leistungsdiagnostik

Die Prüfung auf Unterschiede zwischen den Mittel- ( $n = 7$ ) und Ausdauerarten ( $n = 4$ ) weist insgesamt keine Unterschiede hinsichtlich des Kraftverhaltens auf (vgl. Tab. 77).

Tab. 77 Unterschiede zwischen den Mittelstrecklertypen ( $n = 7$ ) und den Ausdauerarten ( $n = 4$ ) hinsichtlich der relativ aufgebrachten Maximalkraft bei den verschiedenen Testverfahren

Testverfahren	Unterschied Muskelfasertypen		
	Prä-Test	Post-Test	
Drop-Jump	Sprunghöhe	.808	.683
	Kontaktzeit	.933	.283
Abdominal Press $F_{\maxrel}$	.368	.808	
Back Extension $F_{\maxrel}$	.368	.283	
Frontdrücken $F_{\maxrel}$	.683	.315	
Leg Extension $F_{\maxrel}$	.808	.683	
Leg Curl $F_{\maxrel}$	.933	.683	

### 4.7.3 Katecholaminverhalten im Wettkampf

Die Stichprobe der im Wettkampf untersuchten Einzelvoltgierer setzt sich aus fünf A-Kader-, zwei B-Kader-, vier C-Kader- und drei D-Kader-Athleten zusammen. Die 14 Personen teilen sich zu je 50 % in männliche und weibliche Teilnehmer auf. Im Morgenurin werden im Durchschnitt NA/A-Verhältnisse von 7,1 ( $SD = 4,5$ ) gemessen, in der Vorstartsituation beträgt der Cat-Q NA/A im Mittel 3,2 ( $SD = 1,7$ ). Für die Nachbelastungsmessung wird ein mittlerer NA/A-Quotient von 3,6 ( $SD = 2,9$ ) konstatiert (vgl. Tab. 78).

Tab. 78 Überblick Sympathikusaktivität (Cat-Q NA/A) der Voltigierer im Wettkampf

	n	Cat-Q NA/A			
		Min	Max	Mean	SD
Morgenwert	13	2,0	18,1	7,1	4,5
Vorstartsituation	13	1,1	6,5	3,2	1,7
Belastungswert	14	1,4	11,3	3,6	2,9

Abb. 96 stellt ein nach Athleten differenziertes Bild der drei im Wettkampf vorgenommenen Katecholaminmessungen dar.

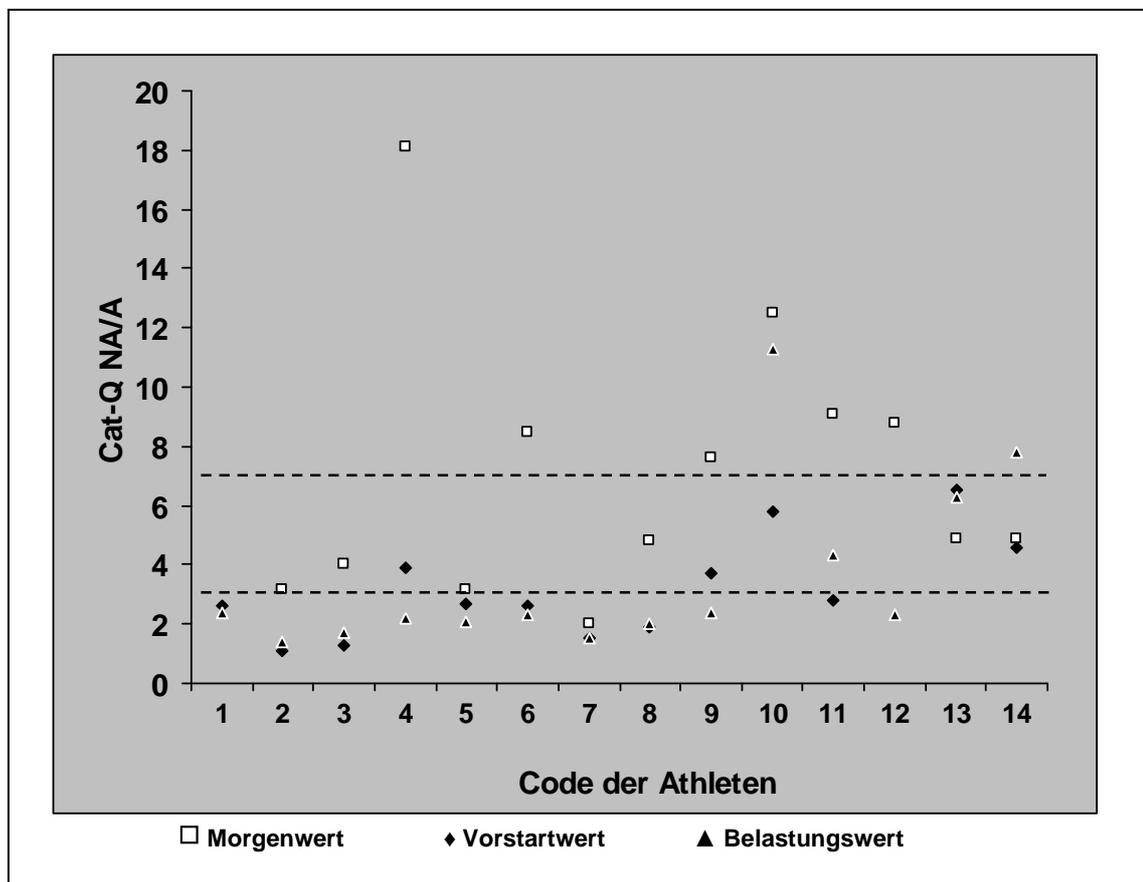


Abb. 96 Katecholaminverhalten (Cat-Q NA/A) der Einzelvoltigierer beim Wettkampf im Überblick

Während die Sympathikusaktivität der Einzelvoltigierer nach dem Aufstehen mit Cat-Q NA/A von 2,0 bis 18,1 eine große Streubreite darstellt (vgl. Tab. 76), rückt die Stichprobe mit einem mittleren Cat-Q NA/A von 3,2 und einer geringeren Streuung näher zusammen (vgl. Abb. 97). Die Nachbelastungsmessung

präsentiert wieder leicht höhere Cat-Q NA/A (Mean 3,6) und eine größere Streuung (vgl. Abb. 97).

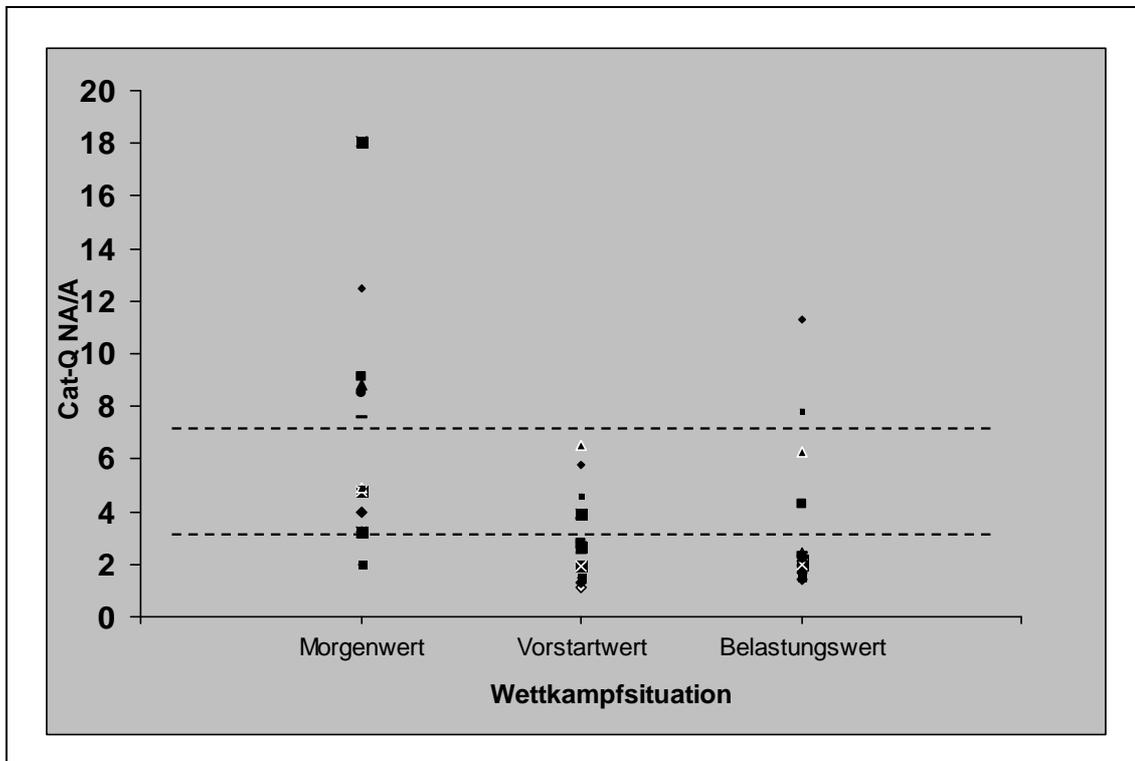


Abb. 97 Katecholaminverhalten der Einzelvoltigierer im Wettkampf differenziert nach Messzeitpunkten (Wettkampfsituation)

Eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Wettkampfsituationen/Messzeitpunkte ergibt:

### Morgenwert

Nach dem Aufstehen zeigen 61,5 % (n = 8) NA/A-Quotienten Cat-Q < 8,0. Weitere 23,1 % (n = 3) liegen unter einem Cat-Q von 10,0. Zwei Voltigierer (15,4 %) weisen ein NA/A-Verhältnis >10,0 vor (vgl. Abb. 98). Geschlechtsspezifische Unterschiede sind nicht signifikant ( $p = .099$ ).

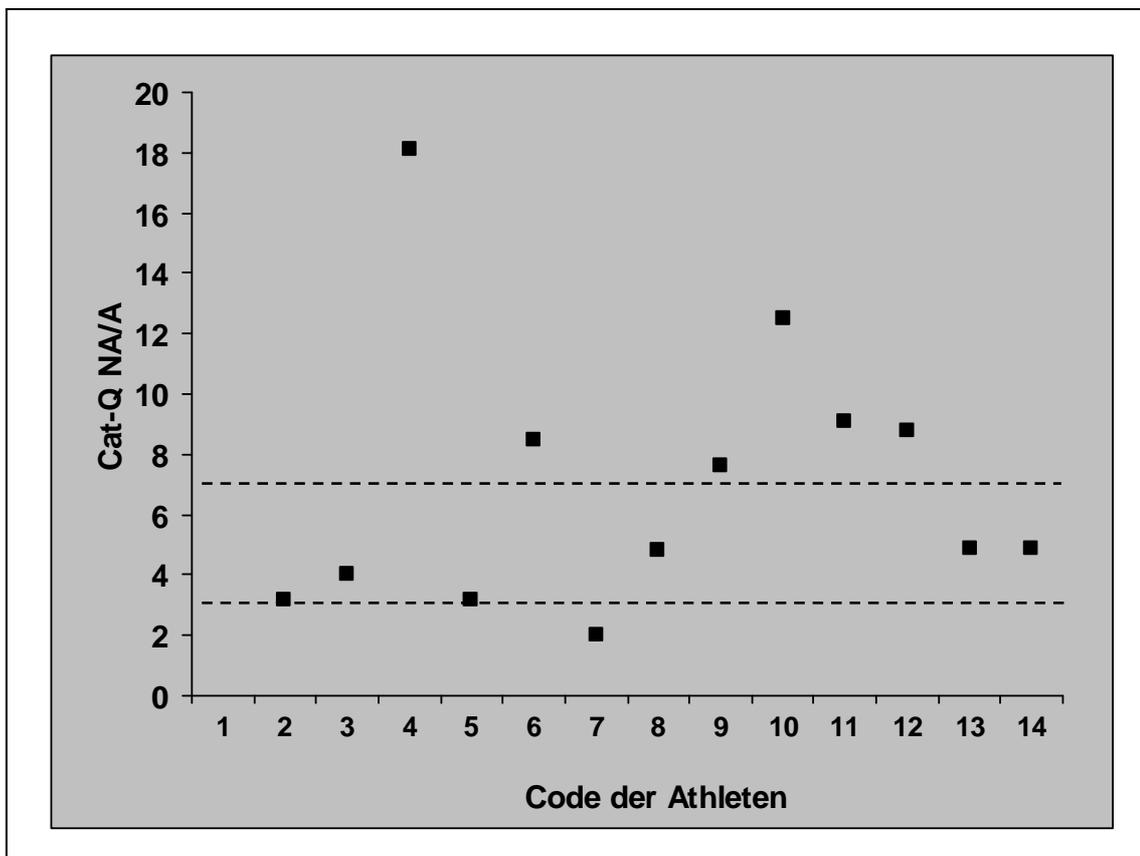


Abb. 98 Morgenwert Cat-Q NA/A am Wettkampftag

### Vorstartwert

61,5 % (n = 8) der Athleten liegen mit ihrem NA/A- Quotienten unter 3,0. Die anderen fünf getesteten Sportler (39,5 %) liegen in dem Bereich Cat-Q NA/A 3 – 7. Bei keinem Probanden werden in der Vorstartsituation Quotienten > 7 gefunden (vgl. Abb. 99). Unterschiedsprüfungen hinsichtlich Geschlecht und NA/A-Quotienten sind signifikant ( $p = .038$ ).

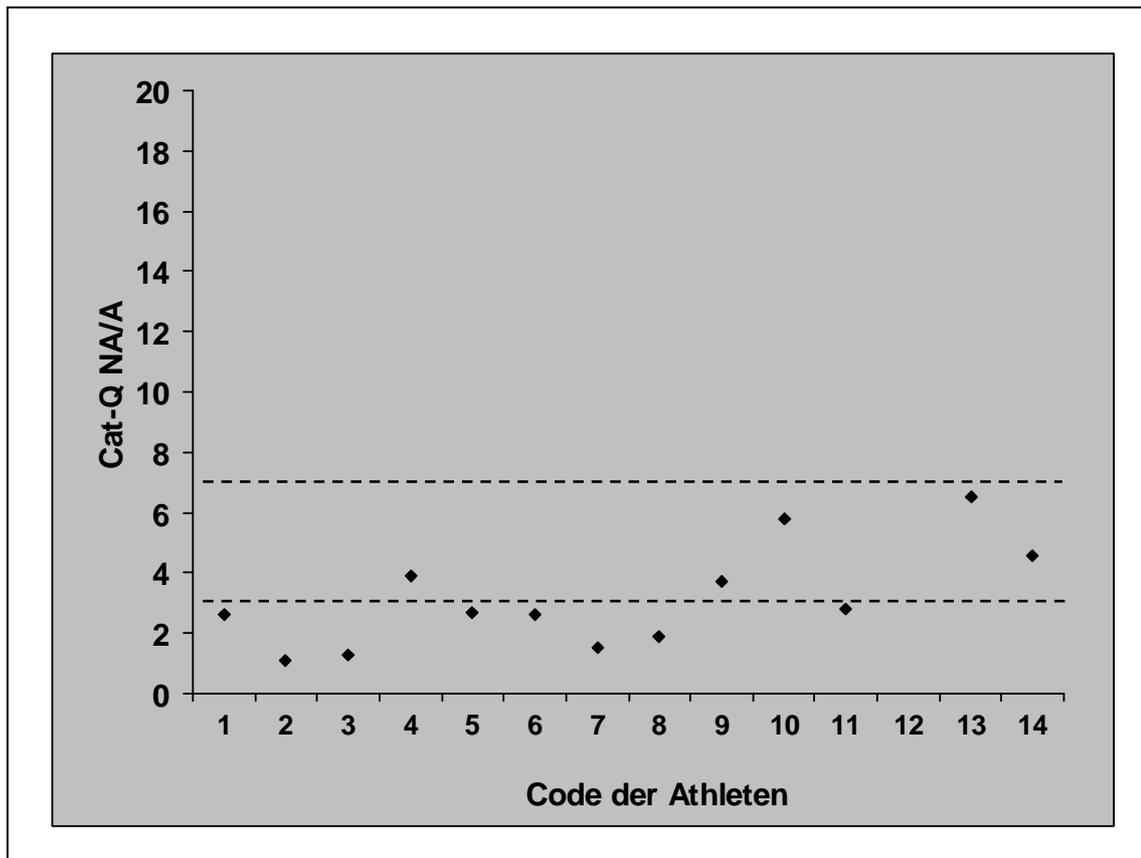


Abb. 99 Vorstartwerte Cat-Q NA/A am Wettkampftag

### Belastungswert

71,4 % der Probanden (N = 10) haben bei der wettkampfspezifischen Belastung im Voltigieren Noradrenalin/Adrenalin-Quotienten < 3,0 (vgl. Abb. 100). Je zwei Voltigierer (14,3 %) sind bei Werten zwischen 3,0 – 7,0 bzw. >7,0. Männliche und weibliche Voltigierer unterscheiden sich hinsichtlich des Belastungs-Cat-Q NA/A signifikant ( $p = .008$ ) voneinander.

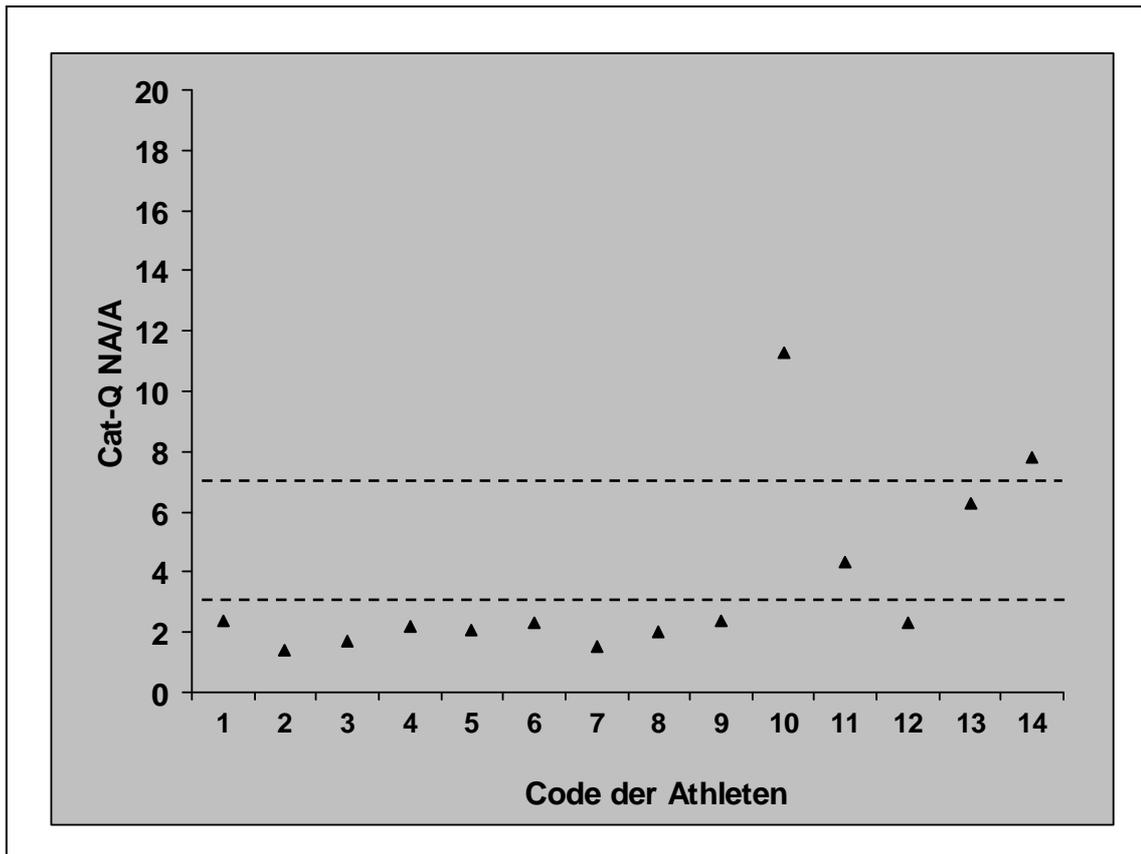


Abb. 100 Belastungswerte Cat-Q NA/A am Wettkampftag

#### **4.7.4 Katecholaminverhalten Training vs. Wettkampf**

Von den 13 getesteten Voltigierern ist der Cat-Q NA/A nach der Belastung bei 11 Voltigierern geringer als der jeweilige Mittelwert aus den Trainingsquotienten. Zwei Sportler haben nach der Belastung im Wettkampf einen höheren Cat-Q NA/A. Die Unterschiede (vgl. Tab. 79) zwischen den Trainings- und Wettkampfquotienten sind signifikant ( $p = .016$ ).

Tab. 79 Unterschiedsprüfung zwischen den NA/A-Quotienten im Training und dem Belastungswert im Wettkampf

	Belastungswert Wettkampf
Training 1 (N = 13)	<b>.033*</b>
Training 2 (N =13)	<b>.028*</b>
Training 3 (N = 8)	.093
Mittelwert Training (N = 13)	<b>.016*</b>

#### 4.7.5 Katecholaminverhalten Wettkampf und Eigenwahrnehmung

Die Analyse der Fragebögen hinsichtlich der Eigenwahrnehmung der psychischen Befindlichkeit beim untersuchten Wettkampf zeigt, dass sich 76,9 % (n = 10) vor dem Start als nervös empfunden haben. 23,1 % (n = 3) erleben ihren psychischen Zustand als normal. Während des Turnierstarts in der Untersuchung schätzen sich 41,7 % (n = 5) als nervös ein, 33,3 % (n = 4) sind ihrer Meinung nach angespannt, 16,7 % (n = 2) fühlen sich normal. Die Sympathikusaktivität ist in der Vorstartsituation gemessen durch den Cat-Q NA/A bei 58,3 % (n = 7) in einem „nervösen Bereich“ und bei 41,7 % (n = 5) in einem „aufmerksamen und konzentrierten Bereich“. Die Sympathikusaktivität während des Turnierstarts (gemessen am Belastungswert Cat-Q NA/A) legt dar, dass 53,8 % (n = 7) in einem „nervösen Bereich“ voltigierten, 30,8 % (n = 4) „in einem aufmerksamen und konzentrierten Bereich“ waren und sich 15,4 % (n = 2) in einem „ruhigen und entspannten Bereich“ befanden. Weitere Analysen in Bezug auf potenzielle Unterschiede zwischen Eigen- (Selbsteinschätzung) und Fremdwahrnehmung (Cat-Q NA/A) ergeben keine signifikanten Ergebnisse (vgl. Tab. 80).

Tab. 80 Unterschiedsprüfung auf Eigen- vs. Fremdwahrnehmung der psychischen Verfassung von Einzelvoltigierern vor und während des Wettkampfes

Eigenwahrnehmung	Sympathikusaktivität (Cat-Q NA/A)	
	Vorstartwert	Belastungswert
Vorstartsituation	.857	--
Während des Wettkampfes	--	.943

#### **4.7.6 Katecholaminverhalten Wettkampf und mentales Training/mentale Wettkampfvorbereitung**

Von den 13 getesteten Voltigierern geben acht (61,5 %) an, regelmäßig mentales Training durchzuführen. Lediglich fünf Sportler (38,5 %) verneinen die Frage. Generell bereiten sich elf der Befragten (84,6 %) am Turniertag auf ihren Wettkampf mental vor. Zwei Voltigierer (15,4 %) gehen ohne eine bewusste mentale Vorbereitung in ihren Wettkampf. Bei der Bundessichtung zur Weltmeisterschaft stellt sich mit einem Verhältnis von 76,9 % ( $n = 10$ ) zu 23,1 % ( $n = 3$ ) zugunsten der mentalen Wettkampfvorbereitung ein ähnliches Bild dar. Untersuchungen der Gruppen mit und ohne mentale Wettkampfvorbereitung bzw. mit und ohne regelmäßig durchgeführtes mentales Training zeigen sowohl hinsichtlich des Katecholaminverhaltens im Wettkampf ( $p = .864$ ) als auch in der subjektiven Einschätzung des psychischen Zustandes in der Vorstartsituation am Wettkampftag ( $p = .161$ ) keine signifikanten Unterschiede.

#### **4.7.7 Katecholaminverhalten und subjektive Beurteilung der eigenen Leistung im Wettkampf**

Auf die Frage, wie sehr die Athleten mit ihren gezeigten Leistungen bei der Bundessichtung zufrieden waren, geben 33,4 % ( $n = 4$ ) an, mit ihrem Wettkampf (sehr) zufrieden gewesen zu sein. 50 % ( $n = 6$ ) sind weniger und 16,7 % ( $n = 2$ ) gar nicht zufrieden gewesen. Das Katecholaminverhalten während des Turnierstarts und die subjektive Beurteilung der eigenen Leistung korrelieren nicht signifikant miteinander ( $\rho = .481$ ,  $p = .113$ ), es sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zufriedenen und den Unzufriedenen hinsichtlich des im Wettkampf gemessenen Katecholaminverhaltens nachweisbar ( $p = .071$ ).

#### **4.7.8 Katecholaminverhalten und Kaderstatus**

Die Cat-Q NA/A-Werte von Bundeskader und Landeskader im Wettkampf unterscheiden sich sowohl hinsichtlich des Vorstartzustands als auch bei den Belastungswerten signifikant (vgl. Tab. 81). Die Prüfung der Morgenwerte zeigt keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 81 Unterschiede des Kaderstatus hinsichtlich der NA/A-Quotienten am Wettkampftag

CAT-Q NA/A-Messzeitpunkte am Wettkampftag	Unterschied Bundes-/Landeskader
Morgenwert (n = 14)	.530
Vorstartwert (n = 13)	<b>.002**</b>
Belastungswert (n = 14)	<b>.038*</b>

Prüfverfahren auf Zusammenhänge zwischen dem Katecholaminverhalten und Kaderstatus allgemein geben sowohl für die Trainings- als auch für die Wettkampfquotienten lediglich niedrige, nicht signifikante Zusammenhänge wieder (vgl. Tab. 82). Eine weitere Differenzierung des Kaderstatus Einzel- und Gruppenvoltigieren demonstriert hingegen für die Zweitgenannten eine hohe Korrelation für die Trainings- und für den Vorstartquotienten (vgl. Tab. 83). Je höher der Kaderstatus der Gruppenvoltigierer ist, desto höher ist die Sympathikusaktivität. Einen signifikanten positiven Zusammenhang gibt es auch zwischen der Wertigkeit des Kaderstatus der Einzelvoltigierer und der vegetativen Anspannungslage im Wettkampf.

Tab. 82 Zusammenhang zwischen dem Kaderstatus Einzelvoltigieren und der Sympathikusaktivität im Training und im Wettkampf (n = 11)

	Zusammenhang Kaderstatus Einzelvoltigieren und Sympathikusaktivität	
	Korrelation nach SPEARMAN	Signifikanz
Cat-Q NA/A Training 1	.274	.304
Cat-Q NA/A Training 2	.138	.611
Cat-Q NA/A Training 3	.040	.906
Cat-Q NA/A Mittelwert Training	.183	.496
Cat-Q NA/A Vorstartsituation	.495	.086
Cat-Q NA/A Nachstartsituation	<b>.572*</b>	.041

Tab. 83 Zusammenhang zwischen dem Kaderstatus Gruppenvoltigieren und der Sympathikusaktivität im Training und im Wettkampf (n = 6)

	Zusammenhang Kaderstatus Gruppen und Sympathikusaktivität	
	Korrelation nach SPEARMAN	Signifikanz
Cat-Q NA/A Training 1	<b>.828*</b>	.042
Cat-Q NA/A Training 2	<b>.828*</b>	.042
Cat-Q NA/A Training 3	.894	.106
Cat-Q NA/A Mittelwert Training	<b>.828*</b>	.042
Cat-Q NA/A Vorstartsituation	<b>.866*</b>	.012
Cat-Q NA/A Nachstartsituation	.414	.414

## 5 Diskussion

Die Leistungsdiagnostik ist ein wichtiger Bestandteil der Trainingssteuerung. Aufgrund der Analyse des momentanen Ist-Zustands werden unter anderem Trainingsmaßnahmen geplant. Weiterhin soll sie helfen, das leistungssportliche Potenzial einer Sportart herauszustellen, die Leistungsentwicklung besonders konditionsgeprägter Sportarten zu verbessern sowie gleichzeitig gesundheitliche Risiken derselben einzuschränken (vgl. Bös 1987, EMRICH U.A. 2006). Außerdem wird sie als Mittel zur Eignungs- und Talentprognose eingesetzt. PEILER (2005) resümiert, dass weniger als fünf Prozent der Wettkampfvoltigierer leistungsdiagnostische Testverfahren nutzen. Weiterhin fordert er, dass zur Evaluation des eigenen Trainings sowie zur optimalen Saisonplanung und unter präventiven Gesichtspunkten die Nutzung solcher „Screening-Verfahren“ für (Leistungs-)Sportler und Landes-/Bundestrainer ein integraler Bestandteil des Trainingsprozesses sein sollte. Auf der Grundlage der angesprochenen Problematik wurde in dieser Untersuchung eine auf das Anforderungsprofil des Voltigiersports ausgerichtete komplexe Leistungsdiagnostik zusammengestellt. Im Mittelpunkt stand die Abdeckung der für den Voltigiersport wesentlichen konditionellen und koordinativen Aspekte. Eine Einzelbetrachtung der Untersuchungsergebnisse wird im vorliegenden Diskussionsteil erforderlich, um Zusammenhänge zwischen konditionell-koordinativen Fähigkeiten und der funktionellen Anatomie herzustellen. Die motorischen Testverfahren wurden durch Messungen der Anthropometrie der Sportler ergänzt. Um weitere Aussagen über eine Leistungsoptimierung und Verletzungsprophylaxe tätigen zu können, kamen Analyseverfahren zur Rekrutierung der vorherrschenden Muskelfasertypen sowie zur Aktiviertheit des vegetativen Nervensystems in Training und Wettkampf zum Einsatz. Neben einer Bestandsaufnahme und geschlechtsspezifischen Einordnung der Ergebnisse wurden Landes- und Bundeskader gegenübergestellt. In einem weiteren Schritt erfolgte ein Vergleich der erhobenen Daten mit anderen Disziplinen bzw. Sportarten. Von den anfänglich 45 Probanden haben insgesamt 41 Landes- und Bundeskaderathleten am Prä- und am Post-Test teilgenommen. Die Drop-out-Quote von 8,8 % liegt im tolerablen Rahmen. Auch die Rücklaufquote der Fragebögen ist mit annähernd 100 % als sehr gut zu bezeichnen.

### **Anthropometrie**

Die Männer weisen eine durchschnittliche **Körperhöhe** von ca. 179,5 cm auf, die weiblichen Probanden sind im Durchschnitt 164,5 cm. Im Vergleich zur Normalbevölkerung der 18 – 25-jährigen Männer liegen die Voltigierer damit ca. 1,5 cm unter dem deutschen Durchschnittsmann (vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND 2007). Die weiblichen Athleten liegen sogar 3 cm unter ihrem Pendant in der Normalbevölkerung.

Mit einem mittleren **Gewicht** von 72 kg liegen die Voltigierer unter den Vergleichswerten der deutschen Männer in der dritten Lebensdekade. Das Gleiche gilt auch für die weiblichen Sportler, die sich deutlich von der deutschen Durchschnittsfrau abheben. Mit ca. 56 kg sind sie rund sechs Kilogramm leichter als Letztgenannte. Die Probandengruppe ist hinsichtlich der anthropometrischen Maße ungefähr mit der von ZÜLOW (2006) vergleichbar. CARTER/HEATH (2005) verglichen für die Erstellung des Somatotyps in den Jahren 1970-1990 die Körperbaumerkmale diverser Sportarten auf internationalem Niveau. Weibliche Handballer liegen bei 1,67 m und 61 kg. Judokas werden mit 1,58 m und 55 kg angegeben. Volleyballerinnen bilden hinsichtlich der Körperhöhe von ca. 1,79 m (71 kg) die obere Grenze. Turner weisen eine Körperhöhe von 1,63,5 m und durchschnittlich 57 kg auf. Synchronschwimmer sind bei gleicher Größe mit ca. 53 kg deutlich leichter als Turner. Vergleichsweise sind Voltigiererrinnen demnach etwas größer als Athleten anderer gymnastischer Sportarten, haben aber weniger Körpermasse (vgl. auch PEILER 2005).

Männliche ungarische Top-Handballer (vgl. CARTER/HEATH 2005) können in etwa bei einer Körperhöhe von 1,81 m (ca. 75 kg) eingeordnet werden. Turner werden mit annähernd 1,68 bis 1,70 m und 62 bis 66 kg angegeben. Ruderer liegen bei einer Körpergröße zwischen 1,85 und 1,90 m (85 – 90 kg). Eiskunstläufer sind mit 1,64 m (56,5 kg) die kleinsten Top-Athleten. Die männlichen deutschen Spitzenvoltigierer sind anders als ihre weiblichen Mitstreiter deutlich größer als Turner und weisen vergleichsweise Werte wie Spielsportler auf. Bei gleicher Körperhöhe ist aber eine geringere mittlere Körpermasse erkennbar.

Die Analyse der Körperzusammensetzung zeigt, dass bis auf zwei weibliche Voltigierer alle Sportler einen normalen **Body-Mass-Index** haben. Die beiden „Ausreißer“ liegen mit ihren altersspezifischen Werten (vgl. BZGA 2007) minimal unter der Grenze zum Normalgewicht. Die männlichen Probanden ordnen sich mit einem BMI von 22,3 kg/m<sup>2</sup> leicht über den Werten des anderen Geschlechts (20,5 kg/m<sup>2</sup>) ein. Der Vergleich mit der international besetzten Probandengruppe von ZÜLOW (2006) beschreibt in etwa das gleiche Bild. Auch für ihre Sportler dokumentiert sie BMI-Werte von 20,0 kg/m<sup>2</sup> (Frauen) und 22,3 kg/m<sup>2</sup> (Männer). PEILER (2005) gruppiert A-Gruppenvoltigierer bei 18,3 kg/m<sup>2</sup> und EA-Einzeltigierer bei 20,6 kg/m<sup>2</sup> ein. Somit kann konstatiert werden, dass Voltigierer im Leistungs- und Spitzenbereich im unteren Mittelfeld des von der WHO (2006) empfohlenen Verhältnisses der Körpermasse zu Körperhöhe aufzufinden sind. Ein interner geschlechtsspezifischer Vergleich weist hoch signifikante Unterschiede auf, die Unterschiedsprüfung zwischen Bundes- und Landeskader verläuft hingegen nicht signifikant. Methoden zur Analyse möglicher Veränderungen der Körperkonstitution von einem Testzeitpunkt zum anderen mittels BMI sind nicht signifikant. Der Body-Mass-Index hat dabei nur eine bedingte Aussagekraft über die Körperbauzusammensetzung von Sportlern, da die Muskelmasse nicht vom Körperfettanteil separiert betrachtet werden kann und somit ein hoher BMI mit Übergewicht möglicherweise falsch interpretiert wird (vgl. DE MARÉES 2002, DEURENBERG/WESTSTRATE 1987, HAWES/MARTIN 2001).

Der **Körperfettanteil**, gemessen durch die Bioimpedanzanalyse, klassifiziert die männlichen Voltigierer als normal. Mit einem durchschnittlichen KFA von ca. 11,8 % ist ihr prozentualer Anteil etwas höher als der von ZÜLOW`s (2006) Probandengruppe (9,45 %). Die weiblichen Kadermitglieder liegen mit einem mittleren KFA von ca. 19,6 % deutlich über dem der Männer, werden aber aufgrund der geschlechtsspezifischen Einstufung zu 65 % (Prä-Test) bzw. 70 % (Post-Test) als niedrig hinsichtlich ihres Körperfettanteils eingestuft. Alle übrigen sind im Normalbereich zu finden. Die Werte entsprechen denen, die KROPP (1996) für ihre Untersuchung an 18 A- und B-Einzel- und Gruppenvoltigierern angibt. Ein Vergleich mit den weiblichen Probanden der Untersuchung ZÜLOW`s (2006) übertrifft hingegen die dort angegebenen Werte (14,67) deutlich. Die großen Unterschiede können auf die verschiedenen Messmethoden oder auch auf die

kleinere Stichprobengröße ZÜLOW's zurückzuführen sein. Des Weiteren hat die Autorin nur Spitzenathleten untersucht, In vorliegender Studie fließen aber auch die Werte leistungsschwächerer Kader (D-Kader) ein.

Wird ein Vergleich zu anderen Sportarten gezogen, so zeigt sich, dass Voltigierer im Vergleich zu anderen Sportarten einen mittelhohen KFA aufweisen, wie auch Tabelle 84 zeigt. Nach HEYWARD/STOLARCZYK (1996) werden z.B. bei Turnern und Triathleten die geringsten Werte gemessen, Tänzer und Sportsportler liegen im Mittelfeld, die höchsten prozentualen Körperfettwerte weisen unter anderem Kugelstoßer und Diskuswerfer vor (vgl. auch TANIDA 2004 in ZÜLOW 2006).

Tab. 84 Körperfettanteil verschiedener Sportarten im Vergleich (nach HEYWARD/STOLARCZYK 1996)

Sportart/Disziplin	Körperfettanteil KFA [%]	
	Frauen	Männer
Triathlon	7 – 17	5 – 11
Turnen	10 – 17	5 – 10
Bodybuilding	9 – 13	6 – 9
Ballett	13 – 20	8 – 14
Volleyball	16 – 25	11 -12
Schwimmen	14 – 24	9 -12
Diskuswurf	25	16
Kugelstoßen	20 – 28	16 – 20
<b>Voltigieren</b>	<b>20</b>	<b>12</b>

Der Vergleich der weiblichen Bundes- und Landeskaderathleten zeigt zwar keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich des Merkmals Körperfettanteil. Dennoch ist auffällig, dass sich annähernd 80 % der Erstgenannten im Bereich niedrig befinden, bei denen des D-Kaders sind es lediglich 64 % (Prä-Test) bzw. 53,3 % (Post-Test). Da sich beide Gruppen nicht signifikant in der Messgröße BMI unterscheiden, liegt alleine aufgrund der Messungen BMI und KFA nahe, dass die Bundeskadermitglieder mehr Muskelmasse innehaben als die des D-Kaders.

Body-Mass-Index und Bioimpedanzanalyse zeigen nur niedrige, nicht signifikante Zusammenhänge. Damit werden unter anderem die Aussagen der Gruppe um DEURENBERG U.A. (1998) über einen oftmals fehlenden signifikanten Zusammenhang zwischen dem BMI und dem Körperfettanteil bestätigt.

Eine genauere Differenzierung der „body composition“ erlaubt die Interpretation des **Heath-Carter-Somatotypen**. Damit können Personen mit dem gleichen BMI, bedingt durch identische Körperhöhe und -masse, hinsichtlich ihrer Körperzusammensetzung weitergehend analysiert werden (vgl. DUQUET/CARTER 2001). Die Aufgliederung in den relativen Körperfettanteil (Endomorphie), die relative muskuloskelettale Robustheit (Mesomorphie) und die relative Streckung (Ektomorphie) lassen weitere Rückschlüsse auf Veränderungen der Körperkonstitution durch Faktoren wie Wachstum, Trainingsadaption etc. zu (vgl. ebd. 2001). Der durchschnittliche geschlechtsunspezifische Somatotyp eines Voltigierers<sup>42</sup> der vorliegenden Stichprobe besitzt die Teilkomponenten 2,8 – 3,7 – 2,9 und wird als „balanced mesomorph“ eingeordnet. Im Einzelnen bedeutet dies, dass die Stichprobe die größten Werte im Bereich der Mesomorphie aufweist. Endo- und Ektomorphie sind im Mittel deutlich niedriger, unterscheiden sich ihrerseits allerdings weniger als 0,5 Punkte. Der Somatoplot ist daher im Zentrum der Somatochart zu finden. CARTER/HEATH (2005) ordnen die Werte grundsätzlich in drei Kategorien ein. Werte kleiner als drei beschreiben sie als niedrig, mittlere Ergebnisse sind zwischen 3,0 und 5,0 zu finden. Teilkomponenten größer als fünf sind als hoch (5,0 bis 7) bzw. sehr hoch (>7) zu bezeichnen (vgl. Tab. 85).

Tab. 85 Klassifikation der Somatotypeteilkomponenten in Anlehnung an CARTER/HEATH (2005)

Klassifikation	Teilkomponentenwerte
Niedrig	0,5 – 2,9
Mittel	3,0 – 5,0
Hoch	5,1 – 7,0
Sehr hoch	> 7,0

<sup>42</sup> Der durchschnittliche Somatotyp richtet sich nach allen im Prä-Test teilgenommenen Voltigierern.

Demnach weist die Gesamtstichprobe im Durchschnitt niedrige Endo- und Ektomorphiewerte auf, der Mesomorphiewert hingegen ist als mittelhoch einzuschätzen. Die geschlechtsspezifische Aufsplitterung der drei Teilkomponenten zeigt folgendes Bild: Die weiblichen Voltigierer haben zu Beginn des Treatments einen niedrigen **Endomorphiewert** (2,9), der auch nach der Vorbereitungsphase insgesamt keine signifikanten Veränderungen aufweist. Der Vergleich der Sportlerinnen aus dem Landes- mit denen aus dem Bundeskader demonstriert jedoch eine auffällige Modifikation. Verlaufen die Unterschiedsprüfungen bei Einstieg in das Wintertraining noch nicht signifikant, ist beim Post-Test ein tendentieller Unterschied zwischen den beiden Gruppen erkennbar. Anders gesagt weisen die weiblichen Bundeskadermitglieder einen tendentiell, jedoch nicht signifikanten, geringeren relativen Körperfettanteil auf als die des D-Kaders.

Die Endomorphiewerte der männlichen Voltigierer werden ebenfalls mit 2,4 (Prä-Test) bzw. 2,2 (Post-Test) als niedrig eingestuft. Im Gegensatz zu den Frauen ist ein leichter jedoch nicht signifikanter Rückgang zu beobachten. Ein Vergleich zwischen Landes- und Bundeskaderathleten war aufgrund der geringen Stichprobengröße unzulässig. CARTER/HEATH (2005) weisen in ihren Untersuchungen der Komponente relative Adipositas (ENDO) auf hohe positive Korrelationen mit dem Körperfettanteil hin. Dies ist in vorliegender Studie insofern zu bestätigen, als das an beiden Untersuchungszeitpunkten hochsignifikante Korrelationen nachgewiesen werden können. Demzufolge haben die Voltigierer mit höheren Werten bei der BIA-Messung auch einen höheren Endomorphiewert. Die Prüfung auf Zusammenhänge zwischen BMI und ENDO verläuft, wie auch CARTER/HEATH (2005) berichten, nicht signifikant. CARTER/HEATH (2005) führen eine Menge an in Studien gemessener Somatotypen verschiedener Sportarten der letzten Jahrzehnte auf. Der Vergleich der Spitzensportler zeigt, dass Turner, Bodybuilder und auch Triathleten bei Frauen und Männern niedrige Endomorphiewerte vorweisen. Spielsportler liegen im Mittelfeld, Die Disziplinen Kugelstoßen und Diskuswurf bilden die obere Grenze (vgl. Tab 86). Voltigierer können nach diesen Untersuchungsergebnissen ähnlich wie Spielsportler in der Mitte der Sportarten eingeordnet werden.

Tab. 86 Heath-Carter-Somatotyp verschiedener Sportarten/Disziplinen  
(nach CARTER/HEATH 2005)

Sportart/Disziplin	Heath-Carter Somatotyp					
	Frauen			Männer		
	ENDO	MESO	EKTO	ENDO	MESO	EKTO
Triathlon	3,1	4,3	2,6	1,7	4,3	3,1
Turnen	2,2	3,9	3,3	1,5	6,0	2,0
Bodybuilding	2,5	5,1	2,5	1,6	8,7	1,2
Tennis	3,8	3,5	3,1	2,2	4,6	3,0
Volleyball	3,1	3,4	3,2	2,5	5,5	2,6
Schwimmen	2,9	3,7	3,6	2,1	5,0	2,9
Diskuswurf	5,3	5,3	1,6	3,2	7,1	1,1
Kugelstoßen	5,3	5,3	1,6	3,2	7,1	1,1
<b>Voltigieren</b>	<b>2,9</b>	<b>3,7</b>	<b>3,0</b>	<b>2,2</b>	<b>4,3</b>	<b>3,0</b>

Der **Mesomorphiewert** der weiblichen Voltigierer ist mit 3,7 im Prä- bzw. 3,6 im Post-Test als mittelhoch einzuordnen. Die muskuloskeletale Robustheit zeigt demnach keine signifikanten Veränderungen innerhalb des Messzeitraumes. Ein kaderspezifischer Vergleich weist einen signifikanten Unterschied beim Post-Test auf. Im Vergleich mit anderen Sportarten liegen die deutschen Spitzenvoltigiererinnen hinsichtlich des Mesomorphiewertes im unteren Mittelfeld. Die männliche Spitze des Voltigiersports weist mit konstant 4,3 höhere Werte auf als die Frauen, lässt aber im geschlechtsspezifischen Vergleich mit anderen Sportarten auf eine geringere muskuläre Ausprägung schließen (vgl. CARTER/HEATH 2005, FIESEL 2000). Mit Werten von über 4,0 werden aber gute Mesomorphiewerte erreicht. Neben dem Hypertrophietraining ist hier besonders das intramuskuläre Training zur weiteren Steigerung der Maximalkraft zur Leistungsverbesserung im Voltigiersport zu empfehlen.

CARTER/HEATH (2005) überprüften den Zusammenhang zwischen dem Mesomorphiewert und sportmotorischen Testverfahren bzw. Messungen zur Diagnostik der Kraftkomponente. Die meisten Studien präsentieren einen positiven Zusammenhang. Die im Voltigiersport durchgeführte Untersuchung bestärkt die bisherigen Ergebnisse. Auch hier gehen höhere Mesomorphiewerte mit besseren Ergebnissen bei den Maximalkrafttests einher.

Der **Ektomorphiewert** ermöglicht einen Zugang zur Skizzierung der relativen Länge. Große, schlanke Menschen haben dementsprechend höhere Ratings (vgl. FIESEL 2000). Männliche und weibliche Voltigierer unterscheiden sich nicht in ihrer Ektomorphie. Für beide Gruppen wird mit durchschnittlich 2,9 – 3,0 ein ungefähr gleiches Körperhöhe-Gewichts-Verhältnis gemessen. Es finden keine signifikanten Veränderungen im Untersuchungszeitraum statt, Bundes- und Landeskader separieren sich nicht signifikant voneinander. Eine Gegenüberstellung mit anderen Sportarten lässt erkennen, dass die weiblichen Pferdesportler im (oberen) Mittelfeld liegen, während die Männer im Vergleich zu anderen Sportarten an der oberen Spitze liegen. Es kann damit vorsichtig formuliert werden, dass männliche Voltigierer weniger Masse im Vergleich zu ihrer Körperhöhe haben als die meisten in Tabelle 84 beschriebenen Sportarten.

Eine weitere Interpretation des Somatotyps der Voltigierer kann aufgrund des **Somatoplots** vorgenommen werden. Die Werte der untersuchten Sportlerinnen weisen den mittleren Somatotyp dem „balanced mesomorphen“ Sektor zu (vgl. CARTER/HEATH 2005, DUQUET/CARTER 2001). Anhand der grafischen Darstellung ist eine Verschiebung der weiblichen Stichprobe innerhalb des Messzeitraumes nach Osten<sup>43</sup> ersichtlich. Die Aufsplitterung in Landes- und Bundeskader zeigt zudem, dass sich die Spitzensportler aufgrund von einer Muskelmassezunahme und Abnahme des relativen Körperfettanteils nach Nordosten verschieben, während die ohnehin schon schwächeren D-Kader-Athletinnen sich lediglich nach Osten verschieben. Somit kann anhand des Somatoplots auf eine bessere Trainingseffektivität in der Vorbereitungsphase bei den Bundeskader-voltigierern geschlossen werden. Die männlichen Sportler verschieben sich mit ihrem Somatoplot von der östlichen Grenze des „balanced mesomorphen“ Sektors am Ende des Messzeitraumes in den „ectomorphic mesomorphen“ Bereich. Der Anteil der relativen muskuloskelettalen Robustheit bleibt bei abnehmendem relativem Körperfettanteil konstant. Bei der Gegenüberstellung mit anderen Sportarten sind die männlichen Athleten des Voltigiersports wie Schwimmer, Spilsportler etc. im nordöstlichen Sektor wiederzufinden (vgl.

---

<sup>43</sup> Zur Verbesserung des Leseflusses wird zur Beschreibung des Somatoplots auf die Nennung der Sektoren überwiegend verzichtet. Stattdessen werden die allgemein gebräuchlichen geographischen Orientierungshilfen Nord, Süd, West und Ost gebraucht.

Ross u.A. 1989). Die weiblichen Sportler der jeweiligen Disziplin sortieren sich in der „balanced mesomorphen“ Kategorie ein (vgl. Abb. 101). Auch DANNER (2000) resümiert mit Verweis auf CARTER/HEATH, dass der mittlere Somatotyp des weiblichen Anteils einer Probandengruppe zumeist südwestlich der Männer und eher im endomorph dominierten Bereich zu finden ist. Die Männer hingegen sind eher im mesomorph dominanten Sektor einzuordnen.

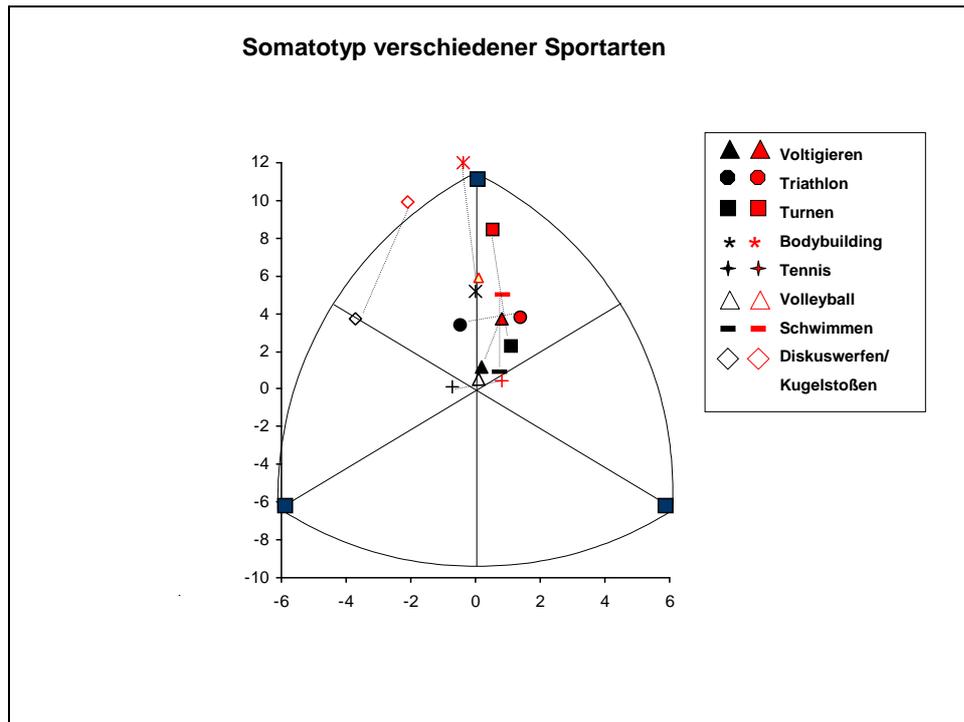


Abb. 101 Weibliche (▲) und männliche (▲) Somatotypen verschiedener Sportarten (vgl. CARTER/HEATH 2005)

Das **Alter** der Kadervoltgierer im Gruppenvoltgieren ist mit durchschnittlich 17 Jahren um zwei Jahre höher als das mittlere Alter, dass PEILER (2005) in seiner Studie bei 123 Gruppenvoltgierer der höchsten Leistungsklasse A herausstellte. Eine Erklärung dafür ist das für die vorliegende Studie angesetzte Mindestalter von 14 Jahren. Im Gegensatz zur Disziplin Gruppenvoltgieren liegen die untersuchten Einzelvoltgierer mit durchschnittlich 17 Jahren deutlich unter dem durchschnittlichen Alter der Athleten der höchsten Leistungsklasse EA. Für diese hält PEILER (2005) ein mittleres Alter von 20 Jahren fest. Ähnliche Daten liefert ZÜLOW (2006) in ihrer Untersuchung an internationalen Spitzenvoltgierern. Ihre Probandengruppe zeigt mit durchschnittlichen 23 Jahren ein deutlich höheres Alter. Aus der Altersstruktur und der Einstufung in die Kader wird deutlich,

dass im deutschen Voltigiersport oftmals die Disziplinen Gruppen- und Einzelvoltigieren im Jugendalter parallel auf hohem Niveau durchgeführt werden. Er-sichtlich wird dieses besonders aus der Einstufung etlicher Probanden sowohl in den Gruppen- wie in den Einzelkader. Das Abrufen der hohen Leistung setzt ein langjähriges Training voraus. Das zeigt auch das **Trainingsalter**. Mit durchschnittlich 11,5 Jahre kann auf ein junges Eintrittsalter von ca. fünf bis sechs Jahren geschlossen werden. Entsprechende Ergebnisse sind auch bei KROPP (1996) zu finden. Die positiven Korrelationen zwischen dem Alter und dem Trainingsalter sind ein weiteres deutliches Indiz dafür. Ein Vergleich zwischen Bundes- und Landeskaderathleten zeigt in dem Zusammenhang einen signifikanten Unterschied. Ein ähnliches Phänomen wie im Voltigieren sieht SAWELLION (2001) bei jugendlichen Turnern. Er resümiert, „dass Kinder und Jugendliche immer früher mit einem sportlichen Training bzw. dem Leistungssport beginnen, um dem internationalen Leistungsniveau gerecht zu werden“ (ebd.). Eine frühe Spezialisierung ist aber auch mit Gefahren des Übertrainings und mit Überlastungsschäden verbunden. SAWELLION (2001) ergänzt, dass aufgrund nicht vorliegender oder ungesicherter Erkenntnisse über Belastungsnormative im Training zur Erreichung der ökonomischen biologischen Adaptionen die Gefahr der Überbelastung in Sportarten mit frühem Eintrittsalter als Voraussetzung für eine internationale Wettbewerbsfähigkeit, sehr hoch ist. Ein langfristiger Leistungsaufbau mit einer vielseitigen Grundausbildung und einem adäquaten Aufbau-training wird in diesem Zusammenhang nachdrücklich gefordert (vgl. DE MARÉES 2002, GROSSER U.A. 2001, WEINECK 2002).

Im Durchschnitt beträgt der **Trainingsumfang** der deutschen Kadervoltigierer 13 Stunden an fünf Tagen in der Woche. Aufgrund der Wettkämpfe, die bei den überregionalen und (inter)nationalen Turnieren überwiegend über zwei bis drei Tage (an den Wochenenden) gehen, kann das Training in der Wettkampfsaison zumeist nur an bis zu fünf Tagen durchgeführt werden<sup>44</sup>. Mit den Ergebnissen werden die Angaben von ZÜLOW (2006) bestätigt, die in ihrer Untersuchung den gleichen wöchentlichen Stundenumfang ermittelte. Ein Vergleich mit den Er-

---

<sup>44</sup> Witterungsbedingte Einschränkungen wie Frost und Kälte sowie eingeschränkte Hallenkapazitäten sind weitere Einflussfaktoren. Auf die weitere Interpretation wird aber an dieser Stelle bewusst verzichtet.

gebnissen von PEILER (2005) macht deutlich, dass sich die Voltigierer des Spitzensports (D-, C-, B-, A-Kader) noch einmal von denen des Leistungssports (LK A Einzel- und Gruppenvoltigierern) abheben. Während sich Erstgenannte nicht hinsichtlich der Trainingstage/Woche von den A-Gruppen und -einzelvoltigierern abheben, ist aber ein deutlicher Unterschied hinsichtlich des wöchentlichen Stundenumfangs zu verzeichnen. Nach PEILER (2006) trainieren demzufolge A-Gruppen sieben Stunden/Woche und Einzelvoltigierer derselben Leistungsklasse acht Wochenstunden. Bundeskaderathleten separieren sich in vorliegender Untersuchung in ihrem wöchentlichen Trainingsaufwand von den Sportlern des Landeskaders. Es ist ein hoch signifikanter Mehraufwand an Gesamttrainingsstunden festzustellen. Ein sportartübergreifender Vergleich von EMRICH U.A. (2004) hinsichtlich des Trainingsumfangs von deutschen Bundeskadersportlern im Junioren- und Spitzenbereich kommt zu dem Ergebnis, dass Erstgenannte im Schnitt 13,7 Stunden/Woche trainieren, Spitzenathleten 18,3 Stunden/Woche. Demnach ist zu konstatieren, dass der Trainingaufwand eines deutschen Spitzenvoltigierers mit dem anderer Athleten im Spitzenbereich vergleichbar ist<sup>45</sup>.

### **Trainingsrahmendaten**

Eine Differenzierung der **Trainingsinhalte/Woche** zeigt, dass ca. 70 % der Tage und 50 % der Stunden dem Training auf dem Pferd gewidmet sind. Damit werden die Ergebnisse von ZÜLOW (2006) leicht übertroffen. Ihre männlichen Probanden trainierten nach eigener Aussage durchschnittlich 3,3 Stunden, die weiblichen Teilnehmer 4,6 Stunden. Die Schulung der konditionellen und koordinativen Fähigkeiten sowie das Techniktraining haben mit ungefähr zwei wöchentlichen Stunden je Aspekt ungefähr gleiche Wertigkeit. Das entspricht in etwa den Ergebnissen von ZÜLOW (2006). Ein kaderspezifischer Vergleich zeigt, dass Bundeskaderathleten signifikant mehr Tage auf Technik-, Kraft-, Koordinations- und sonstiges Zusatztraining verwenden als die aus dem Landeskader. Ebenfalls deutlich ist der Mehraufwand an Wochenstunden für ein gezieltes Beweglichkeitstraining.

---

<sup>45</sup> Zu den 13 Stunden Voltigiertraining kommt bei 71,1 % der Probanden mindestens eine Zusatzsportart hinzu, die in die Berechnung mit einfließt. Wird von der Zusatzsportart Reiten ausgegangen, die über 50 % der Kadervoltigierer betreiben, wird mit zusätzlichen 7,5 Stunden/Woche der mittlere Trainingsumfang deutscher Spitzenathleten sogar übertroffen.

Eine Aufstellung der **Zusatzsportarten** belegt, dass über 70 % der Kadersportler neben dem Voltigieren mindestens eine weitere Sportart regelmäßig betreiben. Dabei unterscheiden sich die Landeskaderathleten nicht signifikant von denen des Bundeskaders. Mit 56 % rangiert der Reitsport an erster Stelle der präferierten Sportarten. Es folgen die künstlerisch-kompositorischen Sportarten Tanzen und Turnen. Das Ranking entspricht den Ergebnissen von PEILER (2005). In dessen Studie an 608 aktiven Voltigierern ist Reiten mit 39 % die häufigste Zusatzsportart. Es folgen wie in vorliegender Studie der Tanzsport (9 %) und das Turnen (8 %). Auch HERRMANN (1993) stellte bereits eine Vorliebe zu den Sportarten Gerätturnen, Tanzen oder Ballett fest.

Mit durchschnittlich vier Stunden an zwei Tagen nehmen die Zusatzsportarten ein nicht unerhebliches Zeitkontingent in der Wochenplanung ein. Herausragend ist dabei vor allem der Trainingsaufwand für den Reitsport. Mit durchschnittlich 7,5 Stunden an vier Tagen wird dieser Sport mit einem großen zeitlichen Aufwand betrieben. Der Grund dafür ist sicherlich in erster Linie, dass die Voltigierer ihre Pferde neben dem Voltigiertraining oftmals zusätzlich selber reiten. Es ist davon auszugehen, dass der Reitsportler dabei zunächst die Intention verfolgt, den Partner Pferd im Sinne eines individuell gestalteten Ausgleichstrainings zu fördern. Tanzen und Turnen werden primär als Ergänzungsmaßnahme zum Voltigieren durchgeführt. Untermauert wird dies auch durch die Ergebnisse von PEILER (2005), der zu entsprechenden Ergebnissen wie die vorliegende Untersuchung kommt und vor allem die geringe Anzahl von Wettkämpfen als Hinweis dafür ansieht.

Die deutschen Kadergruppenvoltigierer nehmen in der Saison durchschnittlich an acht Wettkämpfen mit insgesamt zwölf Starts teil. Einzelvoltigierer haben in etwa die gleiche Anzahl an Veranstaltungen (neun Wettkämpfe), unterziehen sich aber im Mittel zwei Starts mehr. Die Korrelationsprüfung zeigt einen mittleren bzw. hohen Zusammenhang zwischen der Saison 2006, die als Untersuchungszeitraum fungiert hat, und der Durchschnittssaison. Gruppensportler haben 1,5 Starts/Veranstaltung, die Einzelathleten 1,6. Bundes- und Landeskader unterscheiden sich dabei nicht signifikant voneinander. Ein Vergleich mit den Sportlern derselben Leistungsklasse (LK A Gruppen- und Einzelvoltigieren) bei

PEILER (2005) zeigt in etwa das gleiche Bild. Demnach heben sich Kaderathleten hinsichtlich der Quantität der Wettkampfdaten nicht von anderen Sportlern der entsprechenden Leistungsklasse und Disziplin ab. Wird die von PEILER/PEILER (2006) dargestellte Jahresperiodisierung im Voltigieren zugrunde gelegt und die Terminliste von Voltigierterminen 2006 (vgl. PROVINZIAL VERBAND WESTFÄLISCHER REIT- UND FAHRVEREINE 2006) mit einbezogen, so kann davon ausgegangen werden, dass die Voltigierwettkämpfe in der Regel in den Monaten März/April bis September stattfinden. In der sechsmonatigen Wettkampfperiode findet demnach jedes dritte Wochenende ein Wettkampf für die Voltigierer der Kadergruppen und Einzelvoltigierer statt. Wird die Hypothese aufgestellt, dass Einzel- und Gruppenwettkämpfe für die Sportler nicht immer an denselben Wochenenden stattfinden, erhöht sich die Termindichte. Zu den Wettkämpfen müssen weiter Shows und Schaubilder (vgl. PEILER 2005) sowie vorbereitende Lehrgangsmaßnahmen und Trainingslager (vgl. PROVINZIAL VERBAND WESTFÄLISCHER REIT- UND FAHRVEREINE 2006) addiert werden. Demnach kann in der Wettkampfsaison von einer hohen physischen und psychischen Belastung ausgegangen werden, die es durch adäquate Regenerationszeiten und -maßnahmen zur Vorbeugung von Sportverletzungen und Überlastungssyndromen sowie zur Erhaltung der hohen Leistungsfähigkeit aufzufangen gilt (vgl. GEIGER 1997, GROSSER U.A. 2001, WEINECK 2002).

**Sportmedizinische Gesundheitsuntersuchungen** umfassen nach DSB/BL (2002) orthopädische und internistische Grunduntersuchungen (vgl. DE MARÉES 2002, DSB/BL 2002). Sie dienen neben der Eruierung der sportartspezifischen Eignung, der Erhaltung der Gesundheit, der Feststellung der Belastbarkeit, sowie der Primär- und Sekundärprävention von Sportverletzungen und Sport Schäden (vgl. DSB/BL 2002). Es ist festzustellen, dass lediglich annähernd 58 % der Spitzenvoltigierer einen derartigen jährlichen Check up durchführen lassen. 42 % der Kaderathleten sind nicht in dieses sportmedizinische System inkludiert. Es besteht dabei kein signifikanter Unterschied zwischen den Disziplinen oder der Kaderzugehörigkeit. Wird die Parallele zur Stichprobe von PEILER (2005) gezogen, kann konstatiert werden, dass sich Kadervoltigierer zwar eher einer jährlichen Routineuntersuchung unterziehen als A-Gruppen (nur 21 %) bzw. EA-Einzelvoltigierer (37 %). Dennoch muss auch festgehalten werden,

dass das Ergebnis im Sinne der „sportartspezifischen Gesundheitsfürsorge“ (DSB/BL 2002) als unzureichend einzustufen ist. EMRICH U.A. (2006) untersuchten die Gründe für eine Nichtinanspruchnahme von sportmedizinischen Betreuungssystemen an Bundeskaderathleten der vom DOSB geförderten Sportarten. Sie resümieren unter anderem als mögliche Gründe logistische Schwierigkeiten, Desinteresse oder mangelnde Kenntnis bzw. schlechten Informationsfluss. Dies könnten auch Gründe für die Athleten des Voltigiersports sein. Des Weiteren können fehlende finanzielle Möglichkeiten als weiteres Problem genannt werden, da Voltigieren als nicht olympische Sportart nicht zu den vom DOSB geförderten gehört und somit die Finanzierung zulasten des Spitzenverbands bzw. der Landesverbände oder des Sportlers geht. Eine Aufklärungsarbeit der Athleten und Heimtrainer über die Wichtigkeit der routinemäßigen Installation einer jährlichen sportmedizinischen Grunduntersuchung ist seitens der Landes- und Bundestrainer bzw. der zugehörigen Verbände zu fordern. Diese Auffassung teilt auch KROPP (1996). Sie geht auf der Grundlage ihrer Untersuchung der kardiozirkulatorischen und metabolischen Beanspruchung im Voltigiersport noch einen Schritt weiter und empfiehlt die Integration des Belastungs-EKGs in die sportmedizinische Untersuchung, da die metabolische und kardiopulmunale Beanspruchung als relativ hoch einzustufen ist (vgl. ebd.).

Die sportmedizinische Grunduntersuchung wird flankiert von weiteren **leistungsdiagnostischen Maßnahmen**, die zur Leistungsoptimierung und zur Gesunderhaltung der Spitzensportler beitragen sollen (vgl. PEILER/PEILER 2006). Die Ermittlung des Ist-Zustands der konditionellen und koordinativen Fähigkeiten gehört bei jedem zweiten Kadermitglied im Voltigieren zum festen Programm. Es besteht in der vorliegenden Untersuchung ein signifikanter Unterschied zwischen Bundes- und Landeskaderathleten. Jedoch fällt dieser erstaunlicherweise zu Ungunsten der Elite aus. Der Vergleich zeigt eine mangelnde Institutionalisierung der objektiven Maßnahmen bei den A-, B- und C-Kaderathleten. Interessant ist zudem die Häufigkeit der jährlich durchgeführten Untersuchungen. Während Bundeskadervoltigierer überwiegend einmal im Jahr eine Kontrolle vornehmen lassen, gibt es bei den D-Kadersportlern zwei Messzeitpunkte. Zu überprüfen wäre in weitergehenden Studien, ob dies ein zufälliges Ergebnis aufgrund der Stichprobenszusammensetzung ist oder ob tatsäch-

lich seitens der Landeskader mehr Investitionen in Leistungsdiagnostiken getätigt werden. Generell scheint die Leistungsdiagnostik im Voltigiersport nur eine marginale Rolle zu spielen. Dafür sprechen die vorliegende Untersuchung und die Studie von PEILER (2005), bei der lediglich fünf Prozent von 548 befragten Probanden die Frage nach der Nutzung oben genannter Systeme bejahten. Dieser Aspekt ist besonders interessant, weil die Einschätzung des Nutzens der durchgeführten Leistungsdiagnostik für die Trainingsarbeit von 73 % der Sportler als positiv bewertet wird. Besonders auffällig dabei ist die Umstellung des Trainings zugunsten der gezielten Behebung konditioneller und koordinativer Defizite. Resultierend aus den eigenen Erfahrungen vor und während der Untersuchung erachten 80 % die zukünftige Institutionalisierung einer Leistungsdiagnostik als festen Bestandteil in die Trainingsarbeit als sinnvoll. Die optimale Häufigkeit der saisonalen Durchführung liegt nach Ansicht der Spitzenvoltigierer bei zwei Messzeitpunkten (z.B. vor und nach der Vorbereitungszeit). In Anbetracht der vielen empirischen Belege über die Zweckdienlichkeit des Soll-Ist-Wert-Vergleiches bestimmter konditioneller und koordinativer Parameter (vgl. u.a. BÖS 2001, WEINECK 2002) sei bereits an dieser Stelle die Forderung nach einer voltigiersportspezifischen Leistungsdiagnostik unter dem Aspekt der Leistungsoptimierung erwähnt.

## **Beweglichkeit**

### **Aktive und passive Hüftbeweglichkeit**

Die Hüftbeweglichkeit wurde passiv im Quer- und Seitspagat am Boden und aktiv im Langhang an der Sprossenwand getestet. Die Testverfahren, die an Untersuchungen des DTB (2004) und RAPP/SCHODER (1977) angelehnt sind, ergeben, dass die weiblichen Spitzenvoltigiererrinnen beim Hin- und Rücktest im Bereich des Querspagats beidseitig ausgezeichnet, im Seitspagat mit sehr guten Ergebnissen abschneiden und sich damit hoch signifikant von ihren männlichen Kollegen unterscheiden, die deutlich schlechtere Ergebnisse vorweisen. Die hoch signifikanten Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen bei den **passiven** Beweglichkeitstests und den erreichten Wertnoten in der Pflichtübung Mühle zeigen, dass Voltigierer, die über ein hohes Maß an passiver Hüftbeweglichkeit verfügen, auch eine hohe Wertnote in der Mühle erzielen. Da Voltigierer im

Spitzenbereich in der Regel auf der linken Hand<sup>46</sup> turnen, wird die Bewegungsweite im Querspagat mit dem linken Bein in Vorhalte deutlich häufiger abverlangt als mit dem rechten Bein in Vorhalte<sup>47</sup>. Obwohl die Mittelwerte der Gesamtstichprobe beim Querspagat mit dem linken Bein in Vorhalte (Prä-Test: 4,6 cm/Post-Test: 3,6 cm) leicht besser sind als mit dem rechten Bein in Vorhalte (5,7 cm/3,9 cm), lässt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und der erreichten Wertnote im Aufsprung oder der Fahne feststellen. Das bedeutet, dass Voltigierer, die über bessere Beweglichkeitswerte als ihre Kollegen verfügen, nicht unbedingt auch höhere Pflichtnoten im Aufsprung oder der Fahne erzielen. Ein Grund könnte in der Komplexität der entsprechenden Pflichtübungen liegen. Andere konditionelle und koordinative Aspekte scheinen deutlich wichtiger für die ideale Bewegungsausführung zu sein als die Hüftbeweglichkeit. Hier wären für den Aufsprung Schnellkraft in den Armen und Beinen zu nennen und eine gute Ganzkörperspannung sowie das Beherrschen des technisch anspruchsvollen Bewegungsablaufes. Bei der Fahne könnte das Gleichgewicht und eine ausreichende isometrische Kraft von Schulter-, Rumpf- und Beinmuskulatur mehr Bedeutung für die korrekte Übungsausführung haben als die passive Beweglichkeit im Hüftgelenk.

Anzumerken ist, dass sich die verwendeten Tests, vor allem bei der passiven Hüftbeweglichkeit, zwar an die DTB-Vorlagen anlehnen, diese aber hinsichtlich der Testausführung und Leistungsklassifizierung vereinfachen. Die im Aufgabenbuch des DTB (2004) beschriebenen Testverfahren zur Überprüfung der passiven Hüftbeweglichkeit zeigen, dass die Anforderungen an die Flexibilität beim Gerätturnen höher einzustufen sind als beim Voltigieren. So gilt der Toleranzbereich von bis zu fünf Zentimetern zwischen Symphyse und Boden, den ein Voltigierer zum Erzielen eines ausgezeichneten Wertes von der Idealausführung beim Quer- und Seitspagat abweichen darf, im Turnen bereits als größerer Fehler. Die Vorgaben des DTB (2004) verschärfen auch deutlich die Klassifizierungen von RAPP/SCHODER (1977), die in einem Begabungstest im

---

<sup>46</sup> Das Pferd galoppiert auf einem ca. 15 Meter großen Zirkel gegen den Uhrzeigersinn.

<sup>47</sup> Dadurch, dass das Wettkampfprogramm auf der linken Hand gezeigt wird, findet auch das Training überwiegend auf der linken Hand statt und sorgt für eine Spezialisierung der Voltigierer. Der Aufsprung in der korrekten Bewegungsausführung verlangt ein hohes Maß an passiver Beweglichkeit im Querspagat mit dem linken Bein in Vorhalte. Ähnliches gilt auch für die korrekte Bewegungsausführung der Fahne.

Gerättturnen für 10- bis 14-jährige Jungen nach DICKHUT (1969) ein großzügigere Einteilung vornehmen. Nach DICKHUT (1969) dürfen die Probanden im Seit- wie auch im Querspagat Abweichungen von bis zu zehn Zentimetern zwischen Symphyse und Bank haben, um als sehr gut eingestuft zu werden. Mit dem rechten Bein in Vorhalte unterscheidet sich die Gesamtstichprobe vom ersten zum zweiten Test hoch signifikant, beim linken Bein sind signifikante Unterschiede zu registrieren. Auch im Seitspagat hebt sich die Gesamtzahl der getesteten Voltigierer hoch signifikant voneinander ab. Dies zeigt, dass sich die Kadervoltigierer über die Wintermonate bezüglich der passiven Beweglichkeit deutlich verbessert haben. Bei nachfolgenden Untersuchungen für Spitzenvoltigierer ist zu überlegen, ob die Anforderungen bzw. die Klassifizierungen für den Querspagat-Test zu erschweren sind, um eine größere Trennschärfe bei den sehr beweglichen Voltigierern zu erhalten.

Nicht so deutlich ist der Unterschied zwischen den Geschlechtern bei den Ergebnissen der **aktiven** Beweglichkeit, die für Frauen gute bis sehr gute, für die Männer durchschnittliche bis gute Werte zeigen. Ähnlich wie bei der passiven Beweglichkeit, ist auch hier ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen Leistungsdiagnostik und erbrachter Wertnote in der Mühle zu finden. Voltigierer, die über eine hohe aktive Beweglichkeit verfügen, erhalten auch für die Mühle höhere Wertungen als ihre Kollegen, die hier schlechter abschneiden. Auch dieser Test lehnt sich an den Vorgaben des DTB (2004) und FETZ/KORNEXL (1993) an, wird aber hinsichtlich der Anforderungen beim Voltigieren modifiziert. Die vereinfachte Hüftflexion im Langhang an der Sprossenwand mit einer fünfsekündigen Haltezeit je Bein bringt genügend Trennschärfe, um die Leistungen der Voltigierer zu klassifizieren. Die Gesamtstichprobe unterscheidet sich bei beiden Versuchsausführungen vom ersten zum zweiten Untersuchungstermin hoch signifikant.

Die untersuchten Kadervoltigierer, die für die Gruppe der Spitzenvoltigierer ein repräsentatives Ergebnis liefern, verfügen über eine sehr gute passive Hüftbeweglichkeit, die für den Anforderungsgehalt des Voltigierens ausreichend ist. Bei der aktiven Beweglichkeit haben die untersuchten Probanden das Optimum noch nicht erreicht. Während Bundes- und Landeskader sich bei der passiven

Beweglichkeit nicht signifikant unterscheiden, heben sie sich bezüglich der aktiven Beweglichkeit kurz vor Saisonbeginn beim Post-Test signifikant voneinander ab. Im Laufe der Saison ist ein Unterschied zwischen Bundes- und Landeskader hinsichtlich der Wettkampfbewertung der Mühle festzustellen. Dies kann unter anderem in den unterschiedlichen Beweglichkeitswerten bei der Hüftflexion begründet liegen. In der Mühle, die vor allem die Beweglichkeit abprüft, erzielt der Bundeskader im Durchschnitt eine Wertnote von 7,7<sup>48</sup> und der Landeskader nur eine 6,9. Wie bei allen verwendeten Testverfahren, werden die Komponenten Pferd und Technik nicht berücksichtigt und das Hauptaugenmerk auf die Unterschiede innerhalb der athletischen Aspekte gelegt.

### **Schulterbeweglichkeit**

Schulterbeweglichkeit wird beim Voltigieren in vielen Elementen verlangt. Allein in der Pflicht bedarf es einer genügenden Beweglichkeit im Schultergürtel, um die Elemente wie Aufsprung, Fahne, Schere und Flanke technisch korrekt turnen zu können. Zur Anwendung kommen bei der Leistungsdiagnostik der Voltigierer der **S-Haltetest**, auch bekannt als Kreuzgriff oder Back Scratch, sowie die Elevation und Extension der Schultern in Bauchlage. Der S-Haltetest kommt aufgrund seiner leichten Durchführbarkeit vor allem im Seniorenbereich zum Einsatz (vgl. MORROW u.A. 2000; RIKLI/JONES 2001), muss also für den Leistungssport deutlich verschärft werden, da die Nullgrenze, also das Berühren der Mittelfinger, nicht als optimal gelten kann. Die Zusammenhangsprüfung zwischen Alter und Beweglichkeit beim Back Scratch der Voltigierer ergab, dass mit zunehmendem Alter die Beweglichkeit der Probanden hoch signifikant ansteigt. Diese Zusammenhänge konnten weder bei der Hüftbeweglichkeit und dem Alter noch bei der Extension/Elevation und dem Alter registriert werden. Die altersbedingten „Verschleißerscheinungen“ scheinen hier noch nicht zum Tragen zu kommen, vielmehr können die älteren Kadervoltigierer, die den jüngeren leistungsmäßig überlegen sind, von der über viele Jahre antrainierten Beweglichkeit profitieren. Ähnlich wie bei der Überprüfung der Hüftbeweglichkeit ist ein hoch signifikanter Unterschied der Gesamtstichprobe zu den ver-

---

<sup>48</sup> Kritisch wird angemerkt, dass sich die Subjektivität des Voltigiersports vor allem in den Wertnoten niederschlägt. Das bedeutet, dass es zwar Regelwerke wie die Leistungs-Prüfungs-Ordnung (LPO) und die Richtlinien für das Voltigieren gibt, an denen sich die Richter orientieren, die Auslegung der Regelwerke aber im Ermessen der Richter liegt (vgl. SEIDEL 2004).

schiedenen Versuchzeitpunkten festzustellen. Überdurchschnittliche Ergebnisse werden mit dem rechten Arm über Kopf erreicht, deutlich schlechter sind die Ergebnisse mit dem linken Arm über Kopf. Bei beiden Versuchsausführungen hebt sich die Gesamtstichprobe hoch signifikant vom ersten zum zweiten Testtermin voneinander ab, gewinnt also über die Vorbereitungsphase an Schulterbeweglichkeit hinzu. Mit einem Mittelwert beim rechten Arm (Prä-Test: -7,5 cm / Post-Test: -9,4 cm) und beim linken Arm (-3,9/-5,4) entsprechen die Werte etwa denen, wie sie bei Rückschlagsportarten wie Tennis vorausgesetzt werden (vgl. ARNOT/GAINES 1990). Auffällig ist, dass mit dem rechten Arm bessere Resultate erzielt werden als mit links, obwohl beispielsweise bei der Fahne der linke Arm die Bewegung über Kopf ausführt und eine hohe Beweglichkeit im Schultergelenk verlangt. Eine Vermutung lässt Rückschlüsse zu, dass es an der überwiegenden Rechtshändigkeit der Voltigierer liegt, dass sie beim Kreuzgriff mit dem rechten Arm über Kopf besser abschneiden. Weiter ist festzustellen, dass es keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen bei der Leistungsdiagnostik und entsprechenden Pflichtübungen gibt, wo ausreichend Schulterbeweglichkeit gefragt ist. Das bedeutet zumindest für die Stichprobe der getesteten Voltigierer, dass andere Komponenten als eine hohe Schulterbeweglichkeit für eine gute Pflichtnote verantwortlich sind.

Die aktive **Elevation** der Schultern in Bauchlage zielt vor allem auf die Überprüfung der Schulterbeweglichkeit ab, die beim Aufsprung, der Fahne oder den Schwungübungen wie Schere und Flanke verlangt wird. ARNOT/GAINES (1990) erwähnen diesen Test im Zusammenhang der Mobilitätsprüfung der Schultern bei Schwimmern. Das bei ARNOT/GAINES dargestellte Verfahren zur Einordnung der Messergebnisse<sup>49</sup> kommt bei den Voltigierern nicht zum Einsatz, sodass sich die Klassifizierungen nicht vergleichen lassen. Als optimal wird für das Voltigieren ein Arm-Rumpfwinkel von mehr als 180 Grad angesehen, da dieser Bewegungsspielraum im Schultergürtel für eine ausgezeichnete Bewegungsausführung als notwendig betrachtet wird. Ähnlich wie beim Kreuzgriff können

---

<sup>49</sup> ARNOT/GAINES (1990) messen bei der Elevation in Bauchlage den Abstand zwischen Stab und Boden in Zentimeter. Je größer der Abstand des Stabes zum Boden, desto mehr Punkte erhält der Proband. Bei den Voltigierern wird der Arm-Rumpfwinkel mittels Foto und Winkelmesser bestimmt. Messungenauigkeiten aufgrund von unterschiedlichen Körpergrößen der Voltigierer können somit minimiert werden.

auch bei der Elevation keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Schulterbeweglichkeit und den erreichten Pflichtnoten bemerkt werden. Die Mittelwerte der Gesamtstichprobe von 177,7 Grad beim Prä-Test und 178,3 Grad beim Post-Test nähern sich dem Idealwert von 180 Grad deutlich an. Die geringfügigen Abweichungen vom angesetzten Spitzenwert scheinen bezogen auf die korrekte Bewegungsausführung der entsprechenden Pflichtübungen kein leistungslimitierender Faktor zu sein. Anderen konditionellen Komponenten, wie eine geringfügigere Kraft in Rumpf und Armen, kommt hier eine deutlich höhere Bedeutung zu (vgl. Diskussion Maximalkraft). Grundsätzlich sollte erwähnt werden, dass es sich bei den angewandten Messverfahren der Schulterbeweglichkeit um statische Ausführungen gehandelt hat, um eine genaue Messung zu gewährleisten. In der Voltigierpraxis kommt neben der statischen Schulterbeweglichkeit, wie sie bei der Fahne gefordert ist, auch die dynamische Beweglichkeit in den Schwungübungen zum Einsatz. In der Dynamik können also kurzzeitige, größere Bewegungsamplituden erreicht werden, die in den beschriebenen Tests unberücksichtigt bleiben.

Der Anforderungsgehalt beim zweiten Teil der Schere suggeriert, dass für eine hohe Wertnote in der Schere ein ausreichendes Maß an Schulterbeweglichkeit erforderlich ist, um sich der optimalen Bewegungsausführung anzunähern. Dies konnte für die getesteten Spitzenvoltigierer bei der **aktiven Extension in der Bauchlage** so nicht bestätigt werden, denn es wurden keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Schulterbeweglichkeit und der Wertnote in der Schere herausgefunden. Widersprüchlich erscheint auch, dass die Männer deutlich schlechter bei der Extension abschneiden als die Frauen, aber mit einer Durchschnittsnote von 8,0 im Gegensatz zu den Frauen (Wertnote 7,3) besser bewertet werden. Anzumerken ist hier, dass sich die Note in der Schere aus zwei Teilen zusammensetzt. Es wird eine Wertung für den ersten Teil vergeben, der ganz andere körperliche Voraussetzungen abprüft als der zweite Teil. Anhand des Bewertungsbogens, den der Voltigierer erhält, ist in der Regel nur eine Gesamtnote für die Schere vermerkt. Das bedeutet, ein schlechterer zweiter Teil in der Schere kann durchaus mit einer hohen Wertung im ersten Teil ausgeglichen werden. Um einen Zusammenhang zwischen dem zweiten Teil der Schere und den Ergebnissen bei der Extension herstellen zu können, müsste der zweite

Teil der Schere separat benotet werden. Während beim Hintest sich die beiden Kader nicht signifikant voneinander abheben, schneidet der Bundeskader beim Rücktest signifikant besser ab als der Landeskader und weist auch über die anschließende Saison die besseren Pflichtnoten bei den Schwungübungen vor.

### **Beinkraft**

Betrachtet man die Ergebnisse der isokinetischen Kraftmessung beim **Leg Extension** und beim **Leg Curl** bei einer Winkelgeschwindigkeit von 60 %s, so lässt sich allgemein feststellen, dass die getesteten Probanden, die ein Spiegelbild des deutschen Spitzenvoltigierens sind, eher durchschnittliche bis schwache Ergebnisse erzielen. Der Einordnung der Messergebnisse lag eine umfangreiche Untersuchung mit 1.286 Probanden von HÖLTKE/STEUER (2001) zugrunde, die auf Reliabilitätskoeffizienten von .953 bis .996 verweisen. Obwohl sich die Kraftwerte der Voltigierer an die Ergebnisse der eben genannten Autoren anlehnen, muss methodenkritisch erwähnt werden, dass es sich zwar um ähnliche Messsysteme gehandelt hat, mit denen die Probanden getestet wurden. Die Testgeräte weisen aber nicht das gleiche Fabrikat vor. Bezogen auf die Kraft der Kniestrecke wurden die Ergebnisse der weiblichen Voltigierer als schwach und die der Männer als durchschnittlich eingeordnet. Für die Kniebeuger ergibt sich mit durchschnittlichen bis guten Werten ein besseres Bild. Außerdem kann ein hoch signifikanter, positiver Zusammenhang zwischen der Kraft der Kniestrecke und der Sprunghöhe beim Drop Jump hergestellt werden. Die Beziehung zwischen isokinetischer, konzentrischer Maximalkraft und der erreichten Sprunghöhe untersuchten auch DESTASO U.A. (1997). Sie konnten nachweisen, dass Probanden (n = 30) mit einer besseren Maximalkraft der Kniestrecke auch eine größere Sprunghöhe vorweisen konnten. Diese Ergebnisse können aber nur bedingt miteinander verglichen werden, da DESTASO U.A. (1997) bei der isokinetischen Kraftmessung mit einer Winkelgeschwindigkeit von 120% und beim Drop Jump mit einer Sprunghöhe von 50 cm gearbeitet haben. Auffällig bei der Leistungsdiagnostik der Voltigierer ist aber, dass sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Aufsprungnote und der Kraft der Kniestrecke herstellen lässt. Voltigierer, die mehr Kraft in den Kniestreckern haben, schneiden beim Aufsprung nicht unbedingt besser ab als ihre Kollegen, die schwäche-

re Kraftwerte vorzeigen. Dies lässt die Vermutung zu, dass die Maximalkraft der Kniestrecker alleine nicht ausreicht, um eine hohe Wertnote beim Aufsprung zu erzielen, aber eine wichtige Voraussetzung ist, um eine gute Sprungkraft zu entwickeln, die wiederum bedeutende Auswirkung auf das Gelingen des Aufsprungs hat. Begründet werden könnte die Vermutung damit, dass die komplexe Bewegung des Drop Jumps, die das Zusammenwirken verschiedener Muskelgruppen und eine entsprechende Sprungtechnik verlangt, dem Anforderungsgehalt des Voltigierens eher entspricht als die isolierte Bewegung beim Leg Extension. HÖLTKE U.A. (1997) bestätigen ein ähnliches Phänomen bei Leistungsschwimmern und der erzielten Kraft der Beinstrecker bei der Leg Extension. Sie berichten von einem relativen Kraftwert der Gesamtstichprobe von 2,708 [Nm/kg] bei 60° Winkelgeschwindigkeit, der na hezu identisch ist mit dem Kraftwert der Kniestrecker bei Voltigierern. Auch HÖLTKE U.A. konnten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Leistungsniveau im Schwimmen und dem erbrachten Kraftwert bei der Leg Extension herstellen. Sie weisen aber darauf hin, dass GRÄVE (1990) sehr wohl hoch signifikante Zusammenhänge zwischen diesen beiden Messgrößen finden konnte. Bewusst wurde in der vorliegenden Arbeit auf eine isokinetische Bestimmung der Schnellkraft der Knieextensoren verzichtet, da sich hier die Ergebnisse der isokinetischen Kraftmessung nur schwer auf physiologische Bewegungsabläufe übertragen lassen (vgl. MAYER U.A. 1994). Eben genannte Autoren halten fest:

„Sportarten, bei denen die Schnellkraftkomponente besondere Bedeutung erlangt wie beispielsweise Hochsprung, Weitsprung, Skispringen oder auch Squash und Tennis sind durch eine komplexe Bewegungsausführung gekennzeichnet, was bedeutet, daß durch isokinetische Meßsituationen sportartspezifische Schnellkraftmuster nur sehr ungenau nachvollzogen werden können.“ (ebd. 1994, 279)

Die von MAYER U.A. (1994) komplexe Bewegungsausführung ist auch für das Voltigieren zutreffend, wobei die Schnellkraftkomponenten nur ein Teil des Bewegungskomplexes ausmachen.

Werden die Werte der Knieextensoren, die bei dieser Leistungsdiagnostik erzielt worden sind, mit Untersuchungen am OSP (vgl. OSP WESTFALEN WARENDORF 2005) mit Voltigierern aus den Jahren 2004 und 2005 verglichen, so lässt

sich Folgendes feststellen: Den Mittelwerten der Frauen von 2,6 [Nm/kg] (Prä-Test) und 2,5 [Nm/kg] (Post-Test) aus der vorliegenden Untersuchung stehen im Jahr 2004 ein Durchschnittswert von 2,6 [Nm/kg] und 2005 ein Wert von 2,5 [Nm/kg] gegenüber. Männer kommen im Prä- und Post-Test auf jeweils 3,1 [Nm/kg] und wurden in den Jahren 2004 mit 3,2 [Nm/kg] und 2005 mit 3,1 [Nm/kg] gemessen. Obwohl es sich bei den ersten Untersuchungen in den Jahren 2004/2005 nur um eine kleine Stichprobe (2004:  $n = 14$ , 2005:  $n = 13$ ) an Leistungsvoltigierern gehandelt hat, ändern sich die Werte mit Hinzunahme des Bundeskaders und einer deutlich größeren Stichprobe nicht erkennbar. Wird ausschließlich der Unterschied zwischen Bundes- und Landeskader beim Post-Test betrachtet, so ist dieser nicht signifikant. Folglich sind andere Komponenten für die unterschiedliche Voltigierleistung verantwortlich als die Kraft der Kniestrecker.

Am OSP in Warendorf wurde im Zeitraum zwischen 1993 und 2006 insbesondere die Kraffähigkeit der Beinstrecker- und Beinbeuger bei Volleyballspielern getestet (vgl. OSP Westfalen Warendorf 2007). Im gesamten Zeitraum nahmen 208 weibliche und elf männliche Volleyballer an den isokinetischen Kraftmessungen teil, die gemäß den Versuchsabläufen der Voltigierer untersucht wurden. Der OSP registrierte über die verschiedenen Altersklassen und Testzeitpunkte hinweg Mittelwerte der Kniestrecker bei den Damen von 2,8 [Nm/kg] und bei den Herren von 2,9 [Nm/kg]. In dem zuvor angegebenen Untersuchungszeitraum kamen die weiblichen Volleyballer auf Kraftwerte beim Leg Curl von 1,9 [Nm/kg] und die Männer auf einen Mittelwert von 2,0 [Nm/kg]. Die getesteten Voltigierer weisen in der vorliegenden Arbeit 1,6 [Nm/kg] bei den Frauen und 2,0 [Nm/kg] bei den Herren vor. Auffällig ist, dass Voltigierer und Volleyballer, die an demselben Messgerät und unter nahezu gleichen Versuchsbedingungen getestet wurden, auch auf einem gleichen Leistungsniveau liegen. Dieses Ergebnis lässt sich aufgrund des unterschiedlichen Leistungsprofils dieser beiden Sportarten im Vorfeld nicht vermuten.

Die isokinetisch gemessene Kraft der **Beinbeuger** wirkt sich nicht unbedingt auf die Qualität der Pflichtübungen aus, da sie nicht primär in Bewegungen von Pflichtübungen gefordert ist. Lediglich bei der Pflichtübung Stehen sind die

Kniebeuger intensiver an der Bewegung beteiligt und haben einen signifikanten positiven Zusammenhang zur Pflichtwertnote. Dennoch führen unterschiedliche Kraftvoraussetzungen zwischen Kniebeuger und Strecker zu muskulären Dysbalancen. Als physiologisch geben MAYER U.A. (1994) ein Kraftverhältnis von Kniebeugern und -strecken von 0,6 bis 0,7 an, merken aber an, dass die Verhältnisse zwischen diesen beiden Muskelgruppen vorsichtig zu deuten sind. Auch die Kraftverhältnisse der Voltigierer liegen in einem ähnlichen Bereich und sind nach HÖLTKE/STEUER (2001) als gut zu betrachten. Es gilt aber zu berücksichtigen, dass das gute Kraftverhältnis in einem eher durchschnittlich bis schwach einzustufenden Kraftniveau der Kniestreckmuskulatur der Voltigierer begründet liegt. Wie bereits erwähnt, können zwar keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Leistungsdiagnostik und Verletzungshäufigkeit hergestellt werden. Es ist aber zu bedenken, dass das vorhandene Muskelkorsett der unteren Extremitäten, insbesondere des Knies, für die hohen Belastungen, die bei Landungen entstehen, zu gering ist (vgl. BRÜGGEMANN/KRAHL 2000). Es ist davon auszugehen, dass sich der athletische Zustand des Voltigierers nicht nur auf seine Leistungen, sondern auch auf seine Verletzungshäufigkeit auswirkt. Nur wer über ausreichende körperliche Grundlagen verfügt – dies bezieht sich in diesem Zusammenhang auf eine genügende Kniebeuge- und -streckmuskulatur – kann auch eine gute Bewegungstechnik und -ausführung vorweisen.

### **Sprungkraft**

Der Drop Jump zur Überprüfung der reaktiven Sprungkraft scheint dem Anforderungsgehalt des Voltigierens eher zu entsprechen als der Squat Jump oder der Counter Movement Jump, da gerade bei den Bodensprüngen sehr kurze Kontaktzeiten vorherrschen. Hier kommen die von SCHMIDTBLEICHER (1984) geschilderten Teilkomponenten zum Tragen, die das reaktive Kraftverhalten kennzeichnen: Amortisationsfähigkeit, Beschleunigungsfähigkeit und Vorspannung. Über die geeignete Testform zur Überprüfung der Sprungkraft von Voltigierern gibt es in der Literatur durchaus verschiedene Auffassungen (vgl. ZÜLOW 2006, SEIDEL 2004). Die signifikanten Zusammenhänge zwischen Leistungsdiagnostik und Aufsprung-Wertnote zeigen, dass Voltigierer mit einer hohen Sprungkraft auch eine höhere Wertnote beim Aufsprung erzielen. Im Gegensatz zu den Be-

weglichkeitstests, bei denen die männlichen Voltigierer deutlich schlechter abschneiden als die Kolleginnen, zeigt sich beim Drop Jump, dass die Männer hoch signifikant höher springen als die Voltigiererrinnen. Methodenkritisch angemerkt werden sollte hier, dass beim Drop Jump ausschließlich die Sprunghöhe und die Kontaktzeit erfasst wurden, eine Einordnung der relativen Sprunghöhe bezogen auf das Körpergewicht wurde nicht vorgenommen, da unabhängig des Geschlechts und der Körperkonstitution alle Voltigierer die gleichen Anforderungen zu erfüllen haben. Der deutliche Unterschied in der Sprunghöhe macht sich auch an den Wertnoten bemerkbar, denn einer Durchschnittswertnote von 7,8 bei den Männern steht eine 6,6 bei den Frauen gegenüber. An dieser Stelle wird angemerkt, dass es in der Weiterentwicklung des Voltigiersports zu überlegen ist, die Anforderungen auf das jeweilige Geschlecht abzustimmen. Frauen sind grundsätzlich aufgrund ihrer körperlichen Voraussetzungen beispielsweise beim Aufsprung nicht in der Lage, die Kraft der Männer zu entfalten. Männer wiederum haben in der Regel nicht die Beweglichkeit der Frauen, die bei der Pflichtübung Mühle oder dem Technikelement Standspagat gestützt (seitwärts auf dem Pferderücken) gefordert wird.

Da der Aufsprung eine hochkomplexe Übung ist (vgl. PEILER/PEILER 2006), kann die Aufsprungnote nicht ausschließlich mit der Sprungkraft in Verbindung gebracht werden. Entscheidende Komponenten sind weiter die Schnellkraft in den Armen, die Rumpfkraft, die Beweglichkeit im Hüftgelenk, das Beherrschen der Technik und somit auch koordinativen Fähigkeiten. Die Trainingspraxis zeigt, dass der Aufsprung schwerer zu verbessern ist als andere Pflichtelemente. Folglich ist die Durchschnittsnote des Aufsprungs im Wettkampf mit 6,8 im Vergleich zu anderen Pflichtübungen auch deutlich am tiefsten bewertet.

Im Gegensatz zur Koordination oder auch zur Beweglichkeit ist bei den jeweiligen Geschlechtern nahezu der identische Sprungkraftwert beim Hin- und Rücktest festzustellen. Das könnte darauf hindeuten, dass Kraftzuwächse entweder schwerer zu erreichen sind als Fortschritte in anderen konditionellen Bereichen oder dass die getesteten Voltigierer die Sprungkraft nicht spezifisch genug trainieren und deshalb keine bzw. geringe Verbesserungen vorzeigen.

Dass Kraftzuwächse im Bereich der reaktiven Sprungkraft zu erreichen sind, fand unter anderem HALEVA (2005) heraus, der mögliche Einflussfaktoren eines Vibrationstrainings auf die Maximalkraft, Schnellkraft, Reaktivkraft und Kraftausdauer untersuchte. Er konnte feststellen, dass mithilfe des Vibrationstrainings, also traditionelles Krafttraining mit Vibrationsbelastung, Leistungssteigerungen im Drop Jump von bis zu 17,2 % (vgl. ebd.) festzustellen waren. Da bei den getesteten Voltigierern keine signifikanten Fortschritte bezüglich der Sprungkraft von der ersten zur zweiten Leistungsdiagnostik gemacht worden sind und die Gesamtstichprobe nur mit durchschnittlichen Ergebnissen abgeschnitten hat, scheint hier mit anderen Trainingsmethoden noch Entwicklungspotenzial zu sein.

Bereits in den Jahren 2003 und 2004 wurden am Olympiastützpunkt Westfalen in Warendorf Leistungsdiagnostiken mit Landeskadervoltigierern durchgeführt. 2004 kamen die Frauen beim Drop Jump auf einen Mittelwert von 28,9 cm, die Männer auf einen Durchschnittswert von 41,9 cm, wobei die Gesamtstichprobe nur 13 Probanden umfasste (vgl. OSP WESTFALEN WARENDORF 2005). ZÜLOW (2006) untersuchte die Sprungkraft von Voltigierern mittels Counter-Movement Jump. Auch sie stellte ein Kräfteübergewicht zugunsten der Männer fest, die eine durchschnittliche Sprunghöhe von 38,72 cm vorweisen konnten. Die getesteten Voltigiererinnen kamen auf einen Mittelwert von 27,81 cm. SEIDEL (2004) untersuchte an 16, fast ausschließlich weiblichen, A-Gruppen-Voltigierern ebenfalls die Sprungkraft mittels Squat-, Counter Movement- und Drop Jump aus 20 cm Sprunghöhe (vgl. Tab. 87 und Tab. 88). Sie vermutete einen positiven Zusammenhang zwischen der erreichten Sprunghöhe und der Höhe der Wertnote für die Pflichtübung Aufsprung.

Tab. 87 Sprungkraftergebnisse von A-Gruppenvoltigierern, Prä-Test (SEIDEL 2004, 62)

	Versuchs- gruppe I	Versuchs- gruppe II	Versuchs- gruppe gesamt	Kontroll- gruppe I	Kontroll- gruppe II	Kontroll- gruppe gesamt
Ø-Squat in cm	28,60 ±1,054	29,42 ±5,702	29,06 ±4,106	27,21 ±5,931	26,89 ±6,231	27,07 ±5,528
Ø- Counter in cm	31,3 ±0,71	30,96 ±6,464	31,11 ±4,595	28,62 ±5,7	29,62 ±6,338	29,05 ±5,47
Ø- Drop in cm	31,27 ±2,381	31,37 ±4,364	31,32 ±3,413	29,9 ±7,406	33,54 ±3,246	31,46 ±5,893
Ø- Kon- taktzeit in ms	217 ±53,634	223,6 ±42,577	220,67 ±44,691	219,25 ±41,955	183,33 ±6,506	203,86 ±35,536

Tab. 88 Sprungkraftergebnisse von A-Gruppenvoltigierern, Post-Test (SEIDEL 2004, 63)

	Versuchs- gruppe I	Versuchs- gruppe II	Versuchs- gruppe gesamt	Kontroll- gruppe I	Kontroll- gruppe II	Kontroll- gruppe gesamt
Ø-Squat in cm	25,35 ±3,865	27,86 ±6,157	26,75 ±5,129	26,82 ±4,82	30,29 ±6,271	26,88 ±4,973
Ø- Counter in cm	28,84 ±2,426	31,01 ±7,877	30,05 ±5,877	27,86 ±3,947	31,78 ±5,758	29,54 ±4,82
Ø- Drop in cm	30,19 ±3,189	32,45 ±5,419	31,45 ±4,463	29,39 ±4,172	35,71 ±5,32	32,1 ±5,433
Ø- Kontakt- zeit in ms	236,25 ±45,858	219,2 ±34,157	226,78 ±38,114	243,5 ±44,313	179,67 ±22,723	216,14 ±48,147
Ø- Auf- sprungnote	5,72± 0,4	6,13± 1,49	5,94 ±1,105	6,17 ±0,735	6,39 ±1,455	6,26 ±0,995

Ihre Zusammenhangsprüfung ergab, dass es zwischen der Sprungkraft der Voltigierer und Aufsprungnoten einen signifikanten Zusammenhang gibt. Dieser ist nach ihrer Untersuchung beim Counter-Movement Jump am deutlichsten, im Drop Jump am geringsten sichtbar (ebd.). Die Auswirkungen der Sprungkraft auf den Aufsprung können in der vorliegenden Arbeit bestätigt werden, allerdings für den Drop Jump, wo signifikante Zusammenhänge zwischen den Komponenten Sprunghöhe und Höhe der Aufsprungnote registriert werden konnten. SEIDEL (2004) konnte für sechs Probanden Bodenkontaktzeiten beim Drop Jump von weniger als 200 ms feststellen, der Mittelwert lag deutlich über 200 ms (vgl. Tab). Die Leistungsdiagnostik der Kadervoltigierer in Warendorf ergab beim Prä- wie auch Posttest Mittelwerte von weniger als 200 ms. Dies lässt vermuten, dass besser trainierte und leistungsstärkere Voltigierer auch über bessere Bodenkontaktzeiten verfügen, obwohl bei der Leistungsdiagnostik keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Bodenkontaktzeit beim Drop Jump

und Aufsprung hergestellt werden konnten. Zu klären ist allerdings in weiterführenden Untersuchungen, welcher Sprungkrafttest dem Anforderungsprofil des Voltigierens am ehesten entspricht.

Vergleicht man die erbrachten Sprunghöhen der Voltigierer in der vorliegenden Arbeit mit anderen Sportarten, so stehen den Mittelwerten der Männer von 37,1 cm und den Werten der Frauen von 30,2 cm folgende Ergebnisse gegenüber: PIEPER (2006) hat im Rahmen einer Leistungsdiagnostik der Laufschnelligkeit im Tennis auch Werte von Kaderspielern beim Drop Jump erfasst. Weibliche Tennisspielerinnen (n = 64) kamen auf einen Mittelwert von 22,02 cm bei einer durchschnittlichen Kontaktzeit von 191,2 ms, männliche Tennisspieler (n = 58) auf 21,65 cm bei einer Kontaktzeit von 193,2 ms. Während er beim Squat Jump und Counter-Movement Jump Sprunghöhen deutlich zugunsten der Männer registrieren konnte, schnitten die Frauen beim Drop Jump besser ab. WEINECK (2002) veranschaulicht Testwerte, die bei Volleyballspielern erfasst worden sind. Gemessen wurde hier der beste Drop Jump-Versuch vor und nach einem speziellen Sprungkrafttraining. Vor allem die Prä-Test-Werte bei den Herren von durchschnittlich 39,3 cm und bei den Damen von 30,7 cm entsprechen in etwa denen, wie sie bei Voltigierern gemessen worden sind. Am Beispiel der männlichen Volleyballspieler, die beim Post-Test mit 45,1 cm signifikant höhere Werte erzielen als beim Prä-Test, erhärtet sich die Vermutung, dass das Sprungkrafttraining von Voltigierern defizitär ist und Verbesserungen mit einem gezielteren Training durchaus möglich sind. Die Vergleichswerte der Sprunghöhen müssen mit einer kritischen Distanz betrachtet werden, da in den Vergleichsstudien teilweise keine Angaben zu Absprunghöhen gemacht werden. Untersuchungen am OSP in Warendorf im Zeitraum von 1993 bis 2006 an 44 weiblichen Volleyballern bestätigen ein ähnliches Leistungsniveau wie beim Voltigieren (vgl. OSP WESTFALEN WARENDORF 2007). Aus einer Sprunghöhe von 28 cm kamen die Volleyballerinnen auf einen Mittelwert von 30,43 cm. Auffällig ist, dass die Kraftwerte, die für die Volleyballerinnen am OSP beim Drop Jump, Leg Extension und Leg Curl gemessen worden sind, dem Leistungsstand der getesteten weiblichen Voltigierer entsprechen.

Dass mit mehr Maximalkraft der Kniestrecke auch eine erhöhte Sprungkraftleistung einherzugehen scheint, lässt die Korrelationsprüfung zwischen der erreichten Sprunghöhe beim Drop Jump und der gemessenen Maximalkraft der Kniestrecke vermuten. Es besteht hier ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen den Ergebnissen. Voltigierer, die bessere Sprunghöhen als ihre Kollegen vorweisen konnten, kamen auch auf bessere Maximalkraftwerte bei den Kniestreckern und -beugern.

### **Rumpfkraft**

Richtet man den Blick auf die Ganzkörperspannung, so ist davon auszugehen, dass Voltigierer, die über eine gute isometrische Maximalkraft der Rumpfbeuger und Strecker verfügen sollten, diesbezüglich besser abschneiden als Sportarten, bei denen eine isometrische Rumpfkraft eine geringere Rolle spielt. Aufgrund von Voruntersuchungen mit Landeskadervoltigierern am OSP in Warendorf in den Jahren 2004 und 2005 sowie des Anforderungsprofils dieser Disziplin wurden die Einordnungen der Leistungen in der vorliegenden Arbeit vorgenommen. Wird das Hauptaugenmerk auf die relativen Maximalkraftwerte beim Post-Test gelegt, also die letzten Werte mit dem die Spitzenvoltigierer in die Saison 2006 gegangen sind, so fällt Folgendes auf: Männer erreichen bei den Rückenstreckern im Durchschnitt 9,5 [Nm/kg], Frauen kommen auf 7,0 [Nm/kg] und bewegen sich dabei im Wertebereich des Prä-Tests. Es konnten also keine erkennbaren Leistungszuwächse über das Wintertraining bei den Kraftwerten der Rumpfstrecker erreicht werden. Für die Rumpfbeuger wurden 8,5 [Nm/kg] bei den Männern und 6,4 [Nm/kg] bei den Frauen registriert. Die Kraft der Rumpfbeuger nahm im Vergleich zum Prä-Test bei den Männern leicht und bei den Frauen deutlich zu. Die gesamte Rumpfkraft der Voltigierer wird als durchschnittlich bei den Frauen und als gut bei den Männern klassifiziert.

VERDONCK (2002) spricht bei Leistungssportlern von Richtwerten für die isometrische Maximalkraft des Rumpfes von 11 [Nm/kg] bei Männern und 9 bis 10 [Nm/kg] bei Frauen. Auch wenn in Abb. 102 die Ergebnisse der untersuchten Voltigierer zum Zwecke einer groben Standortbestimmung mit Werten anderer Sportarten verglichen werden, so ist dieser Vergleich mit Vorsicht und einer kri-

tischen Distanz zu betrachten. Die Messungen der Voltigierer sowie die Tests der oben genannten Autoren sind zwar beide im Stand vorgenommen worden, lassen sich aufgrund der verschiedenen Messsysteme mit ihren unterschiedlichen Probandenpositionierungen und Versuchsdurchführungen nur schwer vergleichen (vgl. VERDONCK U.A. 2003).

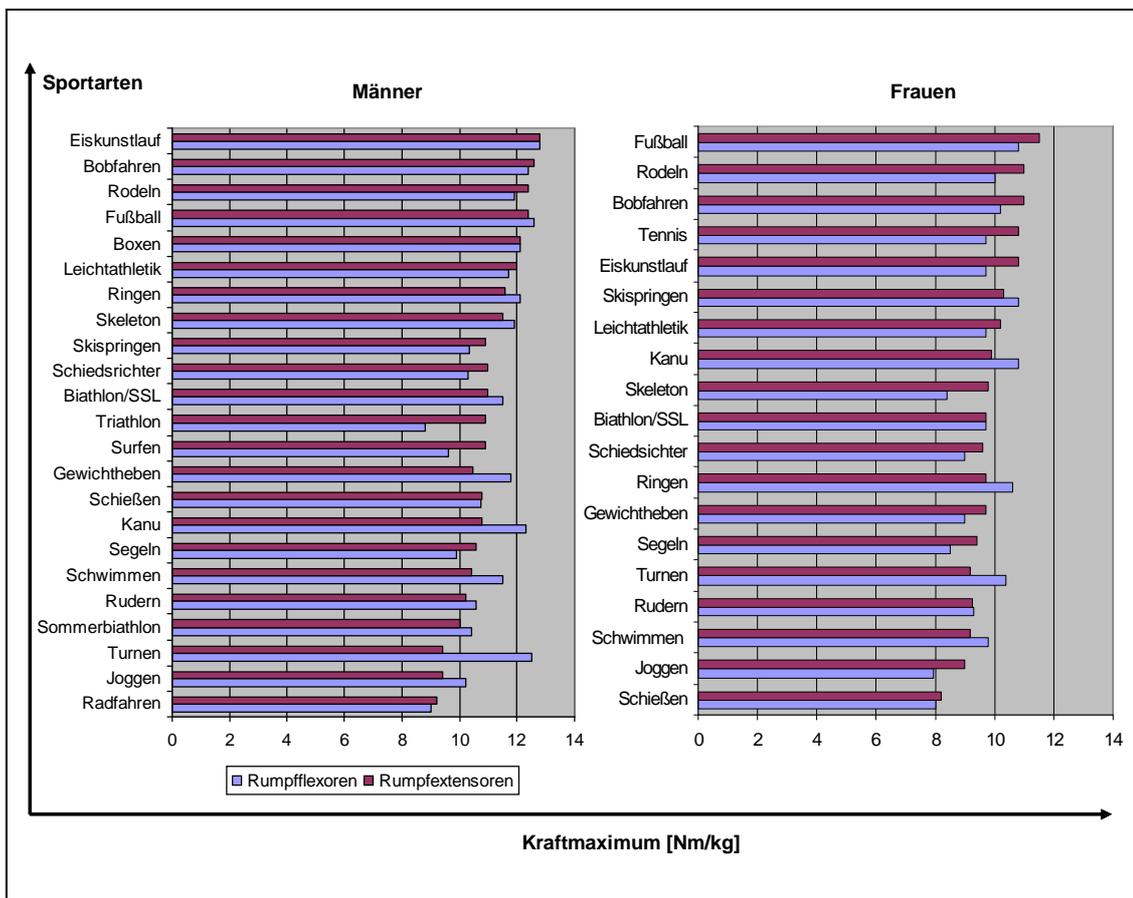


Abb. 102 Isometrische Maximalkraftwerte [Nm/kg] der Rumpfstrecker und -beuger in unterschiedlichen Sportarten bei Männern und Frauen im Alter zwischen 15 und 29 Jahren (modifiziert nach VERDONCK u.a. 2003)

An der Abb. 102 fällt auf, dass je nach Anforderungsprofil der Sportart die Rumpfstrecker bzw. die Rumpfbeuger bessere Kraftwerte vorweisen als ihre Gegenspieler. Würde man die abgebildeten Werte mit denen der Voltigierer vergleichen, so würden die Voltigierer bei den Herren wie bei den Damen auf dem Kraftniveau von Radfahrern bzw. von Schießsportlern liegen. Aufgrund des Anforderungsgehaltes des Voltigierens ist aber zu vermuten, dass das Eiskunstlaufen und das Turnen dem Kraftprofil des Voltigierens näher liegen müssen.

ten als das Radfahren oder Schießen. Um einen realistischen Vergleich des Voltigierens mit anderen Sportarten herstellen zu können, müssten die gleichen Versuchsbedingungen vorhanden sein. Wie sehr die Ergebnisse von der Versuchsdurchführung abhängen, zeigen auch die Ergebnisse von ZÜLOW (2006), die eine isometrische Maximalkraftmessung der Rumpfbeuger und -strecker bei Voltigierern im Sitzen durchgeführt hat. Sie konnte sowohl für die Kraft der Rumpfbeuger (Männer: 11,56 [Nm/kg], Frauen: 11,84 [Nm/kg]) als auch für die Rumpfstrecker (Männer: 27,72 [Nm/kg], Frauen: 26,19 [Nm/kg]) deutlich höhere Werte registrieren als in der vorliegenden Untersuchung. Betrachtet man nur die relativen Kraftwerte der Rumpfstrecker, so übertreffen diese die der Beuger um mehr als das Doppelte. Die deutlich höheren relativen Kraftwerte der Rückenstrecker bei ZÜLOW (2006) kommen vor allem dadurch zustande, dass sich die Probanden in der sitzenden Ausführung mit den Beinen am Boden abstützen und so ihre Kraftwerte der Rückenmuskulatur erhöhen konnten.

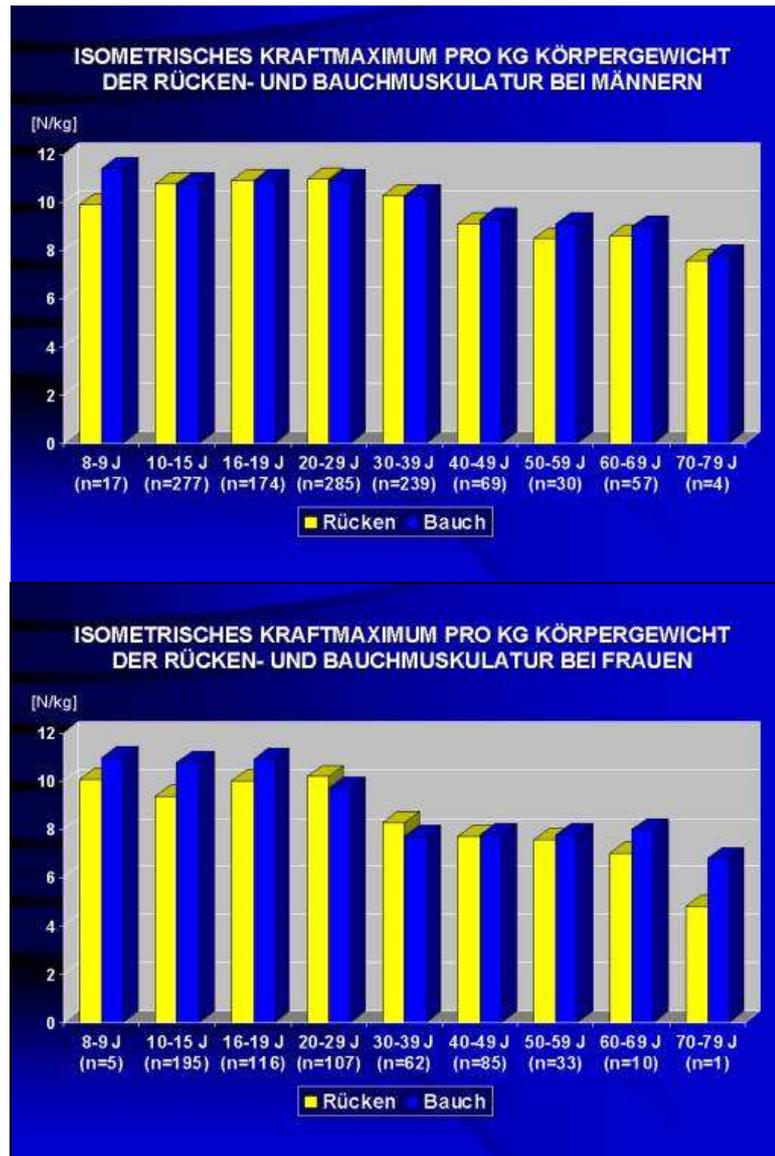


Abb. 103 Vergleich der Rumpfkraftwerte von Männern und Frauen (aus: VERDONCK 2003)

VERDONCK U.A. (2003), die bei 3.500 Sportlern isometrische Rumpfkraftwerte im Stand erhoben und die Sportarten miteinander verglichen (vgl. Abb. 103) haben, stellten eine minimale Differenz zwischen den Kraftwerten der Rumpfbeuger und -strecker für die Altersklassen fest, in der sich auch die getesteten Voltigierer befinden. Die minimale Differenz lässt sich für die untersuchten Voltigierer nicht feststellen, denn die Kraft fällt deutlich zugunsten der Rumpfstrecker aus. So beträgt Kraft der Rumpfbeuger bei den Frauen im Post-Test 89,6 % der Rumpfstrecker, bei den Männern sind es in den vergleichbaren Altersklassen 93,4 %. Von einer größeren Differenz zugunsten der Rumpfstrecker ist

auch bei DAVIES/GOULD (1982), OCHS U.A. (1998) und MC NEILL U.A. (1980) die Rede.

### **Schulter-Arm-Kraft**

Mit dem Frontdrücken im Sitz wurde eine Testform zur Überprüfung der Schulter-Arm-Kraft gewählt, die dem Anforderungsgehalt des Voltigierens entspricht. Deshalb wurde bewusst auf ein Testverfahren, das schwerpunktmäßig auf bestimmte, isolierte Muskelgruppen ausgerichtet ist, verzichtet. Mit dem Frontdrücken im aufrechten Sitz können die Komponenten Schulter-Arm-Kraft und die aktive Stabilisierung des Rumpfes miteinander verbunden werden. Das isolierte Betätigen der Schulter-Arm-Kraft kommt in der Voltigierpraxis nicht vor, sondern tritt in der Regel mit dem gleichzeitigen Anspannen der Rumpfmuskulatur auf. Als Beispiel können hier die Pflichtübungen Aufsprung, Schere oder Flanke genannt werden (vgl. PEILER/PEILER 2006), aber auch diverse Handstandkombinationen in der Kür. Der von WEINECK (2002) geschilderte Kraftanstieg von Jugendlichen oder jungen Erwachsenen mit zunehmendem Alter, welcher zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr das Maximum erreicht, kann auch beim Frontdrücken der Voltigierer beobachtet werden, denn auch hier gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen Kraftzuwachs und zunehmendem Lebensalter. Bis auf eine Ausnahme waren die Voltigierer alle zwischen 14 bis 30 Jahre alt. Voltigierer, die bezogen auf ihr eigenes Körpergewicht beim Frontdrücken mehr Last bewegen als ihre Kollegen, haben auch hoch signifikant höhere Wertnoten in den Pflichtübungen Aufsprung, Schere und Flanke. Die Abhängigkeit von Kraftniveau und Leistungsstand der Voltigierer lässt sich auch dadurch belegen, dass der Bundeskader beim Frontdrücken hoch signifikant besser abschneidet als der Landeskader.

ZÜLOW (2006) testete Leistungsvoltigierer am Bench Press bezogen auf die isometrische Maximalkraft und den Kraftstoß. Sie merkt an, dass die Feststellung der relativen Kraft ein geeignetes Mittel ist, um die Krafftähigkeit zwischen den Geschlechtern zu vergleichen. Sie erwähnt weiter, dass aufgrund der gleichen Anforderungen für Männer und Frauen im Wettkampfprogramm Männer bedingt durch ihre Körperkonstitution keine Vorteile gegenüber ihren weiblichen Mitstreitern haben. Dies kann auch in der vorliegenden Untersuchung bestätigt

werden. Während Männer hoch signifikant bessere Kraftwerte haben, schneiden die Frauen bei der Beweglichkeit hoch signifikant besser ab. Damit gleichen sich die partiellen körperlichen Vorteile des jeweiligen Geschlechts wieder aus.

Zudem liegt die Vermutung nahe, dass Voltigierer mit höheren Werten beim Frontdrücken auch besser in der Lage sind, ihren Rumpf zu stabilisieren, denn es lassen sich hoch signifikante, positive Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen beim Back Extension sowie beim Abdominal Press zum Frontdrücken herstellen. Zur Klassifizierung der Ergebnisse beim Frontdrücken mit der Langhantel wurde das Bewältigen des eigenen Körpergewichtes als optimal betrachtet. Beim Voltigieren geht es nicht darum, maximale Gewichte zu bewältigen, sondern sein eigenes Körpergewicht mit den Armen drücken und halten zu können, vor allem in den diversen Über-Kopfsituationen, die mit einem Stützen auf den Armen einhergehen. Vergleicht man die Ergebnisse der vorliegenden Leistungsdiagnostik mit Resultaten im Frontdrücken von Voltigierern, die 2004 am Olympiastützpunkt Westfalen in Warendorf getestet worden sind, so lässt sich feststellen, dass die relativen Kraftwerte auf einem ähnlichen Niveau liegen (vgl. OSP WESTFALEN WARENDORF 2005). So wurden für Frauen Kraftwerte von 0,62 [Nm/kg] und für Männer 0,80 [Nm/kg] registriert. Obwohl die Leistungsfähigkeit der Voltigierer im Kern von ihrem Kraftniveau abhängig ist, wird dem Krafttraining im gesamten Trainingsumfang mit durchschnittlich 2,7 Stunden/Woche, bei einem Gesamttrainingsaufwand von mittleren 13 Stunden (ohne Zusatzsportarten) in der Woche, ein zu geringer Stellenwert eingeräumt. Vor allem in der Vorbereitungsphase sollte das Krafttraining in einem höheren Umfang und mit einer größeren Effizienz durchgeführt werden.

### **Gleichgewicht**

Das Gleichgewicht wird dem Voltigierer bei nahezu jeder Übung auf dem Pferd abverlangt, denn die Galoppade des Pferdes zwingt ihn zum permanenten Wiederherstellen der Gleichgewichtssituation. Der Storchstand mit geöffneten oder auch geschlossenen Augen auf dem ganzen Fuß oder auf dem Fußballen hat sich in der Literatur als Gleichgewichtstest bewährt (vgl. ARNOT/GAINES, 1990; KIRKENDALL U.A. 1987) und findet auch bei den Voltigierern in modifizierter

Form Anwendung. Um die labile Gleichgewichtssituation, die auf dem Pferd vorherrscht, möglichst ähnlich herzustellen, müssen die Voltigierer diesen auf dem Kreisel, der sich auf dem Posturomed steht, ausführen. Die Wichtigkeit des Gleichgewichts betont auch ZÜLOW (2006), die ausgewählte Voltigierer unter anderem bezüglich ihrer Gleichgewichtsfähigkeit auf dem Posturomed getestet hat.

Voruntersuchungen mit Voltigierern haben ergeben, dass der Storchstand ausschließlich auf dem Kreisel zu wenig Trennschärfe bei den Voltigierern erbrachte, die in der Summe sehr gute bis ausgezeichnete Ergebnisse erzielten. Aus der vorliegenden Untersuchung sind wenige Erkenntnisse bezogen auf die Gleichgewichtsfähigkeit der Voltigierer zu folgern, denn es sind keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Leistungsdiagnostik und den Pflichtübungen herzustellen. Der hoch signifikante Unterschied – unabhängig vom Standbein – zwischen Hin- und Rücktest mit dem deutlichen Anstieg der Standzeit zeigt, dass sich in diesem Bereich der Übungseffekt direkt auf das Ergebnis auswirkt. In keiner der Testverfahren konnten über den Winter solch enorme Verbesserungen registriert werden wie beim Storchstand. Bei dem Gleichgewichtstest scheint sich ein schneller Lerneffekt bzw. Gewöhnungseffekt einzustellen, der zu den deutlich verbesserten Ergebnissen führt. Dieses Phänomen konnte auch bei Gleichgewichtsuntersuchungen mit Spitzenturnerinnen festgestellt werden. HOLLMANN (2000) schildert in Anlehnung an ROSSBERG/TALSKY (1970), dass bei der Gesamtstichprobe der Turnerinnen nach einem mehrwöchigen Training vorgegebener Übungen auf einen rotatorischen Reiz die Vestibulärreaktion abnahm. Dies hatte zur Folge, dass sich Elemente an verschiedenen Turngeräten deutlich verbesserten. BÜSCH/WILHELM (2004) sprechen ebenfalls von antizipatorischen Anpassungen des Gleichgewichts bei Bewegungsleistungen und betonen, dass die Gleichgewichtsregulation auch fertigkeitsspezifisch zu trainieren ist.

STEUER U.A. (1997) haben bei Gleichgewichtsuntersuchungen – in Form des Einbeinstandes auf einer Bodenreaktions-Kraftmessplatte – mit Eistänzern, Schwimmern und Bogenschützen herausgefunden, dass Sportler aus Disziplinen mit hohen Gleichgewichtsansforderungen bei diesem Test besser abschnei-

den als Athleten aus Sportarten mit geringeren Anforderungen an das Gleichgewicht. So stellte sich eindeutig heraus, dass Eistanzer über die beste Gleichgewichtsfähigkeit der untersuchten Probanden verfügten. Voruntersuchungen mit Voltigierern haben ergeben, dass diese ebenfalls über ein sehr gutes Gleichgewicht verfügen, da der Storchstand auf dem Kreisel ansonsten genug Trennschärfe für die Stichprobe ergeben hätte. Um die Gleichgewichtsfähigkeit von Voltigierern im Vergleich zu anderen Sportarten genauer einordnen zu können, bedarf es weiterer Untersuchungen.

BÖER (2006) berichtet bei einer Untersuchung des Gleichgewichtszustandes bei gesunden Probanden – in Form des Einbeinstandes auf dem Posturomed – von einem nicht signifikanten Unterschied zwischen dem rechten oder linken Bein zugunsten einer Überlegenheit einer Seite. Auch bei den Voltigierern ist kein bedeutsamer Unterschied bei der Standzeit mit dem einen oder anderen Bein festzustellen. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die Gleichgewichtsfähigkeit für Voltigierer eine fundamentale Bedeutung hat und bedingt durch die sich ständig ändernde Bewegung des Pferdes in jeder Übung abgeprüft wird. Dies hat zur Folge, dass Voltigierer über ein gutes Gleichgewichtsvermögen verfügen müssen, um die Gleichgewichtssituation in den Elementen immer wieder herstellen zu können. Zwar konnte in den vorliegenden Gleichgewichtstest mit Voltigierern kein Zusammenhang zu den einzelnen Pflichtübungen hergestellt werden, es ist aber auffällig, dass sich durch den Übungseffekt vom ersten zum zweiten Testtermin bei vielen Probanden die Standzeit um ein Vielfaches verbessert hat.

### **Verletzungen**

Die Untersuchung zeigt, dass sich annähernd 90 % der Kadervoltigierer in ihrer Sportkarriere eine Verletzung beim Voltigieren zugezogen haben. Die Werte spiegeln annähernd das Ergebnis der Untersuchung von PEILER (2005) bei Einzelvoltigierern wider. Seine Angaben belegen ein **Verletzungsrisiko** bei EB- und EA-Voltigierern von 90 bzw. 96 %. Auch HERRMANN (1993) konstatiert vergleichbare Werte. Gruppenvoltigierer liegen bei PEILER (2005) allerdings mit 65 % (A-Gruppen) bzw. 56 % (B-Gruppen) **Verletzungshäufigkeit** deutlich

niedriger. Die Gründe dafür liegen sicherlich unter anderem im deutlich jüngeren Durchschnitts- und Trainingsalter der Gruppenvoltigierer wie auch im geringeren sportlichen Anspruchsniveau und weniger großem Trainingsumfang. Die Anzahl der Verletzungen ist mit durchschnittlich drei bei den Frauen und sieben bei den Männern höher als PEILER (2005) generell für aktive Wettkampfvoltigierer herausstellt. EMRICH U.A. (2004) halten in ihrer Studie an deutschen Kaderathleten fest, dass lediglich sieben Prozent der Elitesportler zwei Jahre ohne Verletzungen, Verschleißerscheinungen oder Krankheitsfälle waren, die sie in ihrer Sportausübung signifikant beeinträchtigt haben. 62 % (Junioren) bzw. 64 % (Senioren) wiesen Sportverletzungen auf. Die Verletzungshäufigkeit stand dabei in unmittelbarem Zusammenhang mit höheren Trainingsumfängen, einem altersbezogenen früheren Einstieg in das Training insgesamt, mehr Wettkämpfe/Saison sowie mit einer früheren ersten Kadernominierung (vgl. EMRICH U.A. 2004). Ein ähnliches Bild zeigt sich in vorliegender Studie. Es gibt sowohl einen hochsignifikanten positiven Zusammenhang zwischen Alter wie auch zwischen Trainingsalter und Verletzungshäufigkeit. Bei Gruppenvoltigierern steigt das Verletzungsrisiko hoch signifikant mit zunehmender Wettkampfanzahl im Jahr. An dieser Stelle sei noch einmal auf die bereits angesprochene Termindichte und das Verletzungsrisiko aufgrund fehlender Regenerationsphasen besonders bei den Voltigierern hingewiesen, die sowohl Einzel- wie Gruppenvoltigieren als Leistungssport ausführen. Ein bei EMRICH U.A. (2004) beobachteter Zusammenhang zwischen dem Kaderstatus und der Verletzungshäufigkeit kann für den Spitzensport Voltigieren ebenso wenig bestätigt werden wie die positive Korrelation zwischen wöchentlichem Trainingsumfang und der Verletzungshäufigkeit.

Eine positive Beziehung zwischen Verletzungshäufigkeit und Abschneiden bei der Diagnostik der motorischen Fähigkeiten kann in dieser Untersuchung zwar nicht generell nachgewiesen werden. Dennoch belegen unter anderem Untersuchungen im weiblichen Kunstturnen, dass schlechtere konditionelle und koordinative Fähigkeiten mit einem erhöhten Verletzungsrisiko einhergehen (vgl. BRÜGGEMANN/KRAHL 2000).

Als **Verletzungszeitpunkt** wird bei 92,5 % der Kaderathleten das Training angegeben. Damit werden die Aussagen von PEILER (2005) gestützt. Auch in des-

sen Untersuchung kristallisierte sich das Training mit 92 % als Hauptverletzungszeitpunkt heraus. Ähnliche Ergebnisse liefert WILFINGER (1993). Mit 30 % rangieren in der vorliegenden Studie die im Wettkampf aufgetretenen Verletzungen. Jede zweite erfolgte dabei während der Kür. Ursächlich für die vorwiegend im Training aufgetretenen Verletzungen ist sicherlich zum einen das von PEILER (2005) angesprochene Neulernen von ungewohnten und schwierigen Technikelementen. ZÜLOW (2006) stellt zudem eine als gering einzustufende Ausdauerleistungsfähigkeit bei ihren internationalen Spitzenvoltigierern heraus. Diese ist jedoch hinsichtlich der Verletzungsanfälligkeit durch fehlende Ermüdungswiderstands- und Regenerationsfähigkeit als präventiver Faktor nicht zu unterschätzen (vgl. DE MARÉES 2002, GROSSER U.A. 2001, WEINECK 2002). Wie bereits erwähnt, birgt auch das oftmals nur durchschnittliche Muskelkorsett der Voltigierer einen Risikofaktor. Die trainingsbedingten Verletzungen könnten weiterhin mit einer nicht adäquaten Konzentrationsfähigkeit, bedingt durch unpassende NA/A-Quotienten zusammenhängen (siehe unten). Als letzter Punkt sei hier zusätzlich das bereits bei PEILER (2005) angesprochene Flucht- oder Angstverhalten des Pferdes genannt, welches ebenfalls ein nur bedingt abzustellendes Risikopotenzial mit sich bringt.

**Hauptverletzungsursache** scheinen im Voltgiersport generell Sprünge und deren Landungen sowie Stürze vom (Übungs-)Pferd zu sein (vgl. HERRMANN 1993, HORSTMANN U.A. 1998, PEILER 2005, WILFINGER 1993). Die hohe Prävalenz mit je 55 % bzw. ca. 53 % ist auch in der Untersuchung an den deutschen Spitzenvoltigierern erkennbar. Ebenfalls ein höheres Verletzungsrisiko beinhalten Schwungübungen und andere dynamische Elemente aufgrund des höheren koordinativen Anspruchs und der dynamischen Stabilisation des Körpers. Dazu kommen weitere physikalische bzw. mechanische Komponenten, wie z.B. die auch im Kunstturnen auftretenden Flieh- und Scherkräfte etc. (vgl. BRÜGGEMANN/KRAHL 2000). Die **Lokalisation** bzw. die **topografische Zuordnung** von Sportverletzungen im Voltigieren demonstriert eine deutliche Überlegenheit der unteren Extremität, sicherlich aufgrund der oben genannten Hauptverletzungsursachen. Besonders prominent erscheinen die Verletzungen an den Füßen, den Sprung- und Kniegelenken. Grundsätzlich entspricht dies den Ergebnissen von PEILER (2005) oder HORSTMANN U.A. (1998). ZANNIER (1991) sieht in diesem

Zusammenhang Landungen aus Höhen von drei Metern, wie sie im Voltigiersport häufiger vorkommen, als problematisch an und empfiehlt generell eine Rolle vorwärts im Anschluss an die Landung. BRÜGGEMANN/KRAHL (2000) konstatieren in ihren Untersuchungen an weiblichen Kunstturnern bei Landungen nach Sprüngen aus bereits 171 cm Höhe maximale vertikale Bodenreaktionskräfte von 5.1- bis 6.2-Fachem des Körpergewichts für jeden Fuß. Besonders Landungen nach vorgeschalteten Drehungen insbesondere nach Rückwärtssalti sind nach Meinung der Autoren mit höheren mechanischen Belastungen der Strukturen des oberen Sprunggelenkes und des Fußes verbunden und stellen gepaart mit asymmetrischen Absprüngen/Landungen und defizitären Techniken ein erhöhtes Risiko gerade für die untere Extremität dar (vgl. BRÜGGEMANN/KRAHL 2000). Signifikante Unterschiede zwischen der verletzten und nicht betroffenen Gruppe der Knie- und Fußverletzten können zwar nicht nachgewiesen werden, dennoch ist es durchaus möglich, dass die überwiegend durchschnittlich bis schwachen Kraftwerte der Beinmuskulatur einen negativen Einfluss auf die Verletzungshäufigkeit der unteren Extremität haben. Ebenso ist die nicht sportartgebundene neuromuskuläre Dysbalance zwischen Knieextensoren und -flexoren ein Risikofaktor (vgl. FREIWALD/ENGELHARDT 1996). Auch die Ergebnisse des Gleichgewichtstest lassen den Schluss zu, dass das propriozeptive bzw. sensomotorische Training der unteren Extremität gemessen an den auftretenden sportartspezifischen Belastungen hinsichtlich einer Verletzungsprävention forciert werden muss (vgl. GOLLHOFER U.A. 2006, PARKKARI U.A. 2001, PETERSEN U.A. 2005). PETERSEN U.A. (2005) berichten von einem signifikanten Rückgang von Verletzungen des vorderen Kreuzbandes bei weiblichen Handballerinnen und Fußballern nach einem verstärkten Propriozeptionstraining. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch PARKKARI U.A. (2001) bei Fuß- und Sprunggelenksverletzungen. Neben den Verletzungen an den unteren Extremitäten sind Rückenverletzungen im Voltigiersport herausragend. Mit 35 % Anteil werden die Ergebnisse bisheriger Publikationen gestützt (vgl. BIRNESSER U.A. 2001, HERRMANN 1993, HORSTMANN U.A. 1998, PEILER 2005, WILFINGER 1993). Hervorstechend ist auch die Prävalenz der rechten Seite. Bei fast allen untersuchten Körperteilen ist sie gegenüber der linken Körperhälfte häufiger betroffen. Inwieweit sportartspezifische Anforderungen als Indikator dienen können, kann hier nur bedingt vermutet werden. Auch die Frage der Korrelation

zwischen Händigkeit und der topografischen Zuordnung von Sportverletzungen bleibt in dieser Untersuchung ungeklärt. Die seitenspezifischen Kraftwerte und Beuger-/Streckerverhältnisse der Beinmuskulatur lassen ebenfalls keine weitere Interpretation zu. Auch die Ergebnisse des Gleichgewichtstest zeigen lediglich bei den weiblichen Sportlern links bessere deskriptive Werte. Die Beweglichkeitstests der Hüfte sind genauso wenig aufschlussreich, da sie generell eine insgesamt sehr gute Beweglichkeit attestieren. Die Unterschiede im S-Haltetest können in Bezug auf eine seitenspezifische Verletzungsanfälligkeit dahin interpretiert werden, dass Unterschiede deutlich sichtbar sind, durch die Art des Testverfahrens aber nicht ersichtlich ist, ob die einseitige Dominanz aus einer eingeschränkten Beweglichkeit des Schultergelenks resultiert oder beispielsweise eine Konsequenz eingeschränkter Wirbelsäulenflexibilität ist. Eine Analyse des orthopädischen Status bisheriger sportmedizinischer Untersuchungen könnte hier gewinnbringend sein.

BRÜGGEMANN/KRAHL (2001) untersuchten die Kompressions- und Scherkräfte auf die Wirbelsäule bei weiblichen Kunstturnerinnen. Sie resümierten bereits bei 91 cm Fallhöhe über 10.000 N Kompressionskraft auf das Segment L5/S1. Bei 171 cm Höhe übertrafen die Kompressionskräfte das 30-Fache des Körpergewichts. Weiterhin fanden sie heraus, dass entsprechend landesgeschulte Turnerinnen aufgrund des richtigen Einsatzes der Bein- und Rumpfmuskulatur dämpfend auf die mechanischen Belastungen einwirken konnten. Die Autoren kamen außerdem zu dem Schluss, dass die mechanische Belastung zwar sehr hoch für den passiven Bewegungsapparat ist, dennoch bei korrekter Technik und entsprechend adaptierten passiven sowie aktiven Strukturen für den Bewegungsapparat tolerierbar sei. Jedoch könnten geringe Abweichungen oder Defizite zu Überlastungssyndromen oder Verletzungen führen (vgl. ebd.). KRAFT U.A. (2007) berichten von gesicherten Ergebnissen, dass die wiederkehrenden Belastungen an der Lendenwirbelsäule durch Bodenturnfiguren zu messbaren morphologischen Veränderungen schon während der aktiven Zeit bei dem meist jungen Turner führen können. In der turnverwandten Sportart Voltigieren sind derartige Studien zurzeit Mangelware, daher kann nur vermutet werden, dass die von den Voltigierern dieser Studie benannten **Überlastungssyndrome** vorwiegend des Rückens und der Kniegelenke unter anderem in einem

Missverhältnis der auftretenden mechanischen Belastungen mit ungenügender Landetechnik (vgl. PEILER/PEILER 2006) und defizitären Kraftfähigkeiten der Bein- und Rumpfmuskulatur begründet sind. Entsprechende Korrelationen konnten hier zwar nicht nachgewiesen werden, dennoch wird dieses Phänomen vielfach in empirischen Befunden angesprochen (vgl. EMERY U.A. 2006, PARKKARI U.A. 2001, PATEL/BAKER 2006)<sup>50</sup>. Ein Vergleich der Kraftwerte zeigt besonders bei den weiblichen Sportlern risikoinduzierte schwache Rumpfextensoren, die bei gleichzeitig verbesserter Bauchmuskulatur im Vergleich Flexoren/Extensoren besonders im Post-Test deutlich zu schwach sind (vgl. KUNZ 1997) und damit langfristig Überlastungssyndrome begünstigen. Gestützt wird die These auch durch eine aktuelle Studie von KRAFT U.A. (2007). Sie untersuchten 20 Landes- und Bundeskaderathleten aus dem Voltigiersport hinsichtlich morphologischer Veränderungen an der Wirbelsäule. Die Autoren beschreiben ein überdurchschnittlich hohes Auftreten von Rückenbeschwerden bei den Leistungsvoltigierern. Morphologische Veränderungen ließen sich jedoch kernspintomografisch nicht nachweisen. Die klinischen Beschwerden lassen sich nach Meinung von KRAFT U.A. daher im Gegensatz zum Turnen eher auf muskuläre Dysbalancen zurückführen und sind am ehesten funktionell bedingt (vgl. ebd.).

Diagnostizierte **Sportschäden** sind bei den aktiven Kaderathleten in dieser Untersuchung nur eine Randerscheinung. Methodenkritisch ist aber festzuhalten, dass Sportschäden nur insofern aufgenommen werden konnten, als dass sie die Voltigierer nicht zur Aufgabe ihrer Sportart gezwungen haben. Aufschlussreicher wäre in diesem Zusammenhang eine Longitudinalstudie über mehrere Jahre der jetzt noch recht jungen Kaderathleten.

### **Stresshormonbestimmung**

Die Untersuchung des **Katecholaminverhaltens** der Stresshormone Noradrenalin und Adrenalin in Training und Wettkampf ist eine bereits in mehreren Sportarten erfolgreich angewendete Maßnahme zur Bestimmung der Aktiviertheit des VNS bei körperlicher Aktivität und Stress (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001,

---

<sup>50</sup> Kritisch anzumerken sei, dass die Landung beim Turnen in den Stand erfolgt, im Voltigieren erfolgt grundsätzlich eine Auslaufbewegung nach der Landung (vgl. PEILER/PEILER 2006).

JARMOLUK 1989, ZIMMERMANN U.A. 1983, ZIMMERMANN 1986). JARMOLUK (1989) konstatiert in ihrer Langzeitstudie an Weltklasseathletinnen im Judo, dass ein optimaler Trainingseffekt in den Bereichen Konditions- und Techniktraining einen optimalen NA/A-Quotienten ( $2 < \text{Cat-Q NA/A} < 6$ ) im Training als Voraussetzung hat. ABD EL-RAHMAN (2001) fand bei dem Vergleich des Cat-Q NA/A von Beachvolleyballern mit anderen Sportarten heraus, dass Athleten mit einem ungünstig hohen **Trainingsquotienten** häufig eine physische Belastung eingehen, die über dem Trainingsaufwand deutlich erfolgreicherer Athleten liegt. JONATH (vgl. WEINECK 2002) setzt das Verhältnis von Noradrenalin zu Adrenalin von 6:1 bis 3:1 im Wettkampf als optimal, günstige Werte im Training liegen bei 4:1 bis 7:1. ZIMMERMANN (1986) setzt den aufmerksamen, konzentrierten und damit für den Sport optimalen Aktivitätsbereich bei einem NA/A-Quotienten von drei bis sieben fest. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass sich die Einzelvoltigierer im Durchschnitt an der Obergrenze des zu tolerierenden Aktivitätsbereiches von drei bis sieben liegen. Sechs Probanden trainieren bei allen Testzeitpunkten im geforderten Aktivitätslevel. Insgesamt bleiben annähernd 50 % der Voltigierer mindestens zweimal im optimalen Aktivitätsbereich, 35 % mit nahezu gleichem Cat-Q NA/A. Neun Voltigierer weisen wenigsten bei einem Messzeitpunkt eine zu geringe Sympathikusaktivität ( $\text{Cat-Q NA/A} > 7$ ) auf. Zwei Voltigierer zeigen eine zu hohe Sympathikusaktivität ( $\text{Cat-Q NA/A} < 3$ ). Beide Extreme sind ungünstig für die Trainingseffektivität. NA/A-Quotienten  $>7$  deuten auf eine überwiegende Rekrutierung roter Muskelfasern hin. Dies ist für den Schnellkraft fordernden Sport Voltigieren nicht optimal. Zudem sieht ZIMMERMANN (1986) in einer zu geringen Sympathikusaktivität die Gefahr der fehlenden Konzentration und damit ein erhöhtes Fehlerrisiko. Eine Überaktiviertheit des Sympathikus ist hingegen immer mit einer vom Organismus als bedrohlich eingeschätzten Situation verbunden, die sich durch Nervosität und fehlende Konzentration bemerkbar macht (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001, RIEDEL 2005, ZIMMERMANN 1996). Die Frage nach etwaigen psychischen Besonderheiten an den Untersuchungstagen lässt keinen Rückschluss auf die zu hohen NA/A-Quotienten einiger Athleten zu. Jedoch könnte die zu hohe Sympathikusaktivität der beiden Voltigierer mit den niedrigen Cat-Q NA/A damit erklärt werden, dass sie direkt vor dem Messzeitpunkt zusätzlich Gruppenvoltigiertraining hatten. STROBEL (2002) sieht intensive erschöpfende körperlicher Belastung in Verbindung mit

einem Konzentrationsanstieg der Katecholamine um einen Faktor bis zum 20- bis 50-Fachen des Normalwertes. Wird diese hohe Sympathikusaktivierung zu einer bedrohenden körperlichen Stresssituation (vgl. STROBEL 2002a, ZIMMERMANN 1996), kann dies bei häufiger Wiederkehr und zunehmender Chronifizierung als ein Indikator für Übertraining angesehen werden (STROBEL 2002a). Zudem berichten KÖNIG U.A. (2000) von einer immunsuppressiven Wirkung einer häufig zu hohen Sympathikusaktivität als Folge von (trainings- und wettkampfbedingtem) Stress bei Leistungssportlern. Hinsichtlich einer angestrebten Verletzungsprävention und einer optimalen Trainingseffektivität ist zu überdenken, ob der Trainingsumfang und die Intensität für diese Sportler zu hoch sind und damit die Gefahr der frühen Ermüdung im Training gegeben ist. Auch eine zu niedrige Sympathikusaktivität kann in Verbindung mit einem hohen zeitlichen Umfang der Trainingseinheit in Verbindung stehen (vgl. STROBEL 2002, 2002a, ZIMMERMANN U.A. 1982). Bei ungünstigen NA/A-Quotienten sollten Trainer und Sportler daher gemeinsam Inhalte und Zeitstrukturen des Trainings analysieren und gegebenenfalls modifizieren (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001). Die Analyse des Cat-Q NA/A kann demnach eine ergänzende Strategie zur Prävention von Überlastungssyndromen, Übertraining und Verletzungen im Voltigiersport sein. Sie könnte als objektiver Parameter die subjektive Wahrnehmung der Athleten und Trainer sinnvoll ergänzen.

KROPP (1996) untersuchte die Katecholaminkonzentration von 18 Voltigierern im Wettkampf und im Training. Sie fand heraus, dass sich die AdrenalinKonzentration von Einzelvoltigierern signifikant von denen der Gruppensportler unterschied und Wettkampfwerte signifikant über denen des Trainings lagen. Die Autorin kam zu dem Schluss, dass die im Einklang mit der erhöhten Herzfrequenz liegende metabolische Reaktion des Körpers auf die hohe psychische Stresskomponente zurückzuführen ist. ZIMMERMANN (1986) verbindet signifikante Unterschiede zwischen Wettkampf- und Trainingsquotienten mit mangelnder Wettkampfstabilität. Sie leitet daraus ab, dass Trainingseinheiten dann am effektivsten sind, wenn die Sportler mit ähnlich niedrigen, im optimalen Aktivitätsbereich liegenden Quotienten wie im Wettkampf trainieren (vgl. auch WEINECK 2002). Die vorliegende Untersuchung hingegen zeigt signifikante Unterschiede zwischen der Sympathikusaktivität im Training und im Wettkampf. Hier gilt es

demnach anzusetzen und die Diskrepanz zu verringern. JARMOLUK (1989) nennt in diesem Zusammenhang eine Art Stresstraining, bei dem der Sportler unter Wettkampfbedingungen trainiert als probates Mittel, um wettkampfnahen Belastungen hervorzurufen. Auf den Voltigiersport transferiert, könnte dies bedeuten, die Wettkampfprogramme (Pflicht-, Kür-, Technikprogramm) unter den Druckbedingungen des Wettkampfes eventuell unter anderen räumlichen und tageszeitlichen Bedingungen durchzuführen.

Grundsätzlich konnte zwar kein Zusammenhang zwischen dem Leistungsstatus der Einzelvoltigierer (gemessen am Kaderstatus Einzelvoltigierer) und der Sympathikusaktivität im Training festgehalten werden. Dennoch zeigen die Bundeskaderathleten, die zusätzlich im Gruppenvoltigieren aktiv sind, eine signifikant höhere Sympathikusaktivität als die Einzelvoltigierer der unteren Kader. Diese Voltigierer gehören in der Praxis zu den leistungsstärksten ihrer Teams. ZIMMERMANN (1986) erklärt dies unter anderem damit, dass Athleten, die als Leistungsträger einer Mannschaft anzusehen sind, mit wettkampfnahen optimalen NA/A-Quotienten trainieren. Methodenkritisch bleibt anzumerken, dass es sich in dieser Studie aufgrund der kleinen Probandengruppe um keine repräsentative Stichprobe handelt. Zur Erhärtung der genannten Thesen sind weitere Untersuchungen im Voltigiersport nötig.

ABD EL-RAHMAN (2001) untersuchte die **Wettkampfquotienten** NA/A von national und international erfolgreichen Beachvolleyballern. Die Analyse ergab, dass diese Ballsportler genau wie andere olympische Sportarten mit einer erheblichen Steigerung der Sympathikusaktivität im Wettkampf zu kämpfen haben. Ähnlich wie im Voltigieren zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Wettkampf- und Trainingsquotienten (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001). Die Aussagen werden auch von JARMOLUK (1989) für den Judosport gestützt. ZIMMERMANN (1996) untersuchte Leistungssportler aus Nationalmannschaften verschiedener Sportarten und kam zu vergleichbaren Ergebnissen. Bereits die Untersuchung des **Morgenerins** am Wettkampftag ergab signifikant niedrigere NA/A-Quotienten als an Trainingstagen (vgl. ebd. 1996). Cat-Q NA/A < 8 lassen dabei auf eine hohe Sympathikusaktivität in der Nachtphase schließen und spiegeln eine leistungsbeeinträchtigende Nervosität wider (vgl. ebd. 1996). Für ZUL-

LEY/HAJAK (2005) führt ein gestörtes Schlafverhalten konsekutiv zu einer Beeinträchtigung der Befindlichkeit und der Leistungsfähigkeit am folgenden Tag. Untersuchungen im Judo haben offenbart, dass Athleten mit einem Cat-Q NA/A < 6 im Morgenurin am Wettkampftag keine überzeugende Leistung bringen konnten (vgl. ZIMMERMANN 1996). Die Analyse der Morgenwerte der Spitzenvoltgierer bei der Bundessichtung zur Weltmeisterschaft belegt bei annähernd 62 % der Voltgierer Cat-Q NA/A-Werte, die niedriger als acht und somit als problematisch für den anstehenden Wettkampftag anzusehen sind. Lediglich 15 % der Athleten weisen einen als „erholsam“ (ebd. 1996) einzustufenden Schlaf (Cat-Q NA/A > 10) auf. Daher gilt es bereits beim Schlafverhalten anzusetzen. Als günstige Intervention hat sich eine mindestens 20 Minuten andauernde Muskelaktivität mit geringer Intensität am Vorabend des Wettkampftages herausgestellt. Hierbei wird versucht, über eine Erhöhung der NA-Komponente einen günstigeren NA/A-Quotienten zu erlangen (vgl. ZIMMERMANN 1996). Auch STROBEL (2002, 2002a) geht von einer positiven Beeinflussung der Stresshormone bei adäquater Bewegung aus. RIEDEL (2005) konnte in ihrer kürzlich durchgeführten Untersuchung an Kindern mit ADHS-Symptomatik einen ähnlichen Effekt herausstellen. Den Sportlern und verantwortlichen Trainern wird daher eine entsprechende Interventionsstrategie wie z.B. Spaziergänge oder Gymnastik mit geeigneten Atemtechniken etc., empfohlen. Rein mentales Training ohne Bewegung ist nach Auffassung ZIMMERMANNNS (1996) in diesem Punkt weniger effizient. PUNI (vgl. WEINECK 2002) charakterisiert drei Hauptformen des **Vorstartzustandes**. Er differenziert die Wettkampfbereitschaft, das Startfieber und die Startapathie (vgl. Tab 89). Erstgenannte ist die Optimalform und mit Cat-Q NA/A-Werten von 3-7 vergleichbar. Sportler mit Startfieber sind Cat-Q NA/A-Werten <3 und Athleten mit Startapathie NA/A-Quotienten >7 zuzuordnen (vgl. WEINECK 2002).

Tab. 89 Hauptformen des Vorstartzustandes nach PUNI (modifiziert nach WEINECK 2002), kombiniert mit den über den Cat-Q NA/A gemessenen Aktivitätsbereichen des Sympathikus nach ZIMMERMANN (1986)

	Hauptformen des Vorstartzustandes		
	Wettkampfbereitschaft	Startfieber	Startapathie
Kennzeichen vor dem Wettkampf	Normal verlaufende physiologische Prozesse	Stark irradiierende Erregung, akute vegetative Umstellungen (z.B. Beschleunigung der Herzfrequenz, Schweißausbruch, Zittern)	Träge, völlig gehemmte Bewegungen, Gähnen
Physiologische und psychische Kennzeichen	Leichte Erregung, optimale Konzentration, freudige, etwas ungeduldige Erwartung des Turniers, selbstbewusstes, kraftsprühendes Auftreten	Starke Nervosität, unkontrollierte Handlungen, Vergesslichkeit, Zerstretheit, unsicheres Auftreten, Hast	Schlaff, träge, apathisch, ängstlich, Stimmungstief, will den Wettkampf absagen, unfähig, eine konzentrierte Startvorbereitung durchzuführen
Handlung im Wettkampf	Organisierter, planmäßig durchgeführter Wettkampf, optimaler Einsatz der vorhandenen Kräfte, erwartetes Resultat wird erreicht oder übertroffen	Tätigkeit des Sportlers ist gestört, „kopflohes Handeln“, Rhythmus und Tempo sportlicher Abläufe gehen verloren, Häufung von Fehlern bei hohen bewegungstechnischen Anforderungen	Sportler kann vorhandene Kräfte nicht mobilisieren, es „läuft“ nicht, nach dem Wettkampf nicht verausgabt, weil alle Handlungen auf einem niedrigen Niveau lagen.
Cat-Q NA/A	3 bis 7	< 3	> 7

Während die Morgenwerte bei den Voltigierern noch eine verhältnismäßig große Streubreite ( $SD = 4,5$ ) darstellen, rücken sie bei den Werten des Vorstartzeitpunktes ( $SD = 1,7$ ) deutlich enger zusammen (vgl. Tab. 87). Zudem verschiebt sich der mittlere NA/A-Quotient von 7,2 auf 3,2. Nahezu 62 % der Probanden haben mit NA/A-Quotienten  $< 3$  ein für den Wettkampf ungünstiges Stresshormonverhältnis (vgl. WEINECK 2002) und können nach PUNI (vgl. WEINECK 2002) dem Vorstartzustand „Startfieber“ zugeordnet werden. Erhärtet wird dies durch die subjektive Wahrnehmung der Voltigierer. 76,9 % haben sich demnach vor dem Wettkampf als „nervös“ eingestuft. Außerdem sind 66,7 % weniger oder gar nicht mit ihrer im Wettkampf gezeigten Leistung zufrieden gewesen. Die weiblichen Voltigierer unterscheiden sich signifikant von den männ-

lichen Sportlern. Ein Erklärungsansatz könnte sein, dass die Leistungsdichte bei den getesteten Männern sehr eng, das Risiko der Nichtnominierung für den weiteren Sichtungsweg zur Weltmeisterschaft groß und die Angst des Versagens in Relation zu den weiblichen Voltigierern entsprechend höher war. Ein ähnlicher Ansatz kann auch für die signifikant höhere Sympathikusaktivität der Bundeskadervoltigierer gegenüber denen des Landeskaders sein. Aus Gesprächen mit den Athleten wurde ersichtlich, dass die in Relation niedrigere, dennoch meist im optimalen Aktivitätsbereich liegende Sympathikusaktivität damit begründet werden kann, dass für die D-Kader-Athleten bereits die Teilnahme am Zielwettkampf Bundessichtung ein großer Erfolg bedeutet. Sie konnten entsprechend gelöst und befreit aufturnen, während nach subjektiver Einschätzung der Bundeskadervoltigierer das Turnier zunächst nur ein Meilenstein auf dem weiteren Sichtungsweg zur WM war. Da acht der 14 Voltigierer eine zu hohe Sympathikusaktivität im Vorstartzustand aufweisen, gilt es hier anzusetzen, um nicht aufgrund der ungünstigen „hormonellen Verhältnisse“ im Wettkampf zu scheitern. Hier hat sich das Aufwärmprogramm als entscheidender Faktor zur Regulation des vegetativen Nervensystems herauskristallisiert. WEINECK (2002) nennt die Maßnahmen typangepasstes Aufwärmen und Einnahme einer positiven Wettkampfbereitschaft als methodisch entscheidend. JARMOLUK (1989) sieht im Aufwärmprogramm die wichtigste Maßnahme zur positiven Beeinflussung der Leistungsfähigkeit im Wettkampf. Es hat sich bewährt, zyklische Bewegungen großer Muskelgruppen mit moderater Intensität durchzuführen (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001, ZIMMERMANN 1996). Die damit verbundenen koordinativen Abläufe sollten beherrscht werden und der Zeitumfang mindestens 30 Minuten betragen. Das mentale Training bzw. die mentale Wettkampfvorbereitung alleine scheinen keinen positiven Einfluss zu haben. Denn 61,5 % führen regelmäßig ein mentales Training durch und 84,6 % bereiteten sich mental auf Ihren Start vor. Bei 76,9 % trifft dies auch für die Bundessichtung zu. Es gibt aber keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen mit bzw. ohne mentale Vorbereitung hinsichtlich des Vorstartwertes der Sympathikusaktivität. Die Ergebnisse stützen empirische Befunde ZIMMERMANN'S (1996). Überlegenswert scheint daher ein typgerechtes Aufwärmprogramm, welches zusätzlich mentale Komponenten und voltigierbezogene Bewegungen integriert. Damit kommt dem ohnehin schon wichtigen Aufwärmprogramm zur

Vorbereitung auf die sportliche Leistung (vgl. BISHOP 2003, BISHOP 2003a, FRADKIN U.A. 2006, WEINECK 2002) und zur Verletzungsprophylaxe (vgl. EMERY U.A. 2006, FRADKIN, U.A. 2006, PARKKARI, U.A. 2001, PATEL/BAKER 2006) mit der Regulierung der Sympathikusaktivität eine weitere wichtige Bedeutung zu, die sich letztendlich konsekutiv auch auf die Leistungsfähigkeit und die Verletzungsprävention auswirkt. Denn verbesserte Konzentration und günstige physiologische und psychische Parameter haben eine bessere Bewegungskontrolle als Ergebnis und bewahren die Sportler vor etwaigen Verletzungsrisiken durch Fehlerhäufungen (vgl. Tab. 89).

Der **Belastungswert**, als Indikator für die Sympathikusaktivität während des Wettkampfes ist mit durchschnittlich 3,6 auf dem ersten Blick im akzeptablen Aktivitätsbereich, jedoch liegen 71,4 % der Sportler bei NA/A-Quotienten  $<3$ . Auch fallen die männlichen Sportler durch eine signifikant höhere Sympathikusaktivität auf. Analog den Vorstartwerten gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen den getesteten Bundes- und Landeskaderathleten. Erstgenannte demonstrieren niedrigere Cat-Q NA/A-Quotienten. Im Vergleich mit anderen Sportarten liegen Voltigierer mit den Werten im Mittelfeld (vgl. Tab. 90).

Tab. 90 Der Cat-Q NA/A der Sportler verschiedener Sportarten im Wettkampf

Sportart/Disziplin	Cat-Q NA/A	Quelle
Radrennfahrer Jugend (n = 28) (n = 33)	2,2 1,9	ZIMMERMANN U.A. (1982)
Fechter (n=16)	3,0	ZIMMERMANN U.A. (1982)
Leichtathletik (n = 12) (n = 12)	3,8 3,0	ZIMMERMANN U.A. (1982)
Marathon (n = 3)	5,4	ZIMMERMANN U.A. (1982)
Handball (n = 81)	3,8	ZIMMERMANN U.A. (1982)
Eisschnelllauf (n = 7)	5,5	ZIMMERMANN U.A. (1982)
Fußball (n = 16)	5,7	ZIMMERMANN U.A. (1982)
Beachvolleyball (n = 13)	3,0	ABD EL-RAHMAN (2001)
Judo (n = 2)	3,6	JARMOLUK (1989)
Ringern (n = 8)	2,4	ZIMMERMANN (1986)
Schwimmen (n = 21)	4,2	ZIMMERMANN (1986)
Gewichtheben (n = 5)	2,6	ZIMMERMANN (1986)
<b>Voltigieren (n = 17)</b>	<b>3,6</b>	

Für ZIMMERMANN (1986) ist wiederum das adäquate sportartspezifische Warm up die entscheidende Interventionsstrategie, weil sie sich nicht nur auf den Vorstartwert, sondern letztendlich auch günstig auf den Belastungswert auswirkt (vgl. Abb. 104).

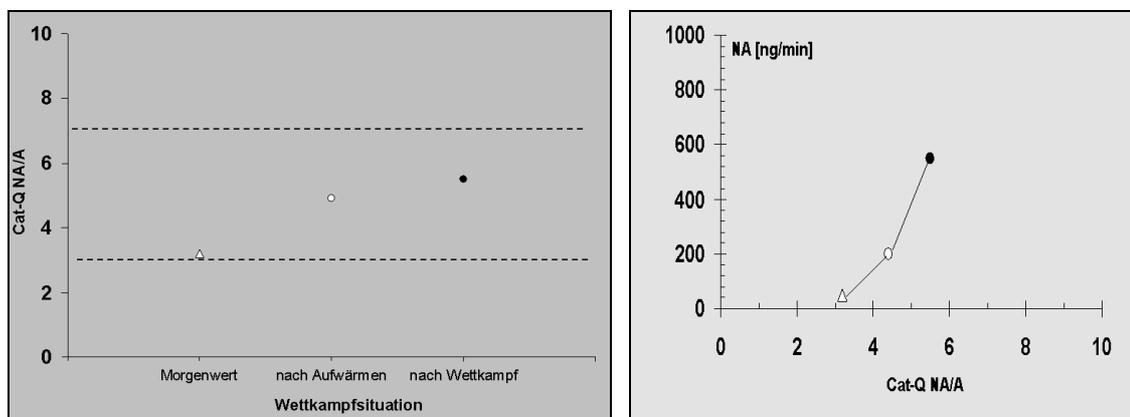


Abb. 104 Einfluss des vor dem Wettkampf durchgeführten sportartspezifischen Aufwärmtrainings auf den NA/A-Quotienten (nach ZIMMERMANN 1986); Morgenwert  $\Delta$  nach Aufwärmen  $\circ$  nach Wettkampf  $\bullet$

Da es im Spitzensport oftmals zwei Starts pro Wettkampftag gibt, gilt es den absolvierten Start schnellstmöglich physisch wie psychisch zu verarbeiten und sich auf den nächsten Durchgang vorzubereiten. Auch hier muss interveniert werden, denn die Untersuchung macht deutlich, dass zwar einige Athleten nach dem Start wieder günstigere hormonelle Verhältnisse aufweisen als noch in der Startphase, 50 % der Probanden aber sogar unter die Vorstartwerte rutschen. Für den nächsten Durchgang sind wiederum günstige NA/A-Quotienten und damit eine gewisse Wettkampfhärte gefordert, die es zu trainieren gilt.

Inwieweit das von SCHÜRMAN/ZIMMERMANN (1998) vorgestellte Verfahren zur **Muskelfasertypisierung** über die Noradrenalin-Nachbelastungsausscheidung auch Rückschlüsse auf den vorherrschenden Muskeltypus im Voltigiersport zulässt, wurde in dieser Untersuchung überprüft. Die Zuverlässigkeit der Untersuchungsmethode wurde bereits in unterschiedlichen Sportarten erfolgreich unter Beweis gestellt (vgl. ABD EL-RAHMAN 2001, SCHÜRMAN 1997, SCHÜRMAN/ZIMMERMANN 1998). Für die schnellkräftige Sportart Beachvolleyball konnte ABD EL-RAHMAN (2001) zeigen, dass die meisten der erfolgreichen Athleten dem Sprinter- oder Mittelstrecklertyp zuzuordnen sind. SCHÜRMAN (1997) konnte beispielsweise belegen, dass der überwiegende seiner getesteten Triathleten den Langstrecklern zuzuordnen ist. Bei der Betrachtung des Anforderungsprofils des Voltigiersport, bei dem statische und dynamische Elemente zu kombinieren sind, sich Schnellkraft und „Kraftausdauer“ abwechseln, könnte vermutet werden, dass der überwiegende Teil der exemplarisch untersuchten Einzelvoltigierer den Mittelstrecklertypen zuzuordnen ist. Die Ergebnisse spiegeln diese Vermutung wider. Sieben Voltigierer rekrutieren sowohl weiße, als auch rote Muskelfasern und sind demnach als gemischtfaserig bzw. als Mittelstreckler anzusehen. Vier Athleten trainieren überwiegend mit roten Muskelfasern und sind als Ausdauerarten zu charakterisieren. Sechs Sportler konnten aufgrund unterschiedlicher Gründe nicht zugeordnet werden. Aufgrund der geringen Stichprobengröße ist eine generelle Aussage über den vorherrschenden Muskeltyp im Einzelvoltigieren zwar noch nicht zu treffen, es sind aber Tendenzen im Spitzensport Voltigieren zum Mittelstrecklertyp erkennbar. Aber auch die Ausdauerarten sind im Einzelvoltigieren erfolgreich. Sprintertypen können gar nicht nachgewiesen werden. Nach diesen Ergebnissen profitieren Mittelstreck-

ler und Ausdauerarten demnach am meisten vom Anforderungsprofil des Voltigiersports. Hinsichtlich der Maximalkraftleistung unterscheiden sich die Muskeltypen nicht signifikant.

Inwieweit die Ergebnisse den gesamten Voltigiersport und seine Athleten widerspiegeln, kann hier zunächst nur vermutet werden, denn das Untersuchungsverfahren wurde erstmalig im Voltigiersport eingesetzt und sportartnah durchgeführt. Zu prüfen wäre in diesem Zusammenhang, ob und inwieweit sich die deutschen Elitevoltigierer von der breiten Basis der nicht so erfolgreichen Turniervoltigierer hinsichtlich des Muskelfasertyps unterscheiden.

Methodenkritisch bleibt festzuhalten, dass es für die Athleten grundsätzlich problemlos war, die von ihnen geforderten Aufgaben in der Untersuchung durchzuführen. Insgesamt waren die Athleten zwar bemüht, drei Proben zu entnehmen, konnten aber nur zwei bis drei Trainingsanalysen absolvieren. Für möglichst genaue Ergebnisse wären vier bis fünf Messzeitpunkte optimal gewesen. Dies stellt sich aber aus mehreren Gründen als schwierig heraus. Zunächst sind bis zu fünf komplette Trainingseinheiten mit dem gleichen Trainingsinhalt nur sehr schwierig in die Vorbereitungsphase zu integrieren. Die Schwerpunkte liegen in dieser Zeit in anderen Bereichen. Aufgrund des Faktors Pferd ist es lediglich möglich, vier annähernd identische Trainingsbelastungen zu erreichen. Jede Abweichung der Vorgaben durch endogene und exogene Faktoren führen konsekutiv zu einer Änderung des Rekrutierungsmusters und der NA-Ausscheidung. Insgesamt kann aber resümiert werden, dass die Methode auch in der voltigiersportnahen Modifikation gut einsetzbar ist. Dies wird besonders deutlich an den gleichen Cat-Q NA/A einiger Sportler bei den verschiedenen Messzeitpunkten. Die Athleten drei und acht weisen zweimal nahezu gleiche NA/A-Quotienten im Training auf, Athlet sechs sogar dreimal. Auch bei den Athleten zehn, 14 und 16 liegen zwei von drei Quotienten sehr nah zusammen. Daher kann insgesamt von einer gut reproduzierbaren Methodik gesprochen werden.

Zukünftige Untersuchungen haben zu zeigen, ob zum Beispiel eine Laufbandergometrie mit einem ca. 30minütigem Zeitablauf (vgl. ZIMMERMANN 1986) zu den gleichen Ergebnissen kommt. Dabei würden komplexe sportartspezifische

---

Abläufe und die damit verbundenen, sportartspezifischen Probleme ausgeschaltet.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass sich Bestimmung des NA/A-Quotienten im Training und im Wettkampf gut eignet, um Aussagen über die Aktiviertheit des vegetativen Nervensystems zu treffen. Damit wird Sportlern und Trainern eine neue Perspektive eröffnet, ihre Trainingsmethodik und Wettkampfvorbereitung kritisch zu hinterfragen. Ebenso lassen sich erste Vermutungen über die Rekrutierung der Muskelfasern im Voltigiertraining und damit über dominierende Muskelfasertypen anstellen, die sich durch eine Erhöhung der Anzahl der getesteten Trainingseinheiten je Athlet erhärten lassen. Inwieweit aufgrund der Ergebnisse des Muskelfasertyps eine Modifikation der Trainingsinhalte zur Effektivitätssteigerung vorgenommen werden sollte, ist in dieser Arbeit nicht untersucht worden. Dass die Sportler dem Krafttraining eine zum Teil eher untergeordnete Rolle zusprechen, lässt mutmaßen, dass die Voltigierer ihr Hauptaugenmerk mit den Schwerpunkten Pferde- und Techniktraining instinktiv auf andere für sie wertvolle Trainingsinhalte legen. Interessant bleibt das bei Untersuchungsbeginn nicht erwartete Ergebnis der Dominanz von Mittelstreckler und Ausdauerarten und das gänzliche Fehlen der „reinen Sprinterarten“. Offensichtlich haben Sportler und Trainer gemeinsam Programme entwickelt, die es ihnen erlauben, dass die Schnellkraftanforderungen auch von Mittelstreckler- und Ausdauerarten abgedeckt werden können.

## 6. Zusammenfassung

Anlass zur Auseinandersetzung mit den in der vorliegenden Arbeit behandelten Themen waren die Weltreiterspiele 2006 in Aachen, die neben den Olympischen Spielen zu den wichtigsten medialen Ereignissen im Pferdesport in den letzten Jahrzehnten zählten. Insbesondere für den Voltigiersport bedeutete diese Veranstaltung eine bis dahin nie erlebte Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit. Nicht nur im Hinblick auf die Weltmeisterschaften 2006, sondern auch bedingt durch die Tatsache, dass es eine enorme Leistungsdichte im internationalen Sport gibt, mussten Veränderungen in der Trainingssystematik getroffen werden, um ein erfolgreiches Abschneiden bei internationalen Wettkämpfen auch in Zukunft zu gewährleisten. Aufgrund der aufgeführten Problematik und mit Blick auf die Weltreiterspiele 2006 in Aachen bestand aus sportwissenschaftlicher Sicht eine dringende Notwendigkeit für eine sportartspezifische Leistungsdiagnostik zur Überprüfung der physischen und psychischen Leistungsfähigkeit der Voltigierer mit einem daraufhin erstellten individuellen Trainingsplan für 45 Landes- und Bundeskaderathleten. Die Probanden wurden in einem Zeitraum von einem Jahr begleitet. Die Untersuchungsreihe beinhaltete Leistungsdiagnostiken zu Beginn und zum Ende der Vorbereitungsphase mit einem zwischenzeitlichen individuellen Trainingsplan. Darüber hinaus wurden zu ausgewählten Trainings- und Wettkampfzeitpunkten Katecholaminmessungen durchgeführt. In verschiedenen Etappen wurden mithilfe von Fragebögen sportmedizinische und trainingsrelevante Daten erfasst. Sinnvoll erschien in diesem Zusammenhang die Beantwortung der Fragestellung, ob und inwiefern ein auf objektiven Parametern gestütztes Training zusätzliche Effekte hinsichtlich der Leistungssteigerung geben und inwieweit Überlastungssyndromen und Sportverletzungen durch verbesserte konditionelle Fähigkeiten präventiv entgegengearbeitet werden kann. Im Kern befasst sich die Arbeit mit den beiden Themenschwerpunkten Leistungssteigerung und Verletzungsprävention im Voltigiersport. Unter diesen Gesichtspunkten wurden die Zielsetzungen verfolgt,

1. anthropometrische Daten als Kontrollinstrument zur Trainingssteuerung festzustellen und diese mit anderen Sportarten in Beziehung zu setzen,

2. voltigiersportrelevante konditionelle und koordinative Fähigkeiten zu erheben,
3. Richtwerte aufzustellen, die bei künftigen Leistungsdiagnostiken im Voltigieren und verwandten Sportarten zu Einordnung von Messergebnissen dienen können,
4. die Bedeutung der Athletik für den Erfolg im Wettkampf zu kennzeichnen,
5. sportmedizinisch relevante Daten unter dem Aspekt der Prävention von Sportverletzungen und Sportschäden im Spitzensport zu erheben,
6. den vorherrschenden Muskeltyp in der Voltigierspitze über den Cat-Q N/A zu charakterisieren,
7. das Stressverhalten der Athleten mithilfe von Katecholaminmessungen im Training sowie Wettkampf zu skizzieren.

1.

- Die untersuchten Probanden haben einen normalen Body-Mass-Index.
- Spitzenvoltigierer zeigen gegenüber anderen Sportarten einen mittelhohen Körperfettanteil. Der mittlere KFA der männlichen Sportler beträgt ca. 12 %, weibliche Athleten liegen bei ca. 20 %.
- Die Untersuchung des Somatotyps ergab bei den weiblichen Testpersonen ein „balanced mesomorphes“ Erscheinungsbild (2,9 – 3,7 – 3,0), bei den Männern ist dieses „ektomorph mesomorph“ (2,2 – 4,3 – 3,0). Verglichen mit anderen Sportarten befinden sich Voltigierer bezüglich des Somatotyps auf dem Level von Spielsportlern.
- Die Messungen von BMI, KFA und Somatotyp deuten darauf hin, dass die weiblichen Bundeskadermitglieder mehr Muskelmasse und weniger Körperfett haben als D-Kader-Voltigiererrinnen.
- Die Bioimpedanzanalyse und die Bestimmung des Somatotyps sind geeignete Mittel zur Überprüfung des relativen Körperfett- und Muskelmasseanteils.

2.

- **Beweglichkeit:** Voltigierer verfügen insgesamt über ein hohes Maß an passiver Hüftbeweglichkeit, die deutlich zugunsten der Frauen ausfällt. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern ist bei der überdurchschnittlichen Schulter- und aktiven Hüftbeweglichkeit nicht so hoch. Bundes- und Landeskader befinden sich annähernd auf gleichem Niveau.
- **Kraft:** Insgesamt zeichnen sich die männlichen Probanden gegenüber den weiblichen durch bessere absolute und relative Kraftwerte in allen Bereichen aus. In weiten Teilen trifft dies auch auf den Unterschied zwischen Bundes- und Landeskader zu. Verglichen mit anderen Sportarten erzielen deutsche Spitzenvoltigierer schwächere Maximalkraftwerte der Knieflexoren und -extensoren bei der isokinetischen Kraftmessung. Bessere Maximalkraftwerte der Knieextensoren korrelieren positiv mit der Sprunghöhe beim Dropjump. Voltigierer befinden sich bei diesem Sprungkrafttest auf dem gleichen Level wie Volleyballer. Trainiertere und leistungsstärkere Athleten weisen auch kurze Bodenkontaktzeiten beim Dropjump auf. Die durchschnittlich bis gut einzustufende Rumpfkraft der Pferdesportler fällt zugunsten der isometrisch gemessenen Maximalkraft der Rumpfextensoren aus. Probanden mit einer besseren Rumpfkraft bewältigten auch mehr Gewicht beim Frontdrücken. Den durchschnittlichen Kraftwerten der Frauen stehen gute bis sehr gute der Männer gegenüber.
- **Koordination:** Voltigierer verfügen über ein hohes Maß an Gleichgewichtsfähigkeit. Das angewandte Testverfahren brachte eine hohe Trennschärfe bei der Klassifizierung der Untersuchungsgruppe.

3.

- Die auf der Untersuchung basierenden Richtwerte (siehe Anlage) für die verwendeten Testverfahren sind ein geeignetes Instrument zur Leistungsdiagnostik von Turniervoltigierern sowie verwandter Sportarten.
- Die Richtwerte können als repräsentativ für den Leistungssport Voltigierern betrachtet werden, da die gesamte deutsche Leistungsspitze, zugleich auch Weltspitze, zu den Probanden zählte.

## 4.

- Im Wettkampf erfolgreichere Athleten erzielten auch bei der Leistungsdiagnostik bessere Ergebnisse.
- Es gibt hochsignifikante Zusammenhänge zwischen den Resultaten der Beweglichkeitstests und den erreichten Wertnoten bei der Pflichtübung Mühle.
- Voltigierer mit besseren Drop Jump-Werten erzielten in der Regel höhere Aufsprungnoten.
- Die Qualität von Aufsprung, Schere und Flanke hing unmittelbar von der relativen Maximalkraft der Rumpf-, Schulter- und Armmuskulatur ab.
- Es konnte kein Zusammenhang zwischen Gleichgewichtstest und erbrachter Wettkampfleistung hergestellt werden.

## 5.

- 90 % der Kadervoltigierer haben sich in ihrer Voltigierkarriere mindestens einmal verletzt.
- Alter, Trainingsalter und Anzahl der Wettkämpfe begünstigen die Verletzungshäufigkeit.
- Das als durchschnittlich zu bezeichnende Muskelkorsett, vor allem an der unteren Extremität, erhöht das Verletzungsrisiko. So treten an den unteren Gliedmaßen die meisten Verletzungen bei Spitzenvoltigierern auf.
- Hauptverletzungsursache scheinen auch bei Leistungssportlern im Voltigieren generell Sprünge, Landungen sowie Stürze vom Pferd zu sein.
- Die Anzahl der sportmedizinischen Untersuchungen und Leistungsdiagnostiken ist für die auftretenden Belastungen im Leistungssport Voltigieren unzureichend.
- Neuromuskuläre Dysbalancen bei gleichzeitig hohen mechanischen Belastungen scheinen zu häufigen Überlastungssyndromen im Rücken zu führen.

6.

- 63 % der untersuchten Voltigierer sind als gemischtfaserig bzw. Mittelstrecklertypen einzuordnen, 37 % als Ausdauerathleten. Sprintertypen konnten nicht nachgewiesen werden.
- Das von ZIMMERMANN entwickelte Verfahren zur Bestimmung des Muskeltyps über den Cat-Q NA/A ist in modifizierter Form auch im Voltigiersport anwendbar.

7.

- Die untersuchten Bundeskadervoltigierer zeigten im Wettkampf eine signifikant höhere Sympathikusaktivität als die Landeskaderathleten. Männer waren hinsichtlich des Cat-Q NA/A „nervöser“ als die Frauen. Im Mittel zeigte sich im Wettkampf ein Cat-Q NA/A von 3,6.
- Die vorliegende Untersuchung zeigt signifikante Unterschiede zwischen Trainings- (6,6) und Wettkampfquotienten (3,6).
- Mentales Training scheint keinen Einfluss auf die Sympathikusaktivität zu haben.
- Es gibt eine Diskrepanz zwischen Eigen- und Fremdwahrnehmung des Wettkampfes hinsichtlich des Aktivitätslevels.

**Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse lässt sich folgendes Profil für Spitzenvoltigierer erstellen:**

Voltigierer verfügen über ein hohes Maß an Gleichgewicht und Beweglichkeit. Das vorhandene Muskelkorsett ist für die auftretenden mechanischen Belastungen und konditionellen Anforderungen unzureichend. Verglichen mit verwandten Sportarten schneiden Voltigierer insbesondere bezogen auf die relative Maximalkraft schlechter ab. Wird ausschließlich die Athletik betrachtet, besteht hier noch ein hohes Potenzial für eine Leistungsentwicklung.

Einzelvoltigierer im Spitzensport Voltigieren rekrutieren im Training in der Regel rote bzw. rote und weiße Muskelfasern und sind demnach überwiegend als Mittelstreckler- bzw. Ausdauerarten zu charakterisieren. Um einen höchstmög-

chen Trainingseffekt zu erzielen, sollten die Übungseinheiten auf den Muskelfasertyp abgestimmt sein.

Im sportartübergreifenden Vergleich fällt auf, dass Voltigierer wie andere Sportarten im Wettkampf mit einer hohen Sympathikusaktivität zu kämpfen haben. Es ist deshalb über geeignete Maßnahmen zur Stressbewältigung nachzudenken.

## Literaturverzeichnis

ABD EL-RAHMAN, A. M. A. E. (2001): Nutzen der Katecholaminbestimmung unter Trainings- und Wettkampfbedingungen im Beach-Volleyball. Dissertation Universität Bielefeld.

ADIRIM, T. A./CHENG, T. L. (2003): Overview of Injuries in the young athlete. In: Sports Medicine 33 (1), 75-81.

AGEBERG, E./ZÄTTERSTRÖM, R./MORITZ, U. (1998): Stabilometry and one-leg hop test have high test-retest reliability. In: Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 8, 198-202.

ALETTER, J. (2002): Evaluation eines Gruppenprogramms zur Gesundheitsberatung mit den Schwerpunkten Ernährung und Sport in kommerziellen Fitness-Studios. Inauguraldissertation Justus-Liebig-Universität Gießen.

ARNOLD, H./ARNOLD S. (2003): Aufbautraining im Voltigiersport. Goslar.

ARNOT, R./GAINES, C. (1990). Sport Talent. Wien.

BALLREICH, R. (1970). Grundlagen sportmotorischer Tests. Frankfurt am Main.

BALTZOPOULOS, V./GLEESON N. P. (2001): Skeletal muscle function. In: ESTON, R./REILLY, T. (Hrsg.): Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual. Volume 2. London.

BARTONIETZ, K. (1992): Effektivität im Krafttraining. In: Leistungssport 22 (5): 5-14.

BAUERSFELD, K. H./SCHRÖTER, G. (1979): Grundlagen der Leichtathletik. Berlin.

BERGER, R. A. (1967): Determination of a method to predict 1-RM chin and dip from repetitive chins and dips. In: Research Quarterly for Exercise and Sports 38. 330-335.

BIRNESSER, H./BOSCHERT, H.-P./ECKARD, R./GÖSELE, A./HORSTMANN, T./MAYER, F./SCHMITT, H. (2001): Die orthopädische Untersuchung in der Sportmedizin. Leitlinien zur Untersuchung von Kaderathleten im Rahmen der sportärztlichen Untersuchung. Schorndorf.

BISHOP, D. (2003): Warm up I. Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. In: Sports Medicine 33 (6), 439-454.

BISHOP, D. (2003a): Warm up II. Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. In: Sports Medicine 33 (7), 483-498.

BLUME, D. (1998): Zu Methoden im Anwendungsbereich der Bewegungslehre, speziell zum motorischen Test. In: MEINEL, K./SCHNABEL, G. (Hrsg.): Bewegungslehre – Sportmotorik. 9. Auflage. Berlin, 350-385

BOBBERT, M./HUIJING, P. A./VAN INGEN SCHENAU, G. J. (1987): Drop Jumping. In: Medicine and Science in Sports and Exercise 19, 332-338.

BOECKH-BEHRENS, W.-U./BUSKIES, W. (2001): Fitness-Krafttraining. Die besten Übungen und Methoden für Sport und Gesundheit. 4. Auflage. Hamburg.

BÖER, R. (2006): Charakterisierung des Balanceverhaltens von Gesunden, Hüft- und Kniepatienten auf dem Posturomed. Dissertation Eberhard Karls Universität zu Tübingen.

Bös, K. (1997): Handbuch sportmotorischer Tests. Göttingen.

BÖS, K./HÄNSEL, F./SCHOTT, N. (2004): Empirische Untersuchungen in der Sportwissenschaft. Planung – Auswertung – Statistik. 2. vollst. überarb. und aktual. Auflage. Hamburg.

BORTZ, J./DÖRING, N. (2003): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. 3. überarb. Auflage. Berlin-Heidelberg.

BROEKHOFF, J. (1993): Monkey business: evolution, culture and youth sport. In: DUQUET, W./DAY, J. A. P. (Hrsg.): Kinanthropometry IV. London, 1-16.

BRÜGGEMANN, G.-P./ KRAHL, H. (2000): Belastungen und Risiken im weiblichen Kunstturnen. Teil 1: Aus der Sicht von Biomechanik und Sportmedizin. Köln.

BRUHN, S./SCHWIRTZ, A./GOLLHOFER, A. (2002): Diagnose von Kraft- und Sprungkraftparametern zur Trainingssteuerung im Skisprung. In: Leistungssport 5, 34-37.

BUBECK, D. (2002): Belastungsvariation und funktionelle Anpassung im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus. Dissertation Universität Stuttgart.

BÜHRLE, M. (1985): Dimensionen des Kraftverhaltens und ihre spezifischen Trainingsmethoden. In: Bührle, M. (Hrsg.): Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings. Schorndorf, 82-111.

BÜHRLE, M. (1987): Die spezielle Diagnose der einzelnen Kraftkomponenten im Hochleistungssport. In: Leistungssport 4, 14-16.

BÜHRLE, M. (1989): Maximalkraft – Schnellkraft – Reaktivkraft. In: Sportwissenschaft 3, 311-325.

BURNIAT, W. (1997): Childhood obesity: which specificities? In: International Journal of Obesity 21, 136.

BzGA (2006): Übergewicht bei Kindern und Jugendlichen. So finden Sie ein gutes Programm. Ein Leitfaden für Eltern und Erziehende. Nürnberg.

BzGA (2007): Bodymaßindex bei Kindern und Jugendlichen. Zugriff am 16.02.2007 unter: <http://www.bzga-kinderuebergewicht.de/pdf/body-mass.pdf>.

BzGA (2008): Wachstumskurven für den Bodymaßindex (BMI) bei Kindern und Jugendlichen (0 – 18 Jahren), unter Berücksichtigung von Körpergewicht/–größe, Alter und Geschlecht. Zugriff am 29.02.08 unter: <http://www.bzga-kinderuebergewicht.de/pdf/wachstumskurve.pdf>.

CARTER, J. E. L. (2002): The Heath-Carter anthropometric somatotype – instruction manual. Zugriff am 16.11.2005 unter: <http://www.somatotype.org/methodology.php>.

CARTER, J. E. L./ HEATH, B. H. (2005): Somatotyping – Development and Applications. Cambridge.

CMA (2005): Methoden zur Erfassung der Körperzusammensetzung. In: Ernährungsinformation der CMA 04/2005, 10-11.

CONSILMAN, J. (1980): Handbuch des Sportschwimmens für Trainer, Lehrer und Athleten. Bockenem am Harz.

DANE, Ş./ CAN, S./ GÜRSOY, R./ EZIRMIK, N. (2004): Sport injuries: relations to sex, sport, injured body region. In: Perceptual and Motor Skills 98, 519-524.

DANNER, J. (2000): Der Heath-Carter Somatotyp und die sportmotorische Entwicklung im Kindes- und Jugendalter unter besonderer Berücksichtigung gesundheitlich bedeutsamer Zusammenhänge – Eine Longitudinalstudie -. Dissertation Universität Bielefeld.

DAVIES, G. J./GOULD, J. A. (1982): Trunk testing using a prototype Cybex II isokinetic dynamometer stabilization system. In: Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy 3/4, 164-170.

DEBRUNNER, H. U. (1966): Orthopädisches Diagnostikum. Stuttgart.

DESTASO, J./KAMINSKI, T. W./PERRIN, D. H. (1997): Relationship between drop vertical jump heights and isokinetic measures utilizing the stretch-shortening cycle. In: Isokinetics and Exercise Science 6, 175-179.

DEURENBERG, P. (2005): Validation of OMRON BF306 in samples of five European populations. Zugriff am 06.11.05 unter: <http://www.hermedico.dk/upload/filer/Fedtm%C3%A5ler306Validering.pdf>

DEURENBERG, P./YAP, M./VAN STAVEREN, W. A. (1998): Body mass index and percent body fat: a meta analysis among different ethnic groups. In: International Journal of Obesity 22, 1164-1171.

DEURENBERG, P./WESTSTRATE, I. J. (1987): Überernährung und Adipositas: Epidemiologie und Gesundheitsrisiken von Fettsucht und Körperfettverteilung. In: WOLFRAM, G./SCHLIERF, G. (Hrsg.): Ernährung und Gesundheit: Beiträge der Ernährungsepidemiologie in Europa; Internat. Wiss. Symposium der DGE, 22./23. Oktober 1987. Stuttgart, 47-64.

Dickhut, A. (1969): Die Leibeserziehung 8, 18. Jg., 90-91.

DOSB (2007): Richtig fit. Lexikon. Zugriff am 12.02.2007 unter: <http://www.richtigfit.de/pages/de/magazin/lexikon/124.html?ls=>

DRINKEWITZ, C. (2005): Trainingsplanung und -organisation, Planung einer TE, Trainingsperiodisierung. Zugriff am 15.10.2005 unter: <http://cardri.info/Script%20Trainingsplanung%20organisation%20TEPlanung%20Periodisierung.pdf>

DSB (1994): Förderkonzept 2012. Zugriff am 07.02.2007 unter:

<http://www.dosb.de/de/leistungssport/konzepte/>

DSB (1997): Nationales Spitzensport-Konzept. Zugriff am 07.02.2007 unter:

<http://www.dosb.de/de/leistungssport/konzepte/>

DSB/BL (2002): Sportmedizinisches Untersuchungs- und Betreuungssystem im Spitzensport (ab 1.1.1999). Zugriff am 17.09.07 unter:

<http://www.dosb.de/fileadmin/fm->

[dsb/arbeitsfelder/leistungssport/Materialien/Medizin\\_Physio/1-Konzept\\_Sportmedizin.pdf](http://www.dosb.de/fileadmin/fm-dsb/arbeitsfelder/leistungssport/Materialien/Medizin_Physio/1-Konzept_Sportmedizin.pdf)

DTB (2002): DTB Handbuch. Teil 1 – Aufgabenbuch Gerätturnen männlich. Frankfurt.

DUQUET, W./CARTER, J. E. L. (2001): Somatotyping. In: ESTON, R./REILLY, T. (Hrsg.): Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data. Volume 1: Anthropometry. 2<sup>nd</sup> edition. London – New York, 47-64.

DUQUET, W./DAY, J. A. P. (1993): Kinanthropometry IV. London.

EHLENZ, H., GROSSER, M./ ZIMMERMANN, E. (1998): Krafttraining. Grundlagen, Methoden, Übungen, Leistungssteuerung, Trainingsprogramme. München.

EL NAIEM HASSAN, O. (2003): Evaluation sportartspezifischer konditioneller Fähigkeiten bei Talenten. Ein Vergleich zwischen deutschen und ägyptischen Kunstturn-Talenten im Alter von 10-12 Jahren. Dissertation Universität Konstanz.

EMERY C. A./HAGEL, B./MORRONGIELLO, B. A. (2006): Injury prevention in child and adolescent sport: Whose responsibility is it? In: Clinical journal of sport medicine 16 (6), 514-521.

EMRICH, E./FRÖHLICH, M./PITSCH, W. (2006): Medizinische Betreuungsleistung an den Olympiastützpunkten aus Athletenperspektive. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 57 (1),19-26.

EMRICH, E./FRÖHLICH, M./GÜLLICH, A./KLEIN, M. (2004): Vielseitigkeit, verletzungsbedingte Diskontinuitäten, Betreuung und sportlicher Erfolg im Nachwuchsleistungs- und Spitzensport. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 55 (9), 237-242.

ENGELHARDT, M./KRÜGER-FRANKE, M./ PIEPER, H.-G./ Siebert, C. H. (2005): Sportverletzungen – Sportschäden. Stuttgart.

ENGELKE, A. (1991): Entwicklung eines Anforderungsprofils des Einzelvoltgierers. Diplomarbeit Deutsche Sporthochschule Köln.

ESTON, R./REILLY, T. (2001): Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data. Volume 1: Anthropometry. 2<sup>nd</sup> edition. London – New York.

FELDER, H. (1999): Isokinetik in Sport und Therapie. München.

FEI (2007): About Vaulting. Zugriff am 02.02.2007 unter: <http://www.horsesport.org/v/about/about.htm>

FEI (2005): Rules for Vaulting Events. 6th edition, effective 1st January 2005. Zugriff am 05.02.2007 unter: <http://www.horsesport.org/v/rules/rules.htm>

FEI (2005a): Guidelines for Judges. 4th edition 2005 effective 1st January 2005. Zugriff am 05.02.2007 unter: <http://www.horsesport.org/v/rules/rules.htm>

FETZ, F. (1990): Sensomotorisches Gleichgewicht im Sport. Wien.

FETZ, F./KORNEXL, E. (1993): Sportmotorische Tests. 3. Auflage. Wien.

FIEHN, R./FROBÖSE, I. (2003): Ausdauertraining in der Therapie. In: FROBÖSE, I./NELLESSEN, G./WILKE, C. (Hrsg.): Training in der Therapie. Grundlagen und Praxis. 2. überarb. Auflage. München-Jena, 27-43.

FIESEL, R. (2000): Somatotypische und sportmotorische Entwicklungsverläufe von Jungen im Alter von 6 – 16 Jahren unter Einfluß eines dreijährigen Schwimm- und Wasserballtrainings. Einsatzmöglichkeiten von Leistungskontrollverfahren als wesentlichem Bestandteil des komplexen Prozesses der Trainingssteuerung im Nachwuchsbereich. Dissertation Universität Dortmund.

FLEICHMAN, D. G. (1964): Structure and measurement of physical fitness. Prentice Hall.

FN (2000): Leistungs-Prüfungs-Ordnung. Warendorf.

FN (2004): Leistungs-Prüfungs-Ordnung. Warendorf.

FN (2006): Richtlinien für Reiten, Fahren und Voltigieren. Band 3 Voltigieren. 3. Auflage. Warendorf.

FN (2006a): Jahresbericht 2005. Warendorf.

FN (2007): Aufgabenheft Voltigieren. Ausgabe 2008. Warendorf.

FN (2008): Leistungs-Prüfungs-Ordnung. Druck 2007. Warendorf.

FRADKIN, A. J./GABBE, B. J./CAMERON, P. A. (2006): Does warming up prevent injury in sport? The evidence from randomised controlled trials? In: Journal of Science and Medicine in Sport 9, 214-220.

FREIWALD, J./ENGELHARDT, M. (1996): Neuromuskuläre Dysbalancen in Medizin und Sport. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 47 (3), 99-106.

FRICK, U. (1993): Kraftausdauerverhalten im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus. Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Köln.

FROBÖHSE, I./FIEHN, R. (2003): Muskeltraining in der Therapie. In: FROBÖHSE, I./NELLESSEN, G./WILKE, C. (Hrsg.): Training in der Therapie. Grundlagen und Praxis. 2. überarb. Auflage. München-Jena, 59-79.

Froböse, I./Fiehn, R. (2003a): Das Training in der Therapie – Grundlagen. In: FROBÖHSE, I./NELLESSEN, G./WILKE, C. (Hrsg.): Training in der Therapie. Grundlagen und Praxis. 2. überarb. Auflage. München-Jena, 11-26.

FRÖHLICH, M. (2003): Eine empirische Studie zur Methodik des Kraftausdauertrainings. Dissertation Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt am Main.

FÖHRENBACH, R. (1986): Leistungsdiagnostik, Trainingsanalyse und -steuerung bei Läuferinnen und Läufern verschiedener Laufdisziplinen. Konstanz.

GEIGER, L. V. (1997): Überlastungsschäden im Sport. München.

GIEßING, J. (2003): Trainingsplanung und -steuerung beim Muskelaufbautraining. In: Leistungssport 4, 26-31.

GOLLHOFER, A. (1987): Komponenten der Schnellkraftleistungen im Dehnungs-Verkürzungs- Zyklus. In: STARISCHKA S. (Hrsg.): Sportwissenschaften und Trainingspraxis. Erlensee.

GOLLHOFER, A./GRANACHER, U./TAUBE, W./MELNYK, M./GRUBER, M. (2006): Bewegungskontrolle und Verletzungsprophylaxe. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 57 (11/12), 266-270.

GRANERT, J. P. (2005): Koordinationstrainingstherapie im Spacecurl – posturographische Ergebnisse bei Pflegepersonal mit Rückenschmerzen. Dissertation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

GRÄVE, M. (1992): Krafttraining und Kraftdiagnostik an computergestützten isokinetischen Multigelenksystemen im Schwimmsport. In: Leistungssport 22, 5, 37-40.

GROSSER, M. (1981): Die Zweckgymnastik des Leichtathleten. Schorndorf.

GROSSER, M. (1991): Schnelligkeitstraining. Grundlagen, Methoden, Leistungssteuerung, Programme. München.

GROSSER, M./STARISCHKA, S. (1986): Konditionstests. 2. Auflage. München.

GROSSER, M./NEUMAIER, A. (1988): Kontrollverfahren zur Leistungsoptimierung. Schorndorf.

GROSSER, M./EHLENZ, H./GRIEBL, R./ZIMMERMANN, E. (1999): Richtig Muskeltraining. 7. Auflage. München.

GROSSER M./STARISCHKA, S./ZIMMERMANN, E. (2001): Das neue Konditionstraining. Für alle Sportarten, für Kinder und Aktive. 8. überarb. Auflage. München.

GÜLLICH, A./SCHMIDTBLEICHER, D. (1999): Struktur der Krafftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 50 (7+8). 223-234.

HAAKER, R. (1998): Sportverletzungen – was tun? Prophylaxe und sportphysiotherapeutische Behandlung. 2. überarb. Auflage. Berlin-Heidelberg.

HAGELOCH, W./SCHNEIDER, S./WEICKER, H. (1990): Blood ammonia determination in a specific field test as a method supporting selection in runners. In: International Journal of Sports Medicine 11, 56-61.

HALEVA, Y. (2005): Mögliche Einflussfaktoren eines Vibrationstrainings auf die Maximalkraft, Schnellkraft, Reaktivkraft und Kraftausdauer. Dissertation Deutsche Sporthochschule Köln.

HAWES, M. R./MARTIN, A. D. (2001): Human body composition. In: ESTON, R./REILLY, T. (Hrsg.): Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data. Volume 1: Anthropometry. 2<sup>nd</sup> edition. London – New York, 7-46.

HEIDEMANN, K. (2006): Bewegungskoordination im Alter. Eine experimentelle Studie zum Training der Gleichgewichtsfähigkeit. Dissertation Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

HELAL, B./KING, J./GRANGE, W. (1986): Sports injuries and their treatment. London.

HELGERT, S. (1997): Strukturanalyse des Voltigiersports in Deutschland. Zulassungsarbeit Universität Bayreuth.

HERRMANN, M. (1993): Verletzungen im Voltigiersport. Diplomarbeit Eberhard-Karls-Universität Tübingen.

HESS, C. (1998): Pädagogische Grundgedanken zum Pferdesport. In: DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG E.V. – BEREICH SPORT, ABTEILUNG AUSBILDUNG – (Hrsg.): Sportlehre. Lernen- Lehren und Trainieren im Pferdesport. 2. Auflage. Warendorf.

HEYWARD, V.H./STOLARCZYK, L.M. (1996): Applied body composition assessment. Champaign.

HILLEBRECHT, M./HILLEBRECHT, N. (2003): Wie wird Schnelligkeit trainiert? In: SCHEID, V./PROHL, R. (Hrsg.): Trainingslehre. 8. Auflage. Wiebelsheim, 111-134.

HILLEBRECHT, M./NIEDDERER, F. (2006): Lassen sich Leistungseinbußen bezüglich der Reaktivkraft nach statischem Dehnen aufheben? In: Sportwissenschaft 36 (3), 306-320.

HIMMELREICH, H. (2004): Verfahren zur Analyse von Körperbaumerkmalen und Körperzusammensetzung („body composition“). In: BANZER, W./ PFEIFER, K./ VOGT, L. (Hrsg.): Funktionsdiagnostik des Bewegungssystems in der Sportmedizin, Berlin-Heidelberg, 48-72.

HIRTZ, P. (1981): Koordinative Fähigkeiten. Kennzeichnung, Altersgang und Beeinflussungsmöglichkeiten. In: Medizin und Sport 11, 348-351.

HIRTZ, P. (1994). Koordinative Fähigkeiten. In: SCHNABEL, G./ HARRE, D./ KRUG, J. (Hrsg.): Trainingswissenschaft. Berlin.

HIRTZ, P./HOTZ, A./LUDWIG, G. (2000): Bewegungskompetenzen Gleichgewicht. In: HAAG, H./KRÖGER, C. (Hrsg.): Praxisideen 2. Schriftenreihe für Bewegung, Spiel und Sport. Schorndorf.

HOLLMANN, W./HETTINGER T. (2000): Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin. 4. völlig neu bearb. Auflage. Stuttgart.

HÖLTKE, V./STEUER, M. (2001): Alters- und geschlechtsspezifische Referenzwerte isokinetischer Kraftdiagnostik am Kniegelenk. Zugriff am 08.11.2005 unter: [http://www.sportkrankenhaus.de/Ergebnisse/iso09\\_01.htm](http://www.sportkrankenhaus.de/Ergebnisse/iso09_01.htm).

HÖLTKE, V./VERDONCK, A./EULER, H.: (1997). Isokinetische Testverfahren und Testparameter und ihre Korrelationen zur Schwimmleistung bei Leistungsschwimmern der nationalen Spitzenklasse: Zugriff am 21.10.2007 unter: <http://www.sportkrankenhaus.de/hellersen.html>

HORN, F./MOC, I./SCHNEIDER, N. (2005): Biochemie des Menschen. Das Lehrbuch für das Medizinstudium. 3. grundlegend überarb. und erweit. Auflage. Stuttgart.

HORSTMANN, T./HEITKAMP, H.C./MAYER, F./HERMANN, M./KÜSSWETTER, H.W./DICKHUTH, H.(1998): Traumatologie und Sportschäden im Voltigiersport des Jugendlichen. In: Sportverletzung-Sportschaden 12, 66-70.

- JANDA, V. (2002): Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik. 4. Auflage. Jena.
- JARMOLUK, P. (1989): Laktat- und Katecholaminbestimmungen als Mittel zur Leistungssteigerung im Judo. Eine empirische Langzeitstudie an Weltklasseathletinnen. Erlensee. In: STARISCHKA, S. (Hrsg.): Sportwissenschaften und Trainingspraxis. Band 2. Erlensee.
- JONATH, U./KREMPEL, R. (1981): Konditionstraining: Training, Technik, Taktik. Reinbek.
- LIENERT, G. A./RAATZ, U. (1998): Testaufbau und Testanalyse. Weinheim.
- KAUNE, W. (1993): Das Heilpädagogische Voltigieren und Reiten mit geistig behinderten Menschen. Neuauflage. Warendorf.
- KHAN, M./O'HARA, R./POHLMAN, R. L./GOLDSTEIN, D. G./GUHA, S. K. (2005): Multi-Dimension applications of bioelectrical impedance analysis. In: Journal of Exercise Physiologyonline 8 (1), 56-71. Zugriff am 06.11.2005 unter: <http://www.asep.org/jeponline/issue/Doc/Feb2005/Khan.pdf>.
- KIRKENDALL, D. R./GRUBER, J. J./JOHNSON, R. E. (1987): Measurement and Evaluation for Physical Educators. 2. Auflage. Champaign.
- KLEE, A. (2006): Zur Wirkung des Dehnungstrainings als Verletzungsprophylaxe. Eine Analyse der empirischen Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung der Verletzungsarten. In: Sportwissenschaft 36 (1), 23-38.
- KLEINÖDER, H. (2004): Diagnostik und Training, Praxis- und Laborverfahren, isometrische, isokinetische und dynamische Diagnostik, Trainingsumsetzungen. In: DEUTSCHE SPORHOCHSCHULE KÖLN (Hrsg.): Sport ist Spitze. Köln. 58-65.
- KLIMT, F. (1992): Sportmedizin im Kindes- und Jugendalter. New York.

KLÜMPER, A (1998): Epidemiologie und Prävention. In: KLÜMPER, A. (Hrsg.): Sporttraumatologie. Handbuch der Sportarten und ihrer typischen Verletzungen. Landsberg (III-1), 1-9.

KNUTTGEN, H. G./KOMI P. V. (1994): Basale Definitionen der muskulären Aktivität. In: KOMI P. V. (Hrsg.): Kraft und Schnellkraft im Sport. Köln. 15-16.

KÖNIG, D./ GRATHWOHL, D./DEIBERT, P./WEINSTOCK, C./NORTHOFF, H./BERG, A. (2000): Sport und Infekte der oberen Atemwege – Epidemiologie, Immunologie und Einflussfaktoren. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 51 (7+8), 244-250.

KOMI, P. V. (1994): Der Dehnungs- Verkürzungszyklus. In: KOMI, P. V. (Hrsg.): Kraft und Schnellkraft im Sport. Köln, 173 – 182.

KRAEMER, W. J./FRY, A. C. (1995): Strength Testing: Development and Evaluation of Methodology. In: MAUD, P. J./FOSTER, C. (Hrsg.): Physiological assessment of human fitness. Human Kinetics. Champaign, Illinois, 115-138.

KRAFT, C. N./ SCHARFSTÄDT, A./YONG, M./ WESTHOFF, B./URBAN, N./FALKENHAUSEN, M. V. (2007): Zusammenhang zwischen Rückenschmerzen und kernspintomografischen LWS-Befunden bei Hochleistungsvoltgierern. In: Sportverletzung-Sportschaden 21, 142-147.

KRAWCZYK, B./SKLAD, M./JACKIEWICZ, A. (1997): Heath-Carter somatotypes of athletes representing various sports. In: Biology of Sport 14 (4), 306-310.

KRAUS, M. (2006): Die Kraftentwicklung in Abhängigkeit von der Satzzahl. Eine sportmedizinische Analyse bei Anfängern und Fortgeschrittenen. Dissertation Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

KROEMER, K. H. E./MARRAS, W. S. (1980): Towards an objective assessment of the "maximal voluntary contraction" component in routine muscle strength measurements. In: European Journal Applied Physiology 45, 1-9.

KROPP, I. (1996): Kardiozirkulatorische und metabolische Beanspruchungen im Voltigiersport. Dissertation Universität des Saarlandes.

KUNZ, M. (1997): Grundlagen des medizinischen Aufbautrainings. Die reziproken Maximalkraftrelationen in isokinetischen Testverfahren. In: Physikalische Therapie 18 (3), 139-145.

LETZELTER, M. (1994): Trainingsgrundlagen. Reinbek.

LINTSI, M./KAARMA, H./KULL, I. (2004): Comparison of hand-to-hand bioimpedance and anthropometry equations versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat percentage in 17-18-year-old conscripts. In: Clinical Physiology and Functional Imaging 24 (2) 85-90.

LÖLLGEN, H. (2004): Das Anstrengungsempfinden (RPE, Borg-Skala). In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 55 (11), 299-300.

LOTTMANN, A. (2002): Untersuchungen zur Optimierung der Belastungssteuerung im Krafttraining durch Kombination verschiedener Methoden der trainingsbegleitenden Leistungsdiagnostik. Dissertation Universität Göttingen.

MARÉES DE, H. (2002): Sportphysiologie. 9. vollst. überarb. und erweit. Auflage. Köln.

MARKWORTH, P. (2003): Sportmedizin. 17. Auflage. Reinbeck.

MARQUARDT, M./VON LOEFFELHOLZ, C./GUSTAFSSON, B. (2005): Die Laufbibel. Das Basiswerk für gesundes Laufen. Hamburg.

MARTIN, D./CARL, K./LEHNERTZ, K. (1993): Handbuch Trainingslehre. Schorndorf.

MATWEJEW, L.P. (1981): Grundlagen des sportlichen Trainings. Berlin.

MAYER, F./HORSTMANN, T./KÜSSWETTER, W./DICKHUTH, H.-H. (1994): Isokinetik – Eine Standortbestimmung. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 7/8, 272-287.

MCCARTNEY, N./MOROZ, D./GARNER, S.H./MCCOMAS, A.J. (1988): The effects of strength training in patients with selected neuromuscular disorders. In: Medicine and Science in Sports and Exercise 20, 362-368.

MCNEILL, T./WARWICK, D./ANDERSON, G./SCHULTZ, A. (1980): Trunk strengths in attempted flexion, extension and lateral bending in healthy subjects and patients with low back disorders. In: Spine 5/6, 529-538.

MENKE, W. (2001): Einführung in die Sportorthopädie und -traumatologie. 2. korr. und erg. Auflage. Wiebelsheim.

MORROW, J. R./JACKSON, A. W./DISCH, J. G./MOOD, D. P. (2000): Measurement and Evaluation in Human Performance. 2. Auflage. Champaign.

MÜHLFRIEDEL, B. (1994): Trainingslehre. Frankfurt am Main.

NETT, T. (1964): Leichtathletisches Muskeltraining. Das Übungs- und Trainingsbuch der Leichtathletik, Bd. 4. Berlin.

NEUMAIER, A. (1983): Sportmotorische Tests in Unterricht und Training. Schorn-dorf.

NEUMAIER, A. (2003): Koordinatives Anforderungsprofil und Koordinationstraining. Grundlagen – Analyse – Methoden. Köln.

NEUMAIER, A./RIEDER, M. (1992): Zur Kontrolle konditioneller Leistungskomponenten. In: APPEL, H. J./BRÜGGEMANN, G. P. (Hrsg.): Brennpunkte der Sportwissenschaft 1. Köln. 22-64.

NICOLAUS, J. (1995): Kraftausdauer als Erscheinungsform des Kraftverhaltens. Köln.

NIETHARD, F. U./PFEIL, J. (2005): Orthopädie. 5. korr. Auflage. Stuttgart.

OCHS, S./FROBÖSE, I./TRUNZ, E./LAGERSTRÖM, D./WICHARZ, J. (1998): Einsatzmöglichkeiten und Perspektiven eines neuen Screeningsystems zur Objektivierung des Funktionszustandes der Rumpfmuskulatur (IPN-Back Check). In: Gesundheitssport und Sporttherapie 14 (5), 144-150.

OSP WESTFALEN WARENDORF (2005): Unveröffentlichte Dokumentation Leistungsdiagnostik Voltigieren am Olympiastützpunkt Westfalen. PDF-Datei. Warendorf.

OSP WESTFALEN WARENDORF (2007): Unveröffentlichte Dokumentation Leistungsdiagnostik Volleyball im Zeitraum 1993 – 2006 am Olympiastützpunkt Westfalen. Exel-Datei. Warendorf.

PARKKARI, J., KUJALA, U. M. /KANNUS, P. (2001): Is it possible to prevent sports injuries? Review of controlled clinical trials and recommendations for future work. In: Sports Medicine 31 (14), 987-995.

PATEL, D. R./BAKER, R. J. (2006): Musculoskeletal Injuries in Sports. In: Primary Care: Clinics In Office Practice 33, 545-579.

PEILER, C. (2005): Sportverletzungen und Sportschäden im Voltigiersport. Eine Bestandsaufnahme und mögliche Konsequenzen für die Trainingspraxis. Diplomarbeit Universität Bielefeld.

PEILER, C. (2005a): Verletzungen im Voltigiersport. In: Reiter und Pferde in Westfalen 11, 38-39.

PEILER, C./PEILER, D. (2004). Optimales Voltigiertraining. 555 Übungen und Methoden vom Breiten- bis Spitzensport. Warendorf.

PEILER, C./PEILER, D. (2006). Optimales Voltigiertraining. 555 Übungen und Methoden vom Breiten- bis Spitzensport. 2. überarb. Auflage. Warendorf.

PEILER, D. (2004): Voltigieren – Strukturanalyse und potentielle Entwicklung in Deutschland. Diplomarbeit Deutsche Sporthochschule Köln.

PETERSEN, W./ ZANTOP, T./ ROSENBAUM, D./ RASCHKE, M. (2005): Rupturen des vorderen Kreuzbandes bei weiblichen Athleten. Teil 2: Präventionsstrategien und Präventionsprogramme. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 56 (6), 157-164.

PIEPER, S. (2006): Diagnostik der Laufschnelligkeit im Tennis. Dissertation Deutsche Sporthochschule Köln.

PREIß, R. (1996): Biomechanische Merkmale. In: BALLREICH, R./BAUMANN, W. (Hrsg.): Grundlagen der Biomechanik des Sports. Stuttgart, 54-74.

PROVINZIAL VERBAND WESTFÄLISCHER REIT- UND FAHRVEREINE (2006): Vorläufige Terminliste Voltigieren. Exel-Datei.

RAPP, G./SCHODER, G. (1977): Motorische Testverfahren. Stuttgart.

RAMGE, U. (2006): Vorwort Ramge. In: Optimales Voltigiertraining. 555 Übungen und Methoden vom Breiten- bis Spitzensport. 2. überarb. Auflage. Warendorf, 8.

RECKEWEG, R. (1997): Auswertung der Ergebnisprotokolle. In: BIELEFELDER (SPORT-)EMPIRIKER (Hrsg.): F1-Help!!! Hilfestellungen zum empirischen Arbeiten. 2. Auflage. Bielefeld, 93-131.

RIEDEL, M. (2005): Eine sportmedizinische Wirkanalyse des Heilpädagogischen Voltigierens bei Kindern mit dem Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndrom. Dissertation Universität Bielefeld.

RIEDER, H. (2006): Vorwort Rieder. In: Optimales Voltigiertraining. 555 Übungen und Methoden vom Breiten- bis Spitzensport. 2. überarb. Auflage. Warendorf, 9.

RIEDER, U. (2006): Zahlen, Daten, Fakten zum Voltigieren. Zugriff am 02.02.2007 unter:

<http://www.voltigierseiten.de/cms/servlet/Query?node=406&language=1>

RIKLI, E./JONES, C. (2001): Senior Fitness Test Manual. Fullerton.

ROCKMAN, U./BÖMERMANN, H. (2006): Grundlagen der sportwissenschaftlichen Forschungsmethoden und Statistik. Schorndorf.

ROSS, W. D./ROSE, D./WARD, R. (1989): Anthropometrie in der Sportmedizin. In: DIRIX, A./KNUTTGEN, H.G./TITTEL, K. (Hrsg.): Olympiabuch der Sportmedizin. Köln, 201-227.

ROTH, K./WILLIMCZIK, K. (1999): Bewegungswissenschaft. Reinbek.

ROTH, K. (1999): Dimensionen und Visionen des Sports. Evaluation – Profilbildung – Globalisierung. Hamburg.

RÖTHIG, P./BECKER, H./CARL, K./KAYSER, D. (2003): Sportwissenschaftliches Lexikon. 6. völlig neu bearbeitete Auflage. Schorndorf.

ROSSBERG, G./TALSKY, D. (1970): Untersuchungen zur Trainierbarkeit des Gleichgewichtssystems. In: Sportarzt und Sportmedizin 21, 136-139.

SAWELLION, D. (2001): Körperliches, kardiozirkulatorisches, kardiorespiratorisches und metabolisches Leistungsvermögen von Kunstturnern im Vergleich zu anderen Sportarten. Inaugural-Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen.

SCHÄFFLER, A./SCHMIDT, S. (1996): Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie, Physiologie, Krankheitsbilder; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen. 2. überarb. und erweit. Auflage, Nachdruck. Gehen.

SCHEID, V./PROHL, R. (2004): Trainingslehre. 9. Auflage. Wiebelsheim.

SCHMIDTBLEICHER, D. (1983): Kraftausdauer. In: RÖTHIG, P. (Hrsg.): Sportwissenschaftliches Lexikon. Schorndorf, 210.

SCHMIDTBLEICHER, D. (1984): Welche Absprunghöhe bei Tiefsprüngen. In: Lehre der Leichtathletik 35, 1785-1792.

SCHMIDTBLEICHER, D. (1987): Motorische Beanspruchungsform Kraft. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 9, 358.

SCHMIDTBLEICHER, D. (1987a): Motorische Beanspruchungsform Kraft. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 38, 356-377.

SCHMIDTBLEICHER, D. (1989): Zum Problem der Definition des Begriffs Kraftausdauer. In: CARL, K./ STARISCHKA, S./ STORCK, H.-M. (Hrsg.). Kraftausdauertraining. Köln, 10-30.

SCHMIDTBLEICHER, D./GOLLHOFER, A. (1985): Einflussgrößen des reaktiven Bewegungsverhaltens und deren Bedeutung für die Sportpraxis. In: BÜHRLE, M. (Hrsg.): Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings. Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft Bd. 56. Schorndorf, 271-281.

SCHMIDTBLEICHER, D. (1992): Training for power events. In: KOMI, P. V. (Hrsg.): Strength and Power in Sport. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 381-395.

SCHMIDT, C./ GEIGER, U. (1997): Rehatrain. Übungen mit dem Theraband. München.

SCHÜRMAN, C. (1997): Entwicklung diagnostischer Möglichkeiten zur Feststellung der Muskeltypisierung und Muskelrekrutierung unter Belastungsbedingungen durch unblutige, biomechanische Untersuchungsverfahren. Dissertation Universität Bielefeld.

SCHÜRMAN, C./ZIMMERMANN, E. (1998): Entwicklung diagnostischer Möglichkeiten zur Feststellung der Muskeltypisierung und Muskelrekrutierung unter Belastungsbedingungen durch unblutige, biochemische Untersuchungsverfahren. In: JESCHKE, D., LORENZ, R. (Hrsg.): Sportartspezifische Leistungsdiagnostik. Energetische Aspekte. Köln, 372-380.

SEEGERS, R. (1982): Analyse der technisch – taktischen und konditionellen Anforderungen des Voltigiersports. Diplomarbeit. Deutsche Sporthochschule Köln.

SEIDEL, H. (2004): Zum Zusammenhang zwischen Sprungkraft und der Technik des Aufsprunges auf das Pferd beim Voltigieren. Examensarbeit Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.

SILBERNAGL, S./ DESPOPULUS, A. (2007): Taschenatlas der Physiologie. 7. vollst. überarb. und erweit. Auflage. München.

SINGER, R. (2002): Befragung. In: SINGER, R./WILLIMCZIK, K. (Hrsg.): Sozialwissenschaftliche Forschungsmethoden in der Sportwissenschaft. Hamburg, 143-170.

SOMMER, H. M. (2004): Manuelle und klinische Diagnostik. In: BANZER, W./PFEIFER, K./VOGT, L. (Hrsg.): Funktionsdiagnostik des Bewegungssystems in der Sportmedizin. Berlin, 2-26.

STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (2007): Gesundheitsrelevantes Verhalten Körpermaße nach Altersgruppen Ergebnisse des Mikrozensus 2005.

Zugriff am 02.09.2007 unter:

<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Gesundheit/GesundheitszustandRisiken/Tabellen/Content50/Koerpermasse,templateId=renderPrint.psml>

STEINACKER J. M./WANG, L./LORMES, W./REIßNECKER, S./LIU, Y. (2002): Struktur-  
anpassungen des Skelettmuskels auf Training. In: Deutsche Zeitschrift für  
Sportmedizin 53 (12), 354-360.

STEMPER, T. (2003): Lehrbuch Lizenziierter Fitness-Trainer DSSV. 4. Auflage.  
Hamburg.

STEUER, M./HÖLTKE, V./AUTHORSEN, S. (1997): Untersuchung der koordinativen  
Fähigkeiten im Einbeinstand bei Eistänzern der nationalen Spitzenklasse.  
Zugriff am 17.10.2007 unter <http://www.sportkrankenhaus.de/hellersen.html>

STROBEL, B. (1998): E-Training. Schriftliche Hausarbeit zum ersten Staatsex-  
amen für das Lehramt. Bayrische Julius – Maximilian – Universität Würzburg.

STROBEL, G. (2002): Wechselwirkungen zwischen Katecholaminen,  $\beta$ -  
Adrenozeptoren, akuter körperlicher Belastung und Training. In: Deutsche Zeit-  
schrift für Sportmedizin 53 (4), 102-106.

STROBEL, G. (2002a): Sympathoadrenerges System und Katecholamine im  
Sport. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 53 (3), 84-85.

THIENES, G. (2000): Beweglichkeitstraining. Grundlagen – Methoden – Leis-  
tungssteuerung – Übungen. München.

TIMMANN, D. (1997): Die Untersuchung des motorischen Gleichgewichts aus der  
Sicht des Neurologen. In: BREHM, W./ KUHN, P./ LUTTER, K./ WABEL, W. (Hrsg.):  
Leistung im Sport – Fitneß im Leben. Hamburg, 90.

TEIPEL, D. (1995): Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit im Sport. Köln.

TREPEL, M. (1995): Neuroanatomie. Struktur und Funktionen. München.

ÜCKERT, S. (2003): Wie wird Beweglichkeit trainiert? In: SCHEID, V./PROHL, R.  
(Hrsg.): Trainingslehre. 8. Auflage. Wiebelsheim, 137-158.

VERDONCK, A. (2003): Isometrische und isokinetische Testverfahren zur Beurteilung der Krafftigkeiten der Muskulatur. Zugriff am 28.07.2007 unter <http://www.sportkrankenhaus.de/hellersen.html>

VERDONCK, A., WIEK, M./JAKOB, E. (2003): Beurteilung der Rumpfkraft mit einem isometrischen Messsystem (IST 99) bei unterschiedlichen Leistungssportlern. Veröffentlichung als Poster auf dem Sportärztekongress in Potsdam 2003. Zugriff am 28.07.2007 unter: <http://www.sportkrankenhaus.de/Ergebnisse/Potsdam.pdf>.

VOLL, J. (1995): Handbuch Sporttraumatologie, Sportorthopädie: funktionelle Anatomie, Diagnostik, Therapie. Heidelberg.

WALL, C./BLACK, F. O. (1983): Postural Stability and Rotational Tests: Their Effectiveness for screening dizzy Patients. In: Acta Otolaryngol. 95, 235-246.

WEINECK, J. (2002): Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings. 12. Auflage. Erlangen.

WEINECK, J. (2003): Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings. 13. Auflage. Erlangen.

WEISEMANN, J. A. (1988): Der Rombergsche Stehversuch: Der Einfluss von wiederholten Untersuchungen und verschiedenen Kopf – und Körperhaltungen auf das aufrechte Stehen. Eine posturographische Untersuchung an einem gesunden Kollektiv. Dissertation FU Berlin.

WESTERKAMP, R. (1997). Die therapeutische Bedeutung der Isokinetik in der EAP. In: ZAT Journal 1-2/97, 5-9.

WHO (2006): Nutrition and food security. Zugriff am 16.02.2007 unter: [http://www.euro.who.int/nutrition/20030507\\_1](http://www.euro.who.int/nutrition/20030507_1).

WIEK, M. (1997): Entwicklung und Technik biokinetischer Meßsysteme. Zugriff am 16.02.2007 unter: [http://www.sportkrankenhaus.de/Ergebnisse/3\\_1.htm#1](http://www.sportkrankenhaus.de/Ergebnisse/3_1.htm#1)

WIEMERS, J. (1994): Equestrian Vaulting. A handbook for vaulters and vaulting trainers. London.

WILFINGER, G. (1993): Art, Häufigkeit und Anlaß von Sportverletzungen im Voltigieren, speziell im Spitzensportbereich beim Mannschafts- und Einzelvoltigieren. Diplomarbeit Johannes-Gutenberg-Universität Mainz.

WILLIMCZIK, K. (1999): Statistik im Sport. Grundlagen – Verfahren – Anwendungen. 4. überarb. Auflage. Hamburg.

WITVROUW, E./MAHIEU, N./DANNEELS, L./MCNAIR, P. (2004): Stretching and injury prevention. In: Sports Medicine 34 (7), 443-449.

WYDRA, G. (2006): Normierung der motorischen Leistungsfähigkeit. In: Bewegungstherapie und Gesundheitssport 22, 223-227.

WYDRA, G./ GLÜCK, S. (2004): Zur Effektivität des Dehnens. In: CACHAY, K./HALLE, A./TEUBERT, H. (Hrsg.): Nachwuchsleistungssport aktuell – zwischen Computer und Power-Food. Aachen, 103-118.

YAMAMOTO, A./HARA, TSUTOMU/KIKUCHI, K./HARA, TAKAKO/FUJIWARA T. (1999): Intraoperative stress experienced by surgeons and assistants. In: Ophthalmic Surgery and Lasers 30 (1), 27-30.

YOUNG, W.B./WILSON, G./BYRNE, C. A. (1999): A Comparison of Drop Jump Training. Methods: Effects on Leg Extensor Strength Qualities and Jumping Performance. International Journal of Sports Medicine 20, 295-303.

ZANNIER, A. (1991): Sportverletzungen und Sportschäden beim Voltigieren. Inauguraldissertation Universität Frankfurt a. M..

ZATSIORSKY, V. M. (1997): The review is nice. I disagree with it. In: Journal of applied biomechanics, 13 (4), 479-483.

ZIMMER, M. (1999): Entwicklung und Erprobung eines Mehrwiederholungstests zur Erfassung der Krafftleistung im Fitneß-Training. Diplomarbeit Universität des Saarlandes.

ZIMMERMANN, E. (1986): Das Ausscheidungsverhalten der Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin unter Trainings- Vorwettkampf- und Wettkampfbedingungen. Eine Untersuchung zum Zusammenhang zwischen Sympathikusaktivität und Leistungsfähigkeit. Habilitationsschrift Deutsche Sporthochschule Köln.

ZIMMERMANN, E. (1996): Leistung und Schlaf bei Sportlern. In: Wiener Medizinische Wochenschrift 146 (13/14), 280-282.

ZIMMERMANN, E./SCHÄNZER, W./DONIKE, M. (1983): Streßfaktoren vor und nach Wettkampf- bzw. Trainingsbelastung. In: HECK, H. (Hrsg.): Sport: Leistung und Gesundheit/ Kongreßband Deutscher Sportärztekongreß Köln 1982. Köln, 277-282.

ZIMMERMANN, K. (2004). Koordinative Fähigkeiten und Beweglichkeit. In: MEINEL, K./SCHNABEL, G. (Hrsg.): Bewegungslehre – Sportmotorik. 10. Auflage. München. 206-236.

ZÜLOW, N. (2006): Leistungsdiagnostik im Voltigiersport – Untersuchung von internationalen Spitzensportlern und Kaderathleten. Diplomarbeit Deutsche Sporthochschule Köln.

ZULLEY, J./HAJAK, G. (2005): Grundlegendes Wissen über den Schlaf. In: Verhaltenstherapie 15, 212-218.

## Anhang

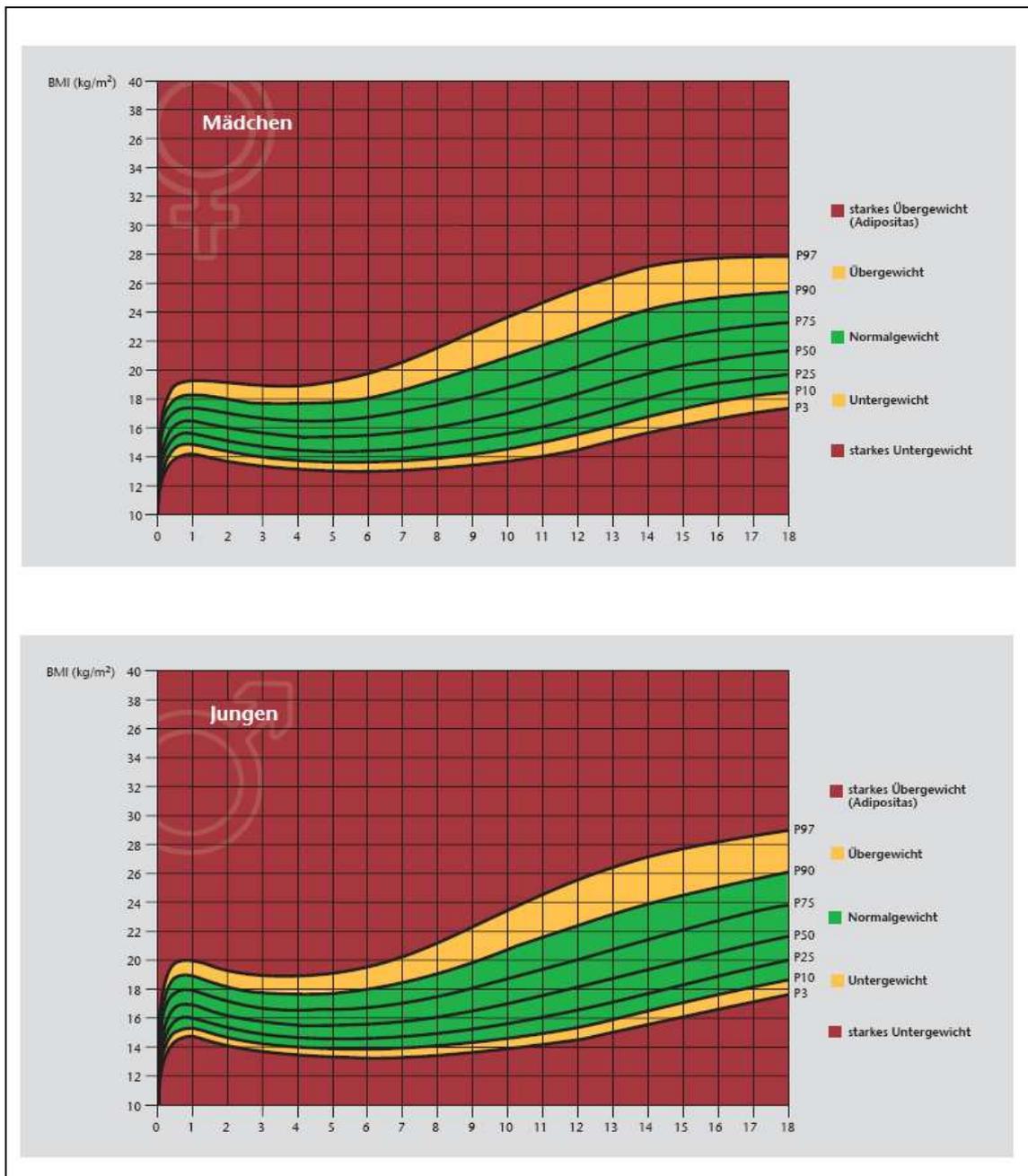


Abb. 105 Wachstumskurven für den Body-Mass-Index (BMI) bei Kindern und Jugendlichen (0-18 Jahre), unter Berücksichtigung von Körpergewicht/-größe, Alter und Geschlecht (aus: BZgA 2008)



### Leistungsdiagnostik

Datum:	10.03.06
Athlet:	1
Sportart:	Voltigieren
Disziplin:	Einzelvoltigieren
Kader:	C

Geb. am	
Körpergröße [cm]	159,5
Körpergewicht [kg]	49,2
BMI; Körperfettanteil [%]	19,3   13,9
Somatotyp	2,1 - 3,2 - 3,3

#### Beweglichkeit

				Ergebnis	
Hüfte (Beugung/Streckung) passiv	Querspagat	Linkes Bein vor	Rechtes Bein vor	0	0
		Abstand Schambein Boden [cm]			
Hüfte (Abduktion) passiv	Seitspagat	Abstand Schambein Boden [cm]		0	
Hüfte/Hüftbeuger (Beugung) aktiv	Beine anheben Hang	li	re	89	95
		Bein-Rumpf-Winkel [°]			
Schulter passiv	S-Haltetest	li [cm]	re [cm]	-3,2	-4,7
Schulter (Elevation) aktiv	Arme anheben in BL	Arm-Rumpf-Winkel [°]		189	
Schulter (Extension) aktiv	Arme anheben in BL	Arm-Rumpf-Winkel [°]		105	

#### Koordination

Gleichgewicht	Storchstand Posturomed. Kreisel	li [s]	re [s]	120	120
---------------	---------------------------------	--------	--------	-----	-----

#### Kraft

Maximalkraft	Rückenstrecker	[Nm]	[Nm/kg]	434	8,8
Maximalkraft	Rumpfbeuger	[Nm]	[Nm/kg]	360	7,3
<b>Verhältnis Rumpfbeuger/ Rückenstrecker [%]</b>				83	
Sprungkraft	Drop-Jump 28 cm beidb.	Sprunghöhe [cm]		36,0	19,4
		Kontaktzeit [s/100]			
Maximalkraft	Frontdrücken im Sitz	F <sub>(max)</sub> [kg]	F <sub>(maxrel)</sub>	40,0	0,81

Abb. 106 Muster Beurteilungsbogen Leistungsdiagnostik (Seite 1)

KG [kg]	Kniestrecker 60°/s					Kniebeuger 60°/s					Verhältnis BE/STR	
	links		rechts		li/re	links		rechts		li/re	Li	re
	$F_{(max)}$ [Nm]	$F_{(max)}$ [Nm]	$/F_{(max)}$ [Nm]	$/F_{(max)}$ [Nm/kg]		Verhältnis [%]	$F_{(max)}$ [Nm]	$F_{(max)}$ [Nm]	$/F_{(max)}$ [Nm]			
49,2	125	161	143	2,9	-22	82	94	88	1,8	-13	65	58

**Abkürzungen**

$F_{(max)}$  = Maximalkraft; ST = Strecker; BE = Beuger; li = links; re = rechts.  
Messwerte schwerkraftkorrigiert

**Beurteilung**

Folgende Bewertungskriterien wurden zur Einstufung der Messwerte verwendet:  
ausgezeichnet - sehr gut - gut - durchschnittlich - schwach - sehr schwach.

Der im unteren Normalbereich liegende BMI und der als niedrig einzustufende Körperfettanteil sind erneut als optimal zu bezeichnen.

Die passive Hüftbeweglichkeit ist wiederum ausgezeichnet. Die aktive Hüftbeweglichkeit hat sich leicht verschlechtert, ist jetzt links als durchschnittlich und rechts als gut einzuordnen. Im S-Halte-Test wurden beidseitig wieder gute, bei der Elevation und bei der Extension ausgezeichnete Ergebnisse für die Schulterbeweglichkeit erzielt.

Das Gleichgewicht hat sich deutlich verbessert, es wurden beim Rücktest ausgezeichnete Werte erzielt.

Die Kraftwerte der Rumpfmuskulatur haben sich gesteigert. Sie zeigen für den Rücken sehr gute und für den Bauch gute Werte an.

Bei einer verbesserten, sehr guten Kontaktzeit hat sich die Sprunghöhe minimal verschlechtert, wird aber immer noch als gut eingestuft.

Die Maximalkraftwerte beim Frontdrücken im Sitz wurden beim Rücktest nicht im vollen Umfang erreicht, sind aber dennoch als ausgezeichnet einzustufen.

Im Vergleich zum Test im November hat sich die Maximalkraft der Kniestrecker zu einem guten Wert verringert, bei gleichzeitigem Erhalt der sehr guten Kraftwerte der Beuger. Die schwächeren Werte der Strecker führen in Bezug auf das Beuger-Strecker-Verhältnis links zu einem guten und rechts erneut zu einem durchschnittlichen Ergebnis.

**Fazit und Empfehlungen**

Die koordinativen Fähigkeiten haben sich bezüglich des Gleichgewichts in der Vorbereitungsphase deutlich verbessert.

Als positiv sind weiterhin die überdurchschnittliche passive Beweglichkeit und die gesteigerten Rumpfkraftwerte hervorzuheben.

Auch während der Wettkampfsaison sollte das Athletiktraining beibehalten werden, insbesondere ein Maximalkrafttraining der Oberschenkelmuskulatur.

Ein weiterer Schwerpunkt ist zusätzlich auf das sportartspezifische Koordinations- und Techniktraining zu legen.

Abb. 107 Muster Beurteilungsbogen Leistungsdiagnostik (Seite 2)

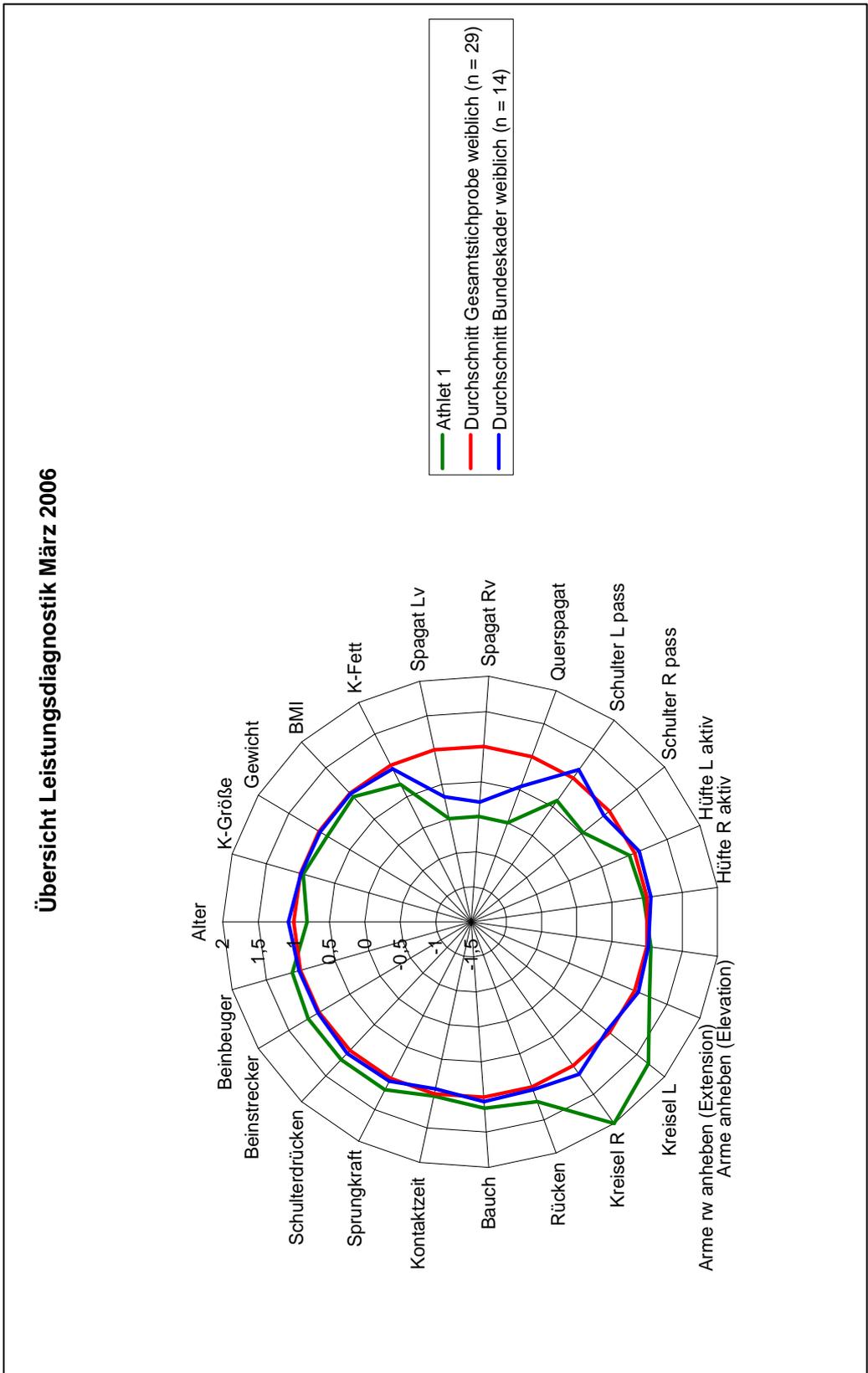


Abb. 108 Grafische Darstellung der Ergebnisse der Leistungsdiagnostik in Bezug auf die Gesamtstichprobe

### Erläuterung zum leichteren Verständnis der beigefügten Grafik

Die Grafik gibt eine Übersicht über das Gesamtergebnis der Leistungsdiagnostik Voltigierern im November und Dezember 2005. Getestet wurden 45 Voltigierer der Bundeskader und des Landeskaders Westfalen. Alle geprüften Voltigierer stellen die Gesamtstichprobe dar. Je nach Kaderzugehörigkeit erhältst du zusätzlich eine Einschätzung deiner Leistung im Verhältnis zum Bundes- bzw. Landeskader. Die Grafik ist getrennt nach Geschlechtern gestaltet, sodass du nur eine Einschätzung im Vergleich zu Deinem Geschlecht erhältst.

Die detaillierten Beurteilungen, die Dir bereits zugeschickt wurden, helfen Dir bei der Interpretation der Grafik. Hier ein paar weitere Hilfestellungen:

- Die Grafik ist in einer Netzform aufgebaut
- Am Rand des Netzes stehen verschiedene Parameter, die wir getestet haben
- Die Skalierung (-1,5 bis >2) stellt die Abweichung deiner Leistung im Verhältnis zur Gesamtstichprobe und zum Bundes- bzw. Landeskader dar
- Der Skalierungsgrad 1 bezieht die Durchschnittsleistung der Gesamtstichprobe, d.h. die durchschnittliche Leistung aller getesteten Voltigierer
- Je weiter du von den Vergleichsgruppen abweichst, desto besser bzw. schlechter war deine Leistung bezüglich des getesteten Parameters
- Und so wird die Grafik gelesen:

Du bist besser als der Gesamtdurchschnitt oder Durchschnitt des Bundes- bzw. Landeskaders, je weiter deine Leistung bei folgenden Parametern **>1 also außerhalb** der roten/blauen Linie ist:

- Beinbeuger
- Beinstrecker
- Frontrücken
- Sprungkraft
- Bauch
- Rücken
- Kreisel R/L
- Arme anheben (Elevation)
- Arme rw. anheben (Extension)
- Hüfte R/L aktiv (Beine anheben an der Sprossenwand)
- Schulter R/L (S-Haltetest)

Du bist besser als der Gesamtdurchschnitt oder Durchschnitt des Bundes- bzw. Landeskaders, je weiter deine Leistung bei folgenden Parametern **<1 also innerhalb** der roten/blauen Linie ist

- Kontaktzeit
  - Spagat Rv/Lv
  - Seitspagat
- 
- (Anteil Körper-Fett)\*
  - (BMI)\*

(\*bedeutet, du hast einen geringeren BMI, Körperfettanteil)

Die anthropometrischen Daten wie Alter, Größe und Gewicht dienen der Statistik.

Abb. 109 Legende zum Lesen der grafischen Darstellung der Ergebnisse der Leistungsdiagnostik



Universität Bielefeld

Arbeitsbereich Sportmedizin

## Trainingsplan

Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Geb.-Datum \_\_\_\_\_

Kaderstatus: Gruppe: A  B  C  D

EV: A  B  C  D

### 1. Aufwärmen (15-20 min)

- Crosstrainer     Fahrrad(ergometer)     Inlineskates     Laufen  
 Aufwärmen mit Springseil

Bemerkung: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### 2. Beinachsen-/Propriozeptionstraining



Einbeinstand mit Variationen in der Haltung mit geöffneten und geschlossenen Augen auf

- Posturomed     Schaukelbrett     Ballkissen  
 Kreisel     eingerollter „ISO-Matte“  
 Sonstiges: \_\_\_\_\_

Bemerkung: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Abb. 110 Trainingsplan Seite1

### 3. Krafttraining

#### 3.1 Rumpf

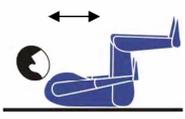
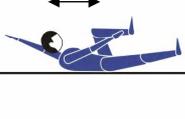
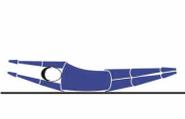
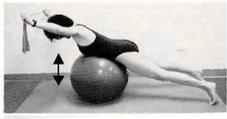
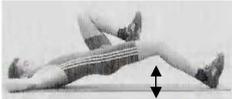
 <p style="text-align: center;"><b>1</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brustbein und Stirn in Richtung Decke</li> <li>- Schulter und Schulterblatt abheben</li> <li>- unterer Rücken bleibt auf dem Boden</li> <li>- beim diagonalen Crunch beide Arme re bzw. li</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Übung</th> <th>gerader Crunch</th> <th>diagonaler Crunch</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wdh.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pause</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Serien</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Bemerkung: Mit zunehmender Kraft die Arme gestreckt hinter dem Kopf halten.</td> </tr> </tbody> </table>	Übung	gerader Crunch	diagonaler Crunch	Wdh.			Pause			Serien			Bemerkung: Mit zunehmender Kraft die Arme gestreckt hinter dem Kopf halten.					
Übung	gerader Crunch	diagonaler Crunch																		
Wdh.																				
Pause																				
Serien																				
Bemerkung: Mit zunehmender Kraft die Arme gestreckt hinter dem Kopf halten.																				
 <p style="text-align: center;"><b>2</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brustbein und Stirn in Richtung Decke</li> <li>- diagonales Armbeinpaar annähern</li> <li>- unterer Rücken bleibt auf dem Boden</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Übung</th> <th>Käfer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wdh.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pause</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Serien</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Bemerkung: Mit zunehmender Kraft mit kleinen Gewichten an Arm und Bein arbeiten.</td> </tr> </tbody> </table>	Übung	Käfer	Wdh.		Pause		Serien		Bemerkung: Mit zunehmender Kraft mit kleinen Gewichten an Arm und Bein arbeiten.									
Übung	Käfer																			
Wdh.																				
Pause																				
Serien																				
Bemerkung: Mit zunehmender Kraft mit kleinen Gewichten an Arm und Bein arbeiten.																				
 <p style="text-align: center;"><b>3</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arme und Beine sind gestreckt</li> <li>- unterer Rücken bleibt auf dem Boden, bei Kraftmangel Arme und Beine leicht anbeugen</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Übung</th> <th>Schiffchen in RL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anspann.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pause</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Serien</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Bemerkung: Mit zunehmender Kraft leicht schaukeln.</td> </tr> </tbody> </table>	Übung	Schiffchen in RL	Anspann.		Pause		Serien		Bemerkung: Mit zunehmender Kraft leicht schaukeln.									
Übung	Schiffchen in RL																			
Anspann.																				
Pause																				
Serien																				
Bemerkung: Mit zunehmender Kraft leicht schaukeln.																				
 <p style="text-align: center;"><b>4</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arme und Beine sind gestreckt</li> <li>- unterer Rücken bleibt auf dem Boden, bei Kraftmangel Arme und Beine leicht anbeugen</li> <li>- Längsachse beibehalten</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Übung</th> <th>Schiffchen in SL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anspann.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pause</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Serien</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Bemerkung: Alternativ die Füße am Boden fixieren und Oberkörper leicht anheben.</td> </tr> </tbody> </table>	Übung	Schiffchen in SL	Anspann.		Pause		Serien		Bemerkung: Alternativ die Füße am Boden fixieren und Oberkörper leicht anheben.									
Übung	Schiffchen in SL																			
Anspann.																				
Pause																				
Serien																				
Bemerkung: Alternativ die Füße am Boden fixieren und Oberkörper leicht anheben.																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ausgangsstellung (ASTE)</th> <th>Endstellung (ESTE)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>5</b></td> </tr> </tbody> </table>	Ausgangsstellung (ASTE)	Endstellung (ESTE)			<b>5</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arme sind minimal gebeugt</li> <li>- Oberkörper leicht vorne</li> <li>- Theraband mind. in Kopfhöhe anbringen</li> <li>- Theraband gut fixieren</li> <li>- Handinnenflächen zeigen nach vorne, Schulterblätter zusammen und nach unten ziehen</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Übung</th> <th>Lat.-Zug</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wdh.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pause</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Serien</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gewicht</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Bemerkung: Alternativ kann der Lat.-Zug am Seilzug oder an entspr. Geräten durchgeführt werden.</td> </tr> </tbody> </table>	Übung	Lat.-Zug	Wdh.		Pause		Serien		Gewicht		Bemerkung: Alternativ kann der Lat.-Zug am Seilzug oder an entspr. Geräten durchgeführt werden.	
Ausgangsstellung (ASTE)	Endstellung (ESTE)																			
																				
<b>5</b>																				
Übung	Lat.-Zug																			
Wdh.																				
Pause																				
Serien																				
Gewicht																				
Bemerkung: Alternativ kann der Lat.-Zug am Seilzug oder an entspr. Geräten durchgeführt werden.																				

Abb. 111 Trainingsplan Seite 2

 <p style="text-align: center;"><b>6</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arme sind minimal gebeugt</li> <li>- Oberkörper aus der gebeugten Haltung in die Streckung bringen</li> <li>- Füße stehen max. hüftbreit auseinander</li> <li>- Variation: in der Endposition Oberkörper leicht re/li aufdrehen</li> </ul>	Übung	Rumpf heben
		Wdh.	
		Pause	
		Serien	
		Gewicht	
		Bemerkung: Alternativ kann die Übung auf dem MTT-Tisch, Boden oder anderen Rückenstrecker-Geräten durchgeführt werden.	

**3.2 Beine**

 <p style="text-align: center;"><b>7</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchführung z. B. an einer Treppenstufe</li> <li>- Knie des Standbeines ist während der ganzen Übung über dem Fuß, nie davor!</li> <li>- aus der 90° Kniebeugung bis kurz vor die Streckung arbeiten</li> <li>- in Endstellung Ferse abheben</li> </ul>	Übung	Einbeinkniebeuge
		Wdh.	
		Pause	
		Serien	
		Gewicht	
		Bemerkung: Alternativ: Beinpresse, beidb. Kniebeuge mit Langhantel.	

 <p style="text-align: center;"><b>8</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aus der Rückenlage Gesäß in die Endposition bringen</li> <li>- Kniewinkel des Standbeines ca. 140°</li> <li>- Ferse in den Boden drücken</li> <li>- Spielbein bleibt abgehoben</li> </ul>	Übung	Beckenlift
		Wdh.	
		Pause	
		Serien	
		Gewicht	
		Bemerkung: Alternativ: Leg-curl	

**3.3 Arme**

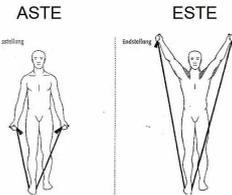
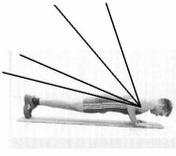
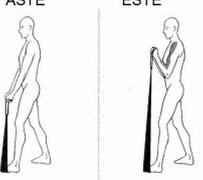
 <p style="text-align: center;"><b>9</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aus der Schrittstellung Arme in die Endposition bringen</li> <li>- Daumen der gestreckten Arme sind oben</li> <li>- Endposition der Arme ist eine Handbreit neben den Ohren</li> </ul>	Übung	Armheber
		Wdh.	
		Pause	
		Serien	
		Gewicht	
		Bemerkung: Alternative: z.B. Front-Drücken mit Langhantel	

Abb. 112 Trainingsplan Seite 3

 <p style="text-align: center;"><b>10</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Liegestütz wie bekannt (Arme - Schulter breit)</li> <li>- gestreckter Körper</li> <li>- mit zunehmender Kraft Beine wie s. Bild in der ASTE weiter oben platzieren</li> </ul>	Übung	Liegestütz vl
		Wdh.	
		Pause	
		Serien	
		Gewicht	
		Bemerkung: Alternativ: z.B. Bankdrücken bzw. Front-Drücken mit Langhantel	

 <p style="text-align: center;"><b>11</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Liegestütz rl. wie bekannt (Arme - Schulter breit)</li> <li>- gestreckter Oberkörper</li> <li>- mit zunehmender Kraft Unterstützungsfläche ändern: z. B. Pezziball unter die Beine, Gymnastikbälle unter die Hände o. Ä.</li> </ul>	Übung	Liegestütz rl
		Wdh.	
		Pause	
		Serien	
		Gewicht	
		Bemerkung: Alternative: z.B. Stützbeugen (Dips) am Parallelbarren, Tricepsdrücken mit Kurzhantel oder am Seilzug	

 <p style="text-align: center;"><b>12</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ASTE und ESTE wie beschrieben</li> <li>- gestreckter Oberkörper mit leichter Vorlage</li> <li>- Rumpfmuskulatur anspannen</li> </ul>	Übung	Bizeps Training
		Wdh.	
		Pause	
		Serien	
		Gewicht	
		Bemerkung: Alternativ: z.B. Bizeps-Curl mit Kurzhantel, Langhantel oder am Seilzug	

**4. Beweglichkeit**

			
		<p><b>Bemerkung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alle Dehnübungen 30-120 Sek. halten.</li> <li>- Langsam die Dehnhaltung einnehmen bzw. Auflösen.</li> <li>- Kein intensives Beweglichkeitstraining direkt nach einem Krafttraining.</li> <li>- Vor dem Beweglichkeitstraining gut aufwärmen.</li> <li>- Jede Seite mind. 2-mal dehnen.</li> </ul>	

Abb. 113 Trainingsplan Seite 4

### **Allgemeine Hinweise für das Grundlagentraining**

#### **Trainingstagebuch**

Wir empfehlen euch, für euer (Winter-)training, ein Trainingstagebuch zu führen. Das bedeutet, dass ihr in den Plan eintragt, wann ihr welches Training durchführt. Ein Beispielbogen haben wir euch beigelegt.

#### **Wochenplanung**

Es ist ratsam, sich einen Wochen-, Monats- und Jahresplan aufzustellen. Für die Wochenplanung solltet ihr Folgendes beachten:

- Trainingseinheiten mit dem gleichen Schwerpunkt nicht an zwei hintereinander liegenden Tagen durchführen, sondern mindestens einen Tag Pause dazwischen lassen.
- Forciertes Beweglichkeitstraining nicht unmittelbar an ein Krafttraining anhängen. Dehnübungen sind besonders gut nach einem moderaten Ausdauertraining durchzuführen.
- Viel hilft nicht immer viel! Legt auch mal einen Regenerationstag in der Woche ein, besonders nach harten Trainingseinheiten. Hier kann aktive Erholung (lockeres Schwimmen, Laufen) oder auch z.B. Sauna sinnvoll sein.

#### **Ausdauertraining**

Es ist sicherlich sinnvoll, ein Ausdauertraining mit Pulsuhr durchzuführen. Falls ihr aber keine habt, gelten für ein Ausdauertraining (Grundlagenausdauer) folgende Richtkriterien:

- Laufen ohne Schnaufen! Wenn ihr euch beim Laufen noch unterhalten könnt, seid ihr im richtigen Herzfrequenzbereich.
- 4er-Rhythmus! Ihr macht 4 Schritte pro Atemzug. Könnt ihr das locker durchhalten, seid ihr im richtigen Bereich (GLA I). Nach etwa 6-8 Wochen Intensität steigern: Ihr steigert das Tempo so, dass ihr den 4er-Rhythmus gerade noch aufrechterhalten könnt (GLA II).

Im Winter solltet ihr auf jeden Fall mit warmer Funktionskleidung und Mütze laufen - Erkältungsgefahr! Außerdem empfehlen wir euch einen guten Laufschuh. Eine gute Ausdauer hilft euch in der Saison bei einer schnelleren Regeneration und macht euch für die Turniere ermüdungswiderstandsfähiger.

#### **Krafttraining**

Der Trainingsplan ist so ausgelegt, dass ihr ihn mit den wenigen euch zu Verfügung stehenden Mitteln durchführen könnt. Bei der Suche nach dem richtigen Gewicht könnt ihr nach der eigenen Empfindung gehen. Orientiert euch dabei an folgender Skala:

- |                       |
|-----------------------|
| 1 = sehr leicht       |
| 2 = leicht            |
| 3 = leicht bis mittel |
| 4 = mittel            |
| 5 = mittel bis schwer |
| 6 = schwer            |
| 7 = sehr schwer       |

Abb. 114 Allgemeine Hinweise zur Durchführung des Trainings in der Vorbereitungsphase

<b>Datum</b>	<b>Trainingseinheiten (z.B. AT, BT, KT...*)</b>	<b>Dauer (Std./Min)</b>	<b>Trainingsinhalte (Übungen, Sätze/ Serien, Wdh., Gewicht)</b>	<b>Bemerkungen (Ziele, Befin- den...)</b>
<b>Montag</b>				
<b>Dienstag</b>				
<b>Mittwoch</b>				
<b>Donnerstag</b>				
<b>Freitag</b>				
<b>Samstag</b>				
<b>Sonntag</b>				

\* AT= Ausdauertraining, BT= Beweglichkeitstraining, KT= Krafttraining, KoT= Koordinationstraining, VT= Voltigieren ...

Abb. 115 Muster Wochentrainingsplan

## Trainingsempfehlungen Athlet 1

### Beweglichkeit

Die bekannten und/oder im Trainingsplan beschriebenen Dehnübungen sollten zur Erhaltung der guten Beweglichkeit möglichst häufig durchgeführt werden.

### Krafttraining

Es wird empfohlen, mindestens 2- bis 3-mal pro Woche eine separate Krafttrainingseinheit im Wintertraining durchzuführen.

#### November bis Januar (6-8 Wochen)

Orientierung an den Trainingsvorgaben im Trainingsplan. Gewicht langsam steigern. Die Intensität sollte immer bei 4-5 (siehe allg. Hinweise) liegen.

#### Januar bis März (6-8 Wochen)

Training verändern:

Übungen mit dem eigenen Körpergewicht oder mit Kleingeräten: am Ende einer Wdh. in der maximalen Anspannung kurz isometrisch halten oder 4 Mini-Kontraktionen am Endpunkt durchführen.

#### Zum Ende des Wintertrainings den koordinativen Anteil erhöhen:

Sprungkrafttraining: zuerst Prellfedern, Sprung ABC etc. am Boden, danach langsam Tief-Hoch-Sprünge mit kurzer Kontaktzeit einbauen (Treppenstufe – max. Cavalettihöhe)

Funktionelles Krafttraining: Vorübungen zur Pflicht am Parallelbarren, Geräteturnen etc.

### Ausdauertraining

#### November bis Januar (6-8 Wochen)

Moderates Lauftraining (s. allg. Hinweise) im GLA I. Wir empfehlen dir 2- bis 3-mal pro Woche einen 30-60 Min. Dauerlauf. Dieser kann z.B. mit Kraft- bzw. Koordinationstraining an verschiedenen Stationen verbunden werden (Fahrtspiel).

#### Januar bis März (6-8 Wochen)

Lauftraining im GLA II (s. allg. Hinweise). Um die Schnelligkeit zu steigern, 1- bis 2-mal pro Woche in dein Lauftraining kleine Sprints einzubauen (5- bis 7-mal 30 m). 1 Trainingseinheit als moderaten Dauerlauf beibehalten.

Abb. 116 Trainingsempfehlungen für Athlet 1 nach dem Prä-Test

Liebe Bundeskadervoltgierer/innen,

wie Ihr bereits erfahren habt, planen wir mit Euch bei den kommenden Kaderlehrgängen (November/März) eine Leistungsdiagnostik durchzuführen. Das bedeutet, wir testen Eure aktuelle Trainingsform, erstellen anschließend für Euch einen Trainingsplan für die Wintermonate und werden Euch erneut im März bezüglich Eures Trainingserfolges überprüfen, damit Ihr möglichst optimal in die Wettkampfsaison 2006 starten könnt.

Bis zum kommenden B/C-Kaderlehrgang (11./13. November) bitten wir Euch, folgende Hausaufgaben zu erfüllen: Dem Anschreiben haben wir ein paar Dinge beigefügt, die wir für unsere Untersuchung benötigen:

- Ein Messbecher (500 ml)
- Drei Probenfläschchen mit Verschlusskappe
- Checkliste für die Untersuchung
- Untersuchungsprotokoll
- Drei Aufkleber für die Probenfläschchen

Die Probenfläschchen und Messbecher dienen zur Urinabnahme und -aufbewahrung. Anhand des Urins bestimmen wir Euren Muskeltyp und die Stresssituation. Die Ergebnisse aus der Urinanalyse ermöglichen eine verbesserte und individuellere Erstellung Eures Trainingsplanes. Der Urin dient ausschließlich zur Untersuchung der Stresshormone. Die Daten werden selbstverständlich vertraulich behandelt.

Die Checkliste erklärt Euch genau wie ihr Eure nächsten drei Trainingsstunden gestalten müsst, damit die Untersuchung erfolgreich ist!

**Achtung: Es ist von absoluter Notwendigkeit, dass die drei Trainingsstunden inhaltlich und zeitlich exakt gleich aufgebaut sind!**

Bitte bringt für die Leistungsdiagnostik eine kurze Sporthose und ein Trägershirt mit.

Wir stehen Euch jederzeit für Rückfragen zur Verfügung:

Dennis Peiler:

Christian Peiler:

Herzlichen Dank für Eure Mitarbeit!

Mit sportlichen Grüßen aus Warendorf

Dennis und Christian Peiler

Abb. 117 Anschreiben Leistungsdiagnostik (Prä-Test) B/C-Kader

### Checkliste

***Vor dem Training: Blase vollständig entleeren und Datum/Uhrzeit in das Untersuchungsprotokoll eintragen***

Die **drei** Trainingsstunden müssen wie folgt aufgebaut werden:

1. individuelles Aufwärmen 10 min Laifarbeit und 5 min Dehnen\*
2. individuelles Einvoltigieren 5 min\*
3. 10 Stüttschwünge vorlings im Galopp hintereinander (Abstand zwischen den Stüttschwüngen beträgt 5 Galoppsprünge)
4. 5 min Schrittphase (2 min Sitzen/3 min Mühle im gleichmäßigen Rhythmus)
5. 10 Aufsprünge im Galopp hintereinander (Reihenfolge: Aufsprung – 3 Galoppsprünge sitzen – Abgang innen mit Beibehalten des Gurtkontaktes – 5 Galoppsprünge rhythmisch mitlaufen – Aufsprung)
6. 5 min Schrittphase (2 min Sitzen/3 min Mühle im gleichmäßigen Rhythmus)
7. 2-mal hintereinander gesamte Turnierpflicht- international im Galopp (Abstand zwischen den Pflichten 1 min)
8. individuelles Abwärmen (Cool down) 5 min\*

\*Das Aufwärmen, Einvoltigieren und Abwärmen soll zeitlich und inhaltlich in allen drei Trainingsstunden exakt gleich durchgeführt werden.

**Direkt im Anschluss an das Training:**

1. Urinabgabe in den Messbecher
2. Volumen (siehe Skala Messbecher) in das Untersuchungsprotokoll eintragen
3. Urin aus dem Messbecher in ein Probenfläschchen umfüllen (maximal 2/3 des Probenfläschchens befüllen)
4. Messbecher leeren und nur mit Wasser reinigen
5. Einen Aufkleber mit **Kugelschreiber** wie angegeben beschriften und auf das befüllte Probenfläschchen kleben
6. Datum/Uhrzeit und Probennummer (Training 1, 2, 3) und Bemerkung in das Untersuchungsprotokoll eintragen
7. Das befüllte Probenfläschchen in einer Kühltasche oder mit Eis befüllter Thermoskanne transportieren und daheim in einem Kühlfach/einer Kühltruhe einfrieren.

**Bitte bringt die drei Probenfläschchen gekühlt (wie 7), das Untersuchungsprotokoll und die gereinigten Messbecher mit nach Warendorf!**

Abb. 118 Checkliste Katecholaminanalyse Training

Universität Bielefeld – Sportmedizin – Prof. Dr. E. Zimmermann  
**Katecholamin-Bestimmung**

**Name:** \_\_\_\_\_

Datum	Volumen	Uhrzeit	Uhrzeit (vorherige Abgabe)	Proben – Nr.	Bemerkungen (Befindlichkeit vor Urinabgabe)

→ **WICHTIG!!** Die Probenfläschchen sind maximal 2/3!! zu befüllen, sonst laufen sie beim Einfrieren über!! (Volumenausdehnung)

Die Probenfläschchen bitte leserlich etikettieren und ausschließlich mit Kugelschreiber (alles andere wird beim Einfrieren unleserlich, verwischt) beschriften!!

Ist das Urinsammeln einmal nicht möglich, bitte unbedingt Uhrzeit notieren!!

**Beispiel:**

Datum	Volumen	Uhrzeit	Uhrzeit (vorherige Abgabe)	Proben – Nr.	Bemerkungen (Befindlichkeit vor Urinabgabe)
03.03.'95	450 ml	6:25	22:55	1	Brummschädel/erst um 2:00 ins Bett

Abb. 119 Muster Untersuchungsprotokoll Katecholamin-Bestimmung

**Checkliste zur Stresshormonmessung**  
**Bundessichtung 2006**

1. Samstag morgen nach dem Aufstehen: Messung des „Morgenurins“, wie unten beschrieben. Den Urin dunkel gelagert mit zur Wettkampfhalle bringen und vollständig beschriftet in die **Kühlbox** im „**Info-Point**“ stellen.
2. Relativ zeitnah vor dem Wettkampf die Blase vollständig entleeren (sehr wichtig!). Wenn möglich, den Urin, wie unten beschrieben, messen und vollständig beschriftet in die **Kühlbox** im „**Info-Point**“ stellen.
3. Unmittelbar (zeitnah) nach Eurem 1. Durchgang (EV), den Urin messen und vollständig beschriftet in die **Kühlbox** im „**Info-Point**“ stellen.

**Bitte folgende Punkte bei den Messungen beachten:**

8. Urinabgabe in den Messbecher
9. Volumen (siehe Skala Messbecher) in das Untersuchungsprotokoll eintragen
10. Urin aus dem Messbecher in ein Probenfläschchen umfüllen (maximal 2/3 des Probenfläschchens befüllen)
11. Messbecher leeren und nur mit Wasser reinigen
12. Einen Aufkleber mit **Kugelschreiber** wie angegeben beschriften und auf das befüllte Probenfläschchen kleben
13. Namen, Datum/Uhrzeit, Probennummer (Messung 1, 2, 3) und Bemerkung in das Untersuchungsprotokoll eintragen
14. Das befüllte Probenfläschchen in die **Kühlbox** im „**Info-Point**“ stellen.

***Nach der letzten Urinabgabe, den ausgespülten Messbecher in den Behälter neben der Kühlbox werfen.***

Für Fragen stehen wir Euch während der Wettkampftage gerne zur Verfügung:

Dennis Peiler:  
Christian Peiler:

**Vielen Dank für Eure Mithilfe! Die Ergebnisse erhaltet Ihr selbstverständlich direkt nach der Auswertung.**

**Dennis und Christian Peiler**

Abb. 120 Checkliste Katecholaminanalyse Wettkampf



Universität Bielefeld

Arbeitsbereich Sportmedizin

## Stresshormonmessung

<b>Athlet:</b>	
<b>Sportart:</b>	<b>Voltigieren</b>
<b>Disziplin:</b>	<b>Einzelvoltigieren</b>
<b>Kader:</b>	

<b>Geb. am</b>	
<b>Körpergröße [cm]</b>	<b>159,5</b>
<b>Körpergewicht [kg]</b>	<b>49,2</b>

### Ergebnisse

#### 1. Stressverhalten im Training/Wettkampf

Training 1	Training 2	Training 3	Morgenurin	Vorstart	Startende	Fragebogen
1	1	1	3	1	1	ja

1. hohe Anspannungslage – sehr nervös, keine optimale Leistungsbereitschaft, mangelnde Präzision, gestörte Motorik
2. mittlere Anspannungslage – optimale Leistungsbereitschaft, präzise Bewegungen möglich
3. niedrige Anspannungslage – keine optimale Leistungsbereitschaft, eingeschränkte Schnellkraft, keine Aktivierung der weißen Fasern

### Beurteilung

Die Urinanalyse hat ergeben, dass du im Training in einer hohen Anspannungslage bist. Physiologisch ist dein Körper dann nicht in der Verfassung, optimale Leistungen zu bringen. Die Motorik ist bei einer hohen Anspannungslage gestört und die Präzision der Bewegungen leidet. Der Stressgehalt des Trainings unterscheidet sich von dem im Wettkampf kaum. Während die Auswertung deines Morgenurins zeigte, dass dein Körper in der Nacht vor dem Wettkampf relaxen konnte, bist du in der Vorstartsituation aufgeregt. Und auch im Anschluss an den Start fällt es dir schwer zu regenerieren. Der Stressgehalt steigt sogar im Verhältnis zum Stressgehalt im Wettkampf an. Dies deckt sich mit deinen Angaben im Fragebogen, dass du mit deinem Wettkampfstart unzufrieden gewesen bist. Grundsätzlich ist festzustellen, dass du im Training wie im Wettkampf unter „Strom“ stehst.

### Empfehlungen

Modifizierung des Warm ups vor dem Wettkampf. Bewährt haben sich zyklische Bewegungen (lockeres Laufen), um den Stressgehalt zu senken. Sinnvoll wäre auch, die mentale Vorbereitung mit Bewegungen zu verknüpfen (Sportpsychologin). Du solltest das allgemeine, nicht sportartspezifische Aufwärmprogramm verlängern (Laufen, Lockerungsübungen) und die sportartspezifische Vorbereitung modifizieren, um den Adrenalinpiegel zu senken.

Verbesserung deiner Regenerationsfähigkeit nach dem Start (Sportpsychologin)

Um einen optimalen Trainingseffekt erreichen zu können, scheint es sinnvoll, Gruppen- und Einzelvoltigiertraining zeitlich deutlich zu trennen, da du nach dem Gruppentraining schon mit einem zu hohen Stressgehalt ins EV-Training einsteigst. Gründe dafür könnten Ermüdung oder eine zu hohe psychische Belastung sein.

Abb. 121 Muster Beurteilungsbogen Stresshormonmessung

 <p>Universität Bielefeld</p>	<b>Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft</b>
Universität Bielefeld Postfach 100131 33501 Bielefeld	<b>Abteilung für Sportwissenschaft Arbeitsbereich Sportmedizin Prof. Dr. Elke Zimmermann</b>
	<b>Untersuchungsdurchführung:</b> Christian und Dennis Peiler
<b><u>Fragebogen zur Erfassung von Trainingsrahmenbedingun- gen sowie sportmedizinischer Daten von Kaderathleten im Voltigiersport</u></b>	
<p>Lieber Kaderathlet,</p> <p>Im Rahmen unserer Dissertation zur Konzeption einer Leistungsdiagnostik im Voltigiersport benötigen wir unter anderem zur Erstellung deines individuellen Trainingsplanes ein paar wichtige Daten. Deshalb bitten wir dich (eventuell zusammen mit deinem Trainer und/oder deinen Eltern), diesen Fragebogen auszufüllen und an oben genannte Adresse zurückzusenden. Die Daten werden dabei vertraulich behandelt und dienen <b>ausschließlich</b> dieser Untersuchung. Vielen Dank für Deine Bemühung.</p> <p>Christian und Dennis Peiler</p>	

Abb. 122 Fragebogen 1 (Seite 1)

1.	<b>Name, Vorname:</b>	_____
	<b>Geburtsdatum:</b>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<b>Ausfülldatum:</b>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<b>Geschlecht:</b>	männlich <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/>
	<b>Kaderstatus:</b>	Gruppe: A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> EV: : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
	<b>E-Mail-Adresse:</b>	_____ (dient der Verschickung der Ergebnisse und des Trainingsplanes)
2.	<b>Seit wie vielen Jahren voltigierst du?</b> (bitte Anzahl der Jahre eintragen)	
	insgesamt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Jahre
	in einer Turniergruppe	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Jahre
	als Einzelvoltigierer	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Jahre
	als Doppelvoltigierer	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Jahre
3.	<b>An wie vielen Tagen in der Woche trainierst du?</b> (60 min = 1 Trainingsstunde)	
	insgesamt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Std. an <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tagen
	Pferdetraining	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Std. an <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tagen
	Techniktraining ohne Pferd	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Std. an <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tagen
	Krafttraining	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Std. an <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tagen
	Beweglichkeitstraining	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Std. an <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tagen
	Ausdauertraining	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Std. an <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tagen
	Koordinationstraining	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Std. an <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tagen
	Sonstiges	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Std. an <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tagen

Abb. 123 Fragebogen 1 (Seite 2)

4. **Welche Trainingsrahmenbedingungen stehen dir außerhalb des Pferdetrainings zur Verfügung?** (Zutreffendes bitte ankreuzen)

Räumlichkeiten:  Reithalle  Turnhalle  Krafraum  
 Sonstiges (bitte benennen): \_\_\_\_\_

Materialien:  Kraftmaschinen  (Kurz-)Hanteln  Theraband  
 Pezziball  Kreisel o.Ä.  Crosstrainer o.Ä.  
 Fahrrad(Ergometer)  Inlineskates  Springseil  
 Sonstiges (bitte benennen): \_\_\_\_\_

5. **An wie vielen Voltigierwettkämpfen nimmst du in einer Saison/in einem Jahr teil?**

Gruppenvoltigieren: **Nein**   A-  B-  C-  D-Gruppe  
 Veranstaltungen/Jahr  Starts/Jahr

Einzelvoltigieren: **Nein**  EA  EB   
 Veranstaltungen/Jahr  Starts/Jahr

Doppelvoltigieren: **Nein**  DV   
 Veranstaltungen/Jahr  Starts/Jahr

6. **Treibst du regelmäßig (mind. 1-mal/Woche) eine/mehrere weitere Sportart(en) neben dem Voltigiersport?**

**Nein**  **Ja**

Turnen  Std. an  Tagen

Rhythm. Sportgymnastik  Std. an  Tagen

Leichtathletik  Std. an  Tagen

Reiten  Std. an  Tagen

Schwimmen  Std. an  Tagen

Kampfsport  Std. an  Tagen

Abb. 124 Fragebogen 1 (Seite 3)

<input type="checkbox"/> Ballett	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Std. an <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tagen
<input type="checkbox"/> Spielsportart	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Std. an <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tagen
<input type="checkbox"/> Tanzen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Std. an <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tagen
<input type="checkbox"/> Sonstiges	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Std. an <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tagen

8. **Hast du dich schon einmal beim Voltigieren verletzt?**  
**Nein**  (bei Nein, weiter mit Frage 13)      **Ja**

**wenn Ja, wie oft hast du dich beim Voltigieren verletzt?** Anzahl:

**Liegt zurzeit eine Verletzung vor?**      **Nein**       **Ja**

wenn Ja, welche: \_\_\_\_\_

9. **Wann hast du dich beim Voltigieren verletzt?** (Zutreffendes bitte ankreuzen)  
 im Training       im Wettkampf  
 beim Umgang mit dem Pferd (außerhalb des Trainings/Wettkampfes)

**wenn im Wettkampf, wobei?**  
 Pflicht       Kür       Technikprogramm       Ein-/Auslaufen

10. **Bei welcher Aktivität hast du dich während des Voltigierens verletzt?**  
(Zutreffendes bitte ankreuzen, mehrere Antworten möglich)

<input type="checkbox"/> Sprünge (z.B. Abgang, Bodensprung ...)	<input type="checkbox"/> sonstige dynamische Übungen
<input type="checkbox"/> Schwünge (z.B. Schwungübungen etc)	<input type="checkbox"/> Sturz vom Übungspferd
<input type="checkbox"/> Sturz vom Pferd	
<input type="checkbox"/> statische Übungen	
<input type="checkbox"/> Einzelübung	<input type="checkbox"/> Partnerübung
<input type="checkbox"/> Pferdepflege	<input type="checkbox"/> Pferd führen
<input type="checkbox"/> Sonstiges (bitte benennen): _____	

Abb. 125 Fragebogen 1 (Seite 4)

11. **An welchen Partien des Körpers hast du dich beim Voltigieren verletzt?**  
(zutreffende Körperteile bitte ankreuzen)

Kopf/Gesicht/Hals	<input type="checkbox"/>	Rücken	<input type="checkbox"/>
Brustkorb	<input type="checkbox"/>	Becken	<input type="checkbox"/>
Schulter	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Oberarm	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Ellenbogen	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Unterarm	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Hand(-gelenk)	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Finger/-gelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Hüftgelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Oberschenkel	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Knie	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Unterschenkel	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Sprunggelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Fuß/Zehen	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Ferse	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re		

12. **Hast du durch die oben genannten Verletzungen immer wiederkehrende Schmerzen oder Beeinträchtigungen beim Voltigieren oder im Alltag?**

Nein , Ja , folgende Körperpartien verursachen weiterhin Probleme:

Kopf/Gesicht/Hals	<input type="checkbox"/>	Rücken	<input type="checkbox"/>
Brustkorb	<input type="checkbox"/>	Becken	<input type="checkbox"/>
Schulter	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Oberarm	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Ellenbogen	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Unterarm	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Hand(-gelenk)	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Finger/-gelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Hüftgelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Oberschenkel	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Knie	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Unterschenkel	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Sprunggelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Fuß/Zehen	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Ferse	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re		

13. **Hast du zurzeit Beschwerden, die für dich nicht ersichtlich von einer der oben genannten Verletzung stammen, aber mit dem Voltigiersport zusammenhängen können?**

Nein , Ja  und zwar:

Kopf/Gesicht/Hals	<input type="checkbox"/>	Rücken	<input type="checkbox"/>
Brustkorb	<input type="checkbox"/>	Becken	<input type="checkbox"/>
Schulter	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Oberarm	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Ellenbogen	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Unterarm	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Hand(-gelenk)	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Finger/-gelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Hüftgelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Oberschenkel	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re

Abb. 126 Fragebogen 1 (Seite 5)

Knie li re      Unterschenkel li re  
Sprunggelenk li re      Fuß/Zehen li re  
Ferse li re

14. **Sind bei dir durch einen Arzt „bleibende Schäden“ festgestellt worden, die offensichtlich durch den Voltigiersport verursacht worden sind?**

Nein     Ja  und zwar an:

Kopf/Gesicht/Hals	<input type="checkbox"/>	Rücken	<input type="checkbox"/>
Brustkorb	<input type="checkbox"/>	Becken	<input type="checkbox"/>
Schulter	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Oberarm	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Ellenbogen	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Unterarm	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Hand(-gelenk)	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Finger/-gelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Hüftgelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Oberschenkel	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Knie	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Unterschenkel	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Sprunggelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Fuß/Zehen	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Ferse	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re		

15. **Nimmst du regelmäßig (mind. einmal jährlich) an sportmedizinischen Untersuchungen teil?**

Nein ,    Ja     Anzahl im Jahr:

**Wie oft im Jahr nimmst du an einer Leistungsdiagnostik teil?**

Nie ,    1x     2x     mehr als 2x

**Vielen Dank! 😊**

 <p>Universität Bielefeld</p> <p>Universität Bielefeld Postfach 100131 33501 Bielefeld</p>	<p>OLYMPIASTÜTZPUNKT WESTFALEN</p> <p>WARENDORF </p>
<h2>Einverständniserklärung</h2>	
Name, Vorname	_____
Straße	_____
PLZ, Wohnort	_____
Geburtsdatum	_____
Heimtrainer	_____
Landestrainer	_____
Bundestrainer	_____
<p>Ich erteile mein Einverständnis zur Speicherung der erhobenen Daten im Olympiastützpunkt Westfalen Warendorf und zur Nutzung zu wissenschaftlichen Zwecken der Universität Bielefeld. Bei der Nutzung zu wissenschaftlichen Zwecken sind meine Daten so zu verändern, dass kein Bezug zwischen ihnen und meiner Person hergestellt werden kann. Ich ermächtige den Olympiastützpunkt Warendorf und die Universität Bielefeld, die Ergebnisse an die von mir genannten Heim-, Landes- und Bundestrainer weiterzuleiten. Eine darüber hinaus gehende Weitergabe an Dritte bedarf meiner schriftlichen Genehmigung.</p>	
Warendorf, _____	_____ Unterschrift des Athleten

Abb. 128 Muster Einverständniserklärung

 <p>Universität Bielefeld</p> <p>Universität Bielefeld Postfach 100131 33501 Bielefeld</p>	<p><b>Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft</b></p> <p>Abteilung für Sportwissenschaft Arbeitsbereich Sportmedizin Prof. Dr. Elke Zimmermann</p> <p><b>Untersuchungsdurchführung:</b> Christian und Dennis Peiler</p>
---	--

**Fragebogen zur Erfassung der psychischen Verfassung von  
Kaderathleten im Wettkampf**

Lieber Kaderathlet,  
um die Daten der Stresshormonmessung optimal auswerten zu können, benötigen wir noch ein paar wichtige Informationen über deine eigene Wahrnehmung des Wettkampfes. Deshalb bitten wir dich, diesen Fragebogen auszufüllen und an oben genannte Adresse zurückzusenden. Die Daten werden dabei vertraulich behandelt und dienen **ausschließlich** dieser Untersuchung.  
Vielen Dank für Deine Bemühung.

Christian und Dennis Peiler

1. **Name, Vorname:** \_\_\_\_\_

**Geburtsdatum:** ..

**Ausfülldatum:** ..

**Geschlecht:** männlich  weiblich

Abb. 129 Fragebogen 2 (Seite 1)

2. **Wie ist deine psychische Verfassung bei einem Voltigierturnier vor deinem Start (EV)?**  
 nervös    normal    weiß nicht
  
3. **Wie war deine psychische Verfassung bei der Bundessichtung 2006 in Bocholt vor deinem Start (EV)?**  
 nervös    normal    weiß nicht
  
4. **Wie fühlst du dich während deines Starts (EV)?**  
 nervös    normal    angespannt    weiß nicht
  
5. **Wie hast du dich während des Starts (EV) am Samstag bei der Bundessichtung 2006 in Bocholt gefühlt?**  
 nervös    normal    angespannt    weiß nicht
  
6. **Wie zufrieden warst du mit deiner Leistung bei der Bundessichtung 2006 am Samstag (beim EV)?**  
 sehr zufrieden    zufrieden    weniger zufrieden    gar nicht zufrieden
  
7. **Betreibst du mentales Training?**  
Nein    Ja
  
8. **Bereitest du dich am Wettkampftag mental auf den Start vor?**  
Nein    Ja
  
9. **Hast du dich bei der Bundessichtung 2006 am Samstag mental auf deinen Start vorbereitet?**  
Nein    Ja

**Vielen Dank! ☺**

Abb. 130 Fragebogen 2 (Seite 2)

 <p><b>Universität Bielefeld</b></p> <p>Universität Bielefeld Postfach 100131 33501 Bielefeld</p>	<p><b>Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft</b></p> <p>Abteilung für Sportwissenschaft Arbeitsbereich Sportmedizin Prof. Dr. Elke Zimmermann</p> <p>Untersuchungsdurchführung: Christian und Dennis Peiler</p>
--	---

**Fragebogen zur Erfassung sportmedizinischer und trainingswissenschaftlicher Daten von Kaderathleten im Voltigiersport**

1. **Name, Vorname:** \_\_\_\_\_

**Geburtsdatum:** ..

**Ausfülldatum:** ..

**Geschlecht:** männlich  weiblich

**Kaderstatus:** Gruppe: A  B  C  D   
EV: : A  B  C  D

2. **An wie vielen Voltigierwettkämpfen hast du in der Saison/im Jahr 2006 teilgenommen?**

Gruppenvoltigieren: **Nein**  A-  B-  C-  D-Gruppe  
Veranstaltungen/Jahr Starts/Jahr

Einzelvoltigieren: **Nein**  EA  EB   
Veranstaltungen/Jahr Starts/Jahr

Doppelvoltigieren: **Nein**  DV   
Veranstaltungen/Jahr Starts/Jahr

Abb. 131 Fragebogen 3 (Seite 1)

3. **Wie würdest du deine Leistungen deiner Einschätzung nach im Jahr 2006 gegenüber den Vorjahren beschreiben?**  
besser  schlechter  gleichbleibend

**wenn besser, welche Gründe sind deiner Meinung nach dafür verantwortlich:**  
(Mehrfachantworten möglich)

besserer Fitnesszustand (konditionelle und koordinative Fähigkeiten)  
 besserer mentaler Zustand  besseres Pferd  
 bessere Trainingsrahmendbedingungen  besserer Gesundheitszustand  
 Sonstiges (bitte benennen): \_\_\_\_\_

**wenn schlechter, welche Gründe sind deiner Meinung nach dafür verantwortlich:** (Mehrfachantworten möglich)

schlechterer Fitnesszustand (konditionelle und koordinative Fähigkeiten)  
 schlechterer mentaler Zustand  Pferdeprobleme  
 schlechtere Trainingsrahmenbedingungen  Krankheiten/Verletzungen  
 Sonstiges (bitte benennen): \_\_\_\_\_

4. **Wie würdest du deine Erfolge deiner Einschätzung nach im Jahr 2006 gegenüber den Vorjahren beschreiben?**  
besser  schlechter  gleichbleibend

**wenn besser, worin konntest du dich steigern:**(Mehrfachantworten möglich)

Wertnoten  Siege/Platzierungen  
 Sonstiges (bitte benennen): \_\_\_\_\_

5. **Hast du deine sportlichen Ziele im Jahr 2006 erreicht?**  
**Ja**  **Nein**

**wenn ja, welche sportlichen Ziele hast du erreicht:** (Mehrfachantworten möglich)

bessere Wertnoten  Siege/Platzierungen  
 Teilnahme an Nationalen Wettkämpfen (DM, Bundessichtung etc.)  
 Teilnahme an Internationalen Championaten  
 Titel/Platzierungen bei nationalen oder Internationalen Meisterschaften  
 Siege/Platzierungen  
 Sonstiges (bitte benennen): \_\_\_\_\_

Abb. 132 Fragebogen 3 (Seite 2)

6. **Welche Durchschnittswertnoten hattest du in den folgenden Pflichtübungen bei den drei wichtigsten nationalen Turnieren (DM, Bundessichtung, CHIO Aachen, bei Nichtteilnahme auch Landesmeisterschaften oder andere Qualifikationsturniere)?** (bitte in halben Noten angeben, z.B. Schere 7,5)

Aufsprung ,       Fahne ,       Mühle ,

Schere ,       Stehen ,       Flanke ,

7. **Wie war dein Gesundheitszustand beim Saisonstart?**  
 sehr gut     gut     zufriedenstellend     schlecht     sehr schlecht

8. **Wie gut konntest du deine Saisonvorbereitung durchführen?**  
 optimal     gut     zufriedenstellend     schlecht     sehr schlecht

9. **Wie würdest du deinen Fitnesszustand beim Saisonstart einschätzen?**  
 sehr gut     gut     zufriedenstellend     schlecht     sehr schlecht

10. **Hast Du an beiden Leistungsdiagnostiken teilgenommen?**  
 Nein  (bei nein, weiter mit Frage 12)      Ja

**wenn Ja, war die Leistungsdiagnostik eine Hilfestellung für die Trainingsgestaltung?**      Nein       Ja

11. **Hast du aufgrund der Ergebnisse der Leistungsdiagnostik Dein Training verändert?**      Nein       Ja

**wenn Ja, was hast Du in Deinem Training verändert?**  
 Trainingsumfang (Stunden/Woche)     Trainingsintensität     Häufigkeit/Woche  
 gezielteres Training zur Beseitigung der Defizite  
 Sonstiges (bitte benennen): \_\_\_\_\_

12. **Glaubst du, dass dir die Durchführung einer Leistungsdiagnostik in Zukunft für das Training weiterhelfen könnte?**      Nein       Ja

**wenn Ja, wie oft im Jahr sollte eine Leistungsdiagnostik durchgeführt werden?**  
 1x/Jahr (Anfang der Saisonvorbereitung)  
 2x/Jahr (Anfang und Ende der Saisonvorbereitung)  
 3x/Jahr (Anfang/Ende der Saisonvorbereitung und vor dem Saisonhöhepunkt)  
 >3x/Jahr (konstante Trainingsbegleitung)

Abb. 133 Fragebogen 3 (Seite 3)

13. **Wie wichtig sind deiner Meinung nach folgende Komponenten zum Erreichen des sportlichen Erfolges im Voltigiersport?** (Bitte rangiere die Begriffe nach der Wichtigkeit, dabei ist 1 das Wichtigste und 5 das am wenigsten Wichtige)

körperliche Fitness       psychischer/mentaler Zustand       Pferd

Technik       Sonstiges: \_\_\_\_\_

14. **Hast du dich in der Saison 2006 beim Voltigieren verletzt?**  
Nein  (bei Nein, weiter mit Frage 13)      Ja

wenn Ja, wie oft hast du dich beim Voltigieren verletzt?    Anzahl:

Liegt zurzeit eine Verletzung vor?      Nein     Ja

wenn Ja, welche: \_\_\_\_\_

9. **Wann hast du dich beim Voltigieren verletzt?** (Zutreffendes bitte ankreuzen)

im Training     im Wettkampf

beim Umgang mit dem Pferd (außerhalb des Trainings/Wettkampfes)

wenn im Wettkampf, wobei?

Pflicht       Kür       Technikprogramm       Ein-/Auslaufen

10. **Bei welcher Aktivität hast du dich während des Voltigierens verletzt?**  
(Zutreffendes bitte ankreuzen)

Sprünge (z.B. Abgang, Bodensprung ...)

Schwünge (z.B. Schwungübungen etc)       sonstige dynamische Übungen

Sturz vom Pferd       Sturz vom Übungspferd

statische Übungen

Einzelübung       Partnerübung

Pferdepflege       Pferd führen

Sonstiges (bitte benennen): \_\_\_\_\_

Abb. 134 Fragebogen 3 (Seite 4)

11. **An welchen Partien des Körpers hast du dich beim Voltigieren verletzt?**

(Zutreffende Körperteile bitte ankreuzen)

Kopf/Gesicht/Hals	<input type="checkbox"/>	Rücken	<input type="checkbox"/>
Brustkorb	<input type="checkbox"/>	Becken	<input type="checkbox"/>
Schulter	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Oberarm	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Ellenbogen	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Unterarm	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Hand(-gelenk)	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Finger/-gelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Hüftgelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Oberschenkel	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Knie	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Unterschenkel	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Sprunggelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Fuß/Zehen	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Ferse	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re		

12. **Hast du durch die oben genannten Verletzungen immer wiederkehrende Schmerzen oder Beeinträchtigungen beim Voltigieren oder im Alltag?**

Nein , Ja , folgende Körperpartien verursachen weiterhin Probleme:

Kopf/Gesicht/Hals	<input type="checkbox"/>	Rücken	<input type="checkbox"/>
Brustkorb	<input type="checkbox"/>	Becken	<input type="checkbox"/>
Schulter	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Oberarm	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Ellenbogen	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Unterarm	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Hand(-gelenk)	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Finger/-gelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Hüftgelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Oberschenkel	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Knie	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Unterschenkel	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Sprunggelenk	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re	Fuß/Zehen	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Ferse	<input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re		

13. **Führten Verletzungen zu Beeinträchtigungen in der Saisonplanung?**

Nein , Ja  und zwar:

zu einem verspäteten Saisoneinstieg

zum Abbruch der Saison

zu Verletzungspausen von  Monaten,  Wochen,  Tage

Sonstiges (bitte benennen): \_\_\_\_\_

**Vielen Dank!** 😊

Tab. 91 Zusammenhang Verletzungshäufigkeit und Kraftdiagnostik des Prä-Tests sowie zwischen der Verletzungshäufigkeit 2006 und Post-Test

Testverfahren	Verletzungshäufigkeit bis 2006 (n = 37)		Verletzungshäufigkeit Saison 2006 (n = 13)	
	Korrelation nach SPEARMAN	Signifikanz	Korrelation nach SPEARMAN	Signifikanz
Abdominal Press Fmax <sub>rel</sub>	.298	.092	-.144	.638
Back Extension Fmax <sub>rel</sub>	.065	.720	.430	.143
Rumpfflexoren/ -extensoren	.293	.098	-.188	.539
Leg Extension Fmax <sub>rel</sub>	.201	.262	-.034	.913
Leg Curl Fmax <sub>rel</sub>	<b>.443**</b>	.010	.135	.661
Knieflexoren/ -extensoren	.101	.576	.020	.948
Frontdrücken Fmax <sub>rel</sub>	.295	.096	.254	.426

Tab. 92 Zusammenhang Verletzungshäufigkeit und Beweglichkeitsdiagnostik des Prä-Tests sowie zwischen der Verletzungshäufigkeit 2006 und Post-Test

Testverfahren	Verletzungshäufigkeit bis 2006 (n = 37)		Verletzungshäufigkeit Saison 2006 (n = 13)	
	Korrelation nach SPEARMAN	Signifikanz	Korrelation nach SPEARMAN	Signifikanz
Querspagat (re Bein vor)	.338	.059	-.031	.921
Querspagat (li Bein vor)	.248	.171	-.109	.723
Seitspagat	.236	.202	-.087	.787
Aktive Hüftflexion rechts	-.057	.171	-.034	.913
Aktive Hüftflexion links	-.67	.715	.165	.591
SHT (re Arm oben)	-.083	.653	-.017	.957
SHT (li Arm oben)	.183	.316	-.007	.983
Aktive Elevation	-.081	.658	.270	.372
Aktive Extension	-.172	.347	-.202	.509

Tab. 93 Zusammenhang Verletzungshäufigkeit und Gleichgewichtsdagnostik des Prä-Tests sowie zwischen der Verletzungshäufigkeit 2006 und Post-Test

Testverfahren	Verletzungshäufigkeit bis 2006 (n = 37)		Verletzungshäufigkeit Saison 2006 (n = 13)	
	Korrelation nach SPEARMAN	Signifikanz	Korrelation nach SPEARMAN	Signifikanz
Storchstand rechts	-.273	.131	-.094	.760
Storchstand links	-.332	.063	-.138	.653

Tab. 94 Unterschiede zwischen den an der **Ferse** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
Leg Extension Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.302
Leg Curl Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	<b>.035*</b>
Knieflexoren/-extensoren links (n = 36)	.820
Knieflexoren/-extensoren rechts (n = 37)	.703
Knieflexoren li/re (n = 37)	.918
Knieextensoren li/re (n = 36)	.493
Sprunghöhe Drop Jump (n = 37)	.231
Querspagat re Bein vor (n = 37)	.114
Querspagat li Bein vor (n = 37)	.432
Seitspagat (n = 36)	<b>.029*</b>
Aktive Hüftflexion rechts (n = 37)	.794
Aktive Hüftflexion links (n = 37)	.920
Storchstand rechts (n = 37)	.456
Storchstand links (n = 37)	.385

Tab. 95 Unterschiede zwischen den am **Fuß** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
Leg Extension Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.443
Leg Curl Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.620
Knieflexoren/-extensoren links (n = 36)	.397
Knieflexoren/-extensoren rechts (n = 37)	.578
Knieflexoren li/re (n = 37)	.510
Knieextensoren li/re (n = 36)	.330
Sprunghöhe Drop Jump (n = 37)	.558
Querspagat re Bein vor (n = 37)	.641
Querspagat li Bein vor (n = 37)	.799
Seitspagat (n = 36)	.767
Aktive Hüftflexion rechts (n = 37)	.799
Aktive Hüftflexion links (n = 337)	.707
Storchstand rechts (n = 37)	.098
Storchstand links (n = 37)	.284

Tab. 96 Unterschiede zwischen den am **Sprunggelenk** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
Leg Extension Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.115
Leg Curl Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	<b>.002**</b>
Knieflexoren/-extensoren links (n = 36)	.636
Knieflexoren/-extensoren rechts (n = 37)	.566
Knieflexoren li/re (n = 37)	.735
Knieextensoren li/re (n = 36)	.636
Sprunghöhe Drop Jump (n = 37)	.349
Querspagat re Bein vor (n = 37)	<b>.013*</b>
Querspagat li Bein vor (n = 37)	.060
Seitspagat (n = 36)	<b>.015*</b>
Aktive Hüftflexion rechts (n = 37)	.332
Aktive Hüftflexion links (n = 37)	.316
Storchstand rechts (n = 37)	.242
Storchstand links (n = 37)	.256

Tab. 97 Unterschiede zwischen den am **Knie** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
Leg Extension $F_{\max_{\text{rel}}}$ (n = 37)	.566
Leg Curl $F_{\max_{\text{rel}}}$ (n = 37)	.204
Knieflexoren/-extensoren links (n = 36)	.741
Knieflexoren/-extensoren rechts (n = 37)	.460
Knieflexoren li/re (n = 37)	.639
Knieextensoren li/re (n = 36)	.475
Sprunghöhe Drop Jump (n = 37)	.481
Querspagat re Bein vor (n = 37)	.909
Querspagat li Bein vor (n = 37)	.300
Seitspagat (n = 36)	.876
Aktive Hüftflexion rechts (n = 37)	.883
Aktive Hüftflexion links (n = 37)	.544
Storchstand rechts (n = 37)	.216
Storchstand links (n = 37)	.832

Tab. 98 Unterschiede zwischen den am **Rücken** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
Abdominal Press $F_{\max_{\text{rel}}}$ (n = 37)	.853
Back Extension $F_{\max_{\text{rel}}}$ (n = 37)	.302
Rumpfflexoren/-extensoren (n = 37)	.801
Frontdrücken $F_{\max_{\text{rel}}}$ (n = 37)	.853

Tab. 99 Unterschiede zwischen den am **Unterarm** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
SHT re Arm oben (n = 36)	.746
SHT li Arm oben (n = 36)	.549
Aktive Elevation (n = 36)	.347
Aktive Extension (n = 36)	.914
Frontdrücken $F_{\max_{\text{rel}}}$ (n = 37)	.542

Tab. 100 Unterschiede zwischen den am **Ellenbogen** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
SHT re Arm oben (n = 36)	.058
SHT li Arm oben (n = 36)	<b>.029*</b>
Aktive Elevation (n = 36)	.756
Aktive Extension (n = 36)	.071
Frontdrücken $F_{\max_{\text{rel}}}$ (n = 37)	.805

Tab. 101 Unterschiede zwischen den am **Schultergelenk** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
SHT re Arm oben (n = 36)	.292
SHT li Arm oben (n = 36)	.625
Aktive Elevation (n = 36)	.787
Aktive Extension (n = 36)	.179
Frontdrücken $F_{\max_{\text{rel}}}$ (n = 37)	.795

Tab. 102 Unterschiede zwischen den an der **Ferse** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Post-Test

Testverfahren	Signifikanz
Leg Extension Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.090
Leg Curl Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.396
Knieflexoren/-extensoren links (n = 37)	.868
Knieflexoren/-extensoren rechts (n = 37)	.270
Knieflexoren li/re (n = 37)	.817
Knieextensoren li/re (n = 37)	1.000
Sprunghöhe Drop Jump (n = 37)	.216
Querspagat re Bein vor (n = 37)	.396
Querspagat li Bein vor (n = 37)	.919
Seitspagat (n = 36)	.333
Aktive Hüftflexion rechts (n = 36)	.676
Aktive Hüftflexion links (n = 37)	.721
Storchstand rechts (n = 37)	.769
Storchstand links (n = 37)	.676

Tab. 103 Unterschiede zwischen den am **Fuß** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Post-Test

Testverfahren	Signifikanz
Leg Extension Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.620
Leg Curl Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.560
Knieflexoren/-extensoren links (n = 37)	.350
Knieflexoren/-extensoren rechts (n = 37)	.560
Knieflexoren li/re (n = 37)	.620
Knieextensoren li/re (n = 37)	.423
Sprunghöhe Drop Jump (n = 37)	.398
Querspagat re Bein vor (n = 37)	.589
Querspagat li Bein vor (n = 37)	.088
Seitspagat (n = 36)	.227
Aktive Hüftflexion rechts (n = 36)	.651
Aktive Hüftflexion links (n = 37)	.780
Storchstand rechts (n = 37)	.880
Storchstand links (n = 37)	.449

Tab. 104 Unterschiede zwischen den am **Knie** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Post-Test

Testverfahren	Signifikanz
Leg Extension Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	<b>.029*</b>
Leg Curl Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.524
Knieflexoren/-extensoren links (n = 37)	.103
Knieflexoren/-extensoren rechts (n = 37)	<b>.034*</b>
Knieflexoren li/re (n = 37)	.354
Knieextensoren li/re (n = 37)	.795
Sprunghöhe Drop Jump (n = 37)	.103
Querspagat re Bein vor (n = 37)	.620
Querspagat li Bein vor (n = 37)	.832
Seitspagat (n = 36)	.476
Aktive Hüftflexion rechts (n = 36)	.906
Aktive Hüftflexion links (n = 37)	.981
Storchstand rechts (n = 37)	.654
Storchstand links (n = 37)	.654

Tab. 105 Unterschiede zwischen den am **Rücken** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Post-Test

Testverfahren	Signifikanz
Abdominal Press Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.981
Back Extension Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.380
Rumpfflexoren/-extensoren (n = 37)	.688
Frontdrücken Fmax <sub>rel</sub> (n = 34)	.198

Tab. 106 Unterschiede zwischen den am **Ellenbogen** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Post-Test

Testverfahren	Signifikanz
SHT re Arm oben (n = 36)	.257
SHT li Arm oben (n = 36)	.203
Aktive Elevation (n = 36)	.971
Aktive Extension (n = 36)	.863
Frontdrücken Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.508

Tab. 107 Unterschiede zwischen den am **Schultergelenk** verletzten und nicht verletzten Voltigierern (in der Saison 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Post-Test

Testverfahren	Signifikanz
SHT re Arm oben (n = 36)	.444
SHT li Arm oben (n = 36)	.611
Aktive Elevation (n = 36)	.566
Aktive Extension (n = 36)	.500
Frontdrücken Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.919

Tab. 108 Unterschiede zwischen den Voltigierern mit und ohne Überlastungssyndrome am **Fuß** (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
Leg Extension Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.676
Leg Curl Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.973
Knieflexoren/-extensoren links (n = 36)	.095
Knieflexoren/-extensoren rechts (n = 37)	.300
Knieflexoren li/re (n = 37)	.384
Knieextensoren li/re (n = 36)	.457
Sprunghöhe Drop Jump (n = 37)	.863
Querspagat re Bein vor (n = 37)	<b>.013*</b>
Querspagat li Bein vor (n = 37)	<b>.029*</b>
Seitspagat (n = 36)	<b>.030*</b>
Aktive Hüftflexion rechts (n = 37)	.384
Aktive Hüftflexion links (n = 37)	.349
Storchstand rechts (n = 37)	.495
Storchstand links (n = 37)	.495

Tab. 109 Unterschiede zwischen den Voltigierern mit und ohne Überlastungssyndrome am **Kniegelenk** (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
Leg Extension Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.202
Leg Curl Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.268
Knieflexoren/-extensoren links (n = 36)	.914
Knieflexoren/-extensoren rechts (n = 37)	.132
Knieflexoren li/re (n = 37)	.476
Knieextensoren li/re (n = 36)	.957
Sprunghöhe Drop Jump (n = 37)	.179
Querspagat re Bein vor (n = 37)	.442
Querspagat li Bein vor (n = 37)	.549
Seitspagat (n = 36)	.407
Aktive Hüftflexion rechts (n = 37)	.665
Aktive Hüftflexion links (n=337)	.476
Storchstand rechts (n = 37)	.914
Storchstand links (n = 37)	.318

Tab. 110 Unterschiede zwischen den Voltigierern mit und ohne Überlastungssyndrome am **Hüftgelenk** (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
Leg Extension Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.937
Leg Curl Fmax <sub>rel</sub> (n = 37)	.507
Knieflexoren/-extensoren links (n = 36)	.242
Knieflexoren/-extensoren rechts (n = 37)	.472
Knieflexoren li/re (n = 37)	.242
Knieextensoren li/re (n = 36)	1.00
Sprunghöhe Drop Jump (n = 37)	.512
Querspagat re Bein vor (n = 37)	.179
Querspagat li Bein vor (n = 37)	.442
Seitspagat (n = 36)	.446
Aktive Hüftflexion rechts (n = 37)	.144
Aktive Hüftflexion links (n = 37)	.199
Storchstand rechts (n = 37)	.549
Storchstand links (n = 37)	.512

Tab. 111 Unterschiede zwischen den Voltigierern mit und ohne Überlastungssyndrome am **Rücken** (bis 2006) hinsichtlich der Leistungen bei ausgewählten Testverfahren im Prä-Test

Testverfahren	Signifikanz
Abdominal Press $F_{\max_{\text{rel}}}$ (n = 37)	.955
Back Extension $F_{\max_{\text{rel}}}$ (n = 37)	.690
Rumpfflexoren/-extensoren (n = 37)	.985
Frontdrücken $F_{\max_{\text{rel}}}$ (n = 37)	.955

## Norm-/Richtwerte Leistungsdiagnostik

### Anthropometrie

Tab. 112 Bewertungstabelle für den Body-Mass-Index bei weiblichen und männlichen Erwachsenen (nach WHO 2006)

Klassifikation	Body-Mass-Index (BMI) [kg/m <sup>2</sup> ]
Niedrig	< 18,5
Normal	18,5 – 24,9
Übergewicht	25,0 – 29,9
Adipositas	30,0 – 39,9
massive Adipositas	> 40

Tab. 113 Bewertungstabelle für den Körperfettanteil (KFA) bei weiblichen und männlichen Erwachsenen zwischen 18 und 30 Jahren (mod. nach DEURENBERG 1998 und BIESALSKI U.A. 1999)

Klassifikation	Körperfettanteil (KFA) [%]	
	Weiblich	Männlich
Niedrig	< 20.0	< 8.0
Normal	20.0 – 29.0	8.10 – 19,9
Hoch (grenzwertig)	29.1 – 36.0	20.0 – 24,9
Zu hoch (Adipositas)	> 36.0	> 25.0

Tab. 114 Bewertungstabelle für die Somatotypeteilkomponenten in Anlehnung an CARTER/HEATH (2005)

Klassifikation	Teilkomponentenwerte
Niedrig	0,5 – 2,9
Mittel	3,0 – 5,0
Hoch	5,1 – 7,0
Sehr hoch	> 7,0

## Beweglichkeit

Tab. 115 Bewertungstabelle für den Seit- und Querspagat

Klassifikation	Abstand vom Boden [cm]
ausgezeichnet	0 – 5
sehr gut	6 – 10
gut	11 – 15
durchschnittlich	16 – 20
schwach	21 – 25
sehr schwach	> 25

Tab. 116 Bewertungstabelle für die aktive Hüftflexion im Langhang an der Sprossenwand

Klassifikation	Bein-Rumpf-Winkel [°]
ausgezeichnet	> 110
sehr gut	109 – 100
gut	99 – 90
durchschnittlich	89 – 80
schwach	79 – 70
sehr schwach	> 70

Tab. 117 Bewertungstabelle für den S-Halte-Test/Kreuzgriff

Klassifikation	Abstand Fingerkuppen [cm]
ausgezeichnet	< -9
sehr gut	-9 bis -6
gut	-5,9 bis -3
durchschnittlich	-2,9 bis 0
schwach	0 bis 3
sehr schwach	> 3

Tab. 118 Bewertungstabelle für die aktive Elevation (Schulter) in Bauchlage

Klassifikation	Arm-Rumpf-Winkel [°]
ausgezeichnet	> 180
sehr gut	179 – 175
gut	174 – 170
durchschnittlich	169 – 165
schwach	164 – 160
sehr schwach	< 160

Tab. 119 Bewertungstabelle für die aktive Extension (Schulter) in Bauchlage

Klassifikation	Bein-Rumpf-Winkel [°]
ausgezeichnet	> 80
sehr gut	79 – 75
gut	74 – 70
durchschnittlich	69 – 65
schwach	64 – 60
sehr schwach	> 60

## Kraft

Tab. 120 Bewertungstabelle für die isokinetische relative Maximalkraftmessung (maximales Drehmoment bei einer Winkelgeschwindigkeit 60°/s) b eim Test Leg Curl/Leg Extension für **Männer** 15 – 19 Jahre (mod. nach HÖLTKE/STEUER 2001)

Klassifikation	F <sub>max,rel</sub> Extension [Nm/kg]	F <sub>max,rel</sub> Flexion [Nm/kg]	Quotient Flex./Ext. [%]	Perzentilwert [%] (n = 164)
ausgezeichnet	> 4,00	> 2,47	> 72,6	> 95
sehr gut	3,60 – 4,00	2,08 – 2,47	64,4 – 72,6	81 – 95
gut	3,31 – 3,59	1,91 – 2,07	58,8 – 64,3	61 – 80
durchschnittlich	3,03 – 3,30	1,72 – 1,90	55,6 – 58,7	41 – 60
schwach	2,65 – 3,02	1,56 – 1,71	51,8 – 55,5	20 – 40
sehr schwach	< 2,65	< 1,56	< 51,8	< 20

Tab. 121 Bewertungstabelle für die isokinetische relative Maximalkraftmessung (maximales Drehmoment bei einer Winkelgeschwindigkeit 60°/s) b eim Test Leg Curl/Leg Extension für **Männer 20 – 29 Jahre** (mod. nach HÖLTKE/STEUER 2001)

Klassifikation	F <sub>max,rel</sub> Extension [Nm/kg]	F <sub>max,rel</sub> Flexion [Nm/kg]	Quotient Flex./Ext. [%]	Perzentilwert [%] (n = 266)
ausgezeichnet	> 3,91	> 2,35	> 70,5	> 95
sehr gut	3,52 – 3,90	2,05 – 2,35	64,2 – 70,5	ab 81 – 95
gut	3,21 – 3,51	1,85 – 2,04	60,0 – 64,1	61 – 80
durchschnittlich	2,99 – 3,20	1,72 – 1,84	55,2 – 59,9	41 – 60
schwach	2,72 – 2,98	1,53 – 1,71	50,6 – 55,1	20 – 40
sehr schwach	< 2,72	< 1,53	< 50,6	< 20

Tab. 122 Bewertungstabelle für die isokinetische relative Maximalkraftmessung (maximales Drehmoment bei einer Winkelgeschwindigkeit 60°/s) b eim Test Leg Curl/Leg Extension für **Männer 30 – 39 Jahre** (mod. nach HÖLTKE/STEUER 2001)

Klassifikation	F <sub>max,rel</sub> Extension [Nm/kg]	F <sub>max,rel</sub> Flexion [Nm/kg]	Quotient Flex./Ext. [%]	Perzentilwert [%] (n = 272)
ausgezeichnet	> 3,59	> 2,12	> 72,8	> 95
sehr gut	3,22 – 3,59	1,88 – 2,12	64,4 -72,8	81 – 95
gut	2,94 – 3,21	1,67 – 1,87	57,6 – 64,3	61 – 80
durchschnittlich	2,73 – 2,93	1,53 – 1,66	54,1 – 57,5	41 – 60
schwach	2,47 – 2, 73	1,47 – 1, 52	50,6 – 54,0	20 – 40
sehr schwach	< 2,47	< 1,35	< 50,6	< 20

Tab. 123 Bewertungstabelle für die isokinetische relative Maximalkraftmessung (maximales Drehmoment bei einer Winkelgeschwindigkeit 60°/s) b eim Test Leg Curl/Leg Extension für **Frauen 15 – 19 Jahre** (mod. nach HÖLTKE/STEUER 2001)

Klassifikation	F <sub>max,rel</sub> Extension [Nm/kg]	F <sub>max,rel</sub> Flexion [Nm/kg]	Quotient Flex./Ext. [%]	Perzentilwert [%] (n = 159)
ausgezeichnet	> 3,51	> 1,88	> 64,2	> 95
sehr gut	3,07 – 3,51	1,65 – 1,88	57,5 – 64,2	81 – 95
gut	2,85 – 3,06	1,53 – 1,64	53,6 – 57,4	61 – 80
durchschnittlich	2,72 – 2,84	1,42 – 1,52	50,1 – 53,5	41 – 60
schwach	2,49 – 2,71	1,28 – 1,41	45,2 – 50,0	20 – 40
sehr schwach	< 2,49	< 1,28	< 45,2	< 20

Tab. 124 Bewertungstabelle für die isokinetische relative Maximalkraftmessung (maximales Drehmoment bei einer Winkelgeschwindigkeit 60°/s) b eim Test Leg Curl/Leg Extension für **Frauen 20 – 29 Jahre** (mod. nach HÖLTKE/STEUER 2001)

Klassifikation	F <sub>max,rel</sub> Extension [Nm/kg]	F <sub>max,rel</sub> Flexion [Nm/kg]	Quotient Flex./Ext. [%]	Perzentilwert [%] (n = 139)
ausgezeichnet	> 3,62	> 2,18	> 67,2	> 95
sehr gut	3,19 – 3,62	1,94 – 2,18	61,4 – 67,2	81 – 95
gut	2,94 – 3,18	1,69 – 1,93	56,9 – 61,3	61 – 80
durchschnittlich	2,70 – 2,93	1,47 – 1,68	53,6 – 56,8	41 – 60
schwach	2,45 – 2,69	1,29 – 1,46	49,7 – 53,5	20 – 40
sehr schwach	< 2,45	< 1,29	< 9,7	< 20

Tab. 125 Bewertungstabelle für die isokinetische relative Maximalkraftmessung (maximales Drehmoment bei einer Winkelgeschwindigkeit 60°/s) beim Test Leg Curl/Leg Extension für **Frauen 30 – 39 Jahre** (mod. nach HÖLTKE/STEUER 2001)

Klassifikation	F <sub>max,rel</sub> Extension [Nm/kg]	F <sub>max,rel</sub> Flexion [Nm/kg]	Quotient Flex./Ext. [%]	Perzentilwert [%] (n = 71)
ausgezeichnet	> 3,12	> 2,05	> 68,6	> 95
sehr gut	2,71 – 3,12	1,55 – 2,05	63,6 – 68,6	81 – 95
gut	2,42 – 2,70	1,33 – 1,54	57,9 – 63,5	61 – 80
durchschnittlich	2,10 – 2,41	1,21 – 1,32	55,5 – 57,8	41 – 60
schwach	1,91 – 2,09	1,04 – 1,20	51,5 – 55,4	20 – 40
sehr schwach	< 1,91	< 1,04	< 51,5	< 20

Tab. 126 Bewertungstabelle für die isometrische relative Maximalkraftmessung Rumpfextensoren beim Test Back Extension (**Männer**)

Klassifikation	F <sub>max,rel</sub> [NM/kg]
ausgezeichnet	> 11,0
sehr gut	10,9 – 10,0
gut	9,9 – 9,0
durchschnittlich	8,9 – 8,0
schwach	7,9 – 7,0
sehr schwach	< 7

Tab. 127 Bewertungstabelle für die isometrische relative Maximalkraftmessung Rumpfextensoren beim Test Back Extension (**Frauen**)

Klassifikation	F <sub>max,rel</sub> [NM/kg]
ausgezeichnet	> 9,5
sehr gut	9,4 – 8,5
gut	8,4 – 7,5
durchschnittlich	7,4 – 6,5
schwach	6,4 – 5,5
sehr schwach	< 5,5

Tab. 128 Bewertungstabelle für die isometrische relative Maximalkraftmessung Rumpfflexoren beim Test Abdominal Press (Männer)

Klassifikation	$F_{\max_{\text{rel}}}$ [NM/kg]
ausgezeichnet	> 10,0
sehr gut	9,9 – 9,0
gut	8,9 – 8,0
durchschnittlich	7,9 – 7,0
schwach	6,9 – 6,0
sehr schwach	< 6

Tab. 129 Bewertungstabelle für die isometrische relative Maximalkraftmessung Rumpfflexoren beim Test Abdominal Press (**Frauen**)

Klassifikation	$F_{\max_{\text{rel}}}$ [NM/kg]
ausgezeichnet	> 8,5
sehr gut	8,4 – 7,5
gut	7,4 – 6,5
durchschnittlich	6,4 – 5,5
schwach	5,4 – 4,5
sehr schwach	< 4,5

Tab. 130 Bewertungstabelle für die Bodenkontaktzeit beim Drop Jump

Klassifikation	Kontaktzeit [ms]
ausgezeichnet	140 – 170
sehr gut	171 – 200
gut	201 – 230
durchschnittlich	231 – 250
schwach	251 – 280
sehr schwach	> 280

Tab. 131 Bewertungstabelle für die Sprunghöhe beim Drop Jump

Klassifikation	Sprunghöhe [cm]
ausgezeichnet	> 45,0
sehr gut	45,0 – 40,0
gut	39,9 – 35,0
durchschnittlich	34,9 – 30,0
schwach	29,9 – 25,0
sehr schwach	< 25,0

Tab. 132 Bewertungstabelle für die relative Maximalkraftmessung beim Test Frontdrücken (**Männer**)

Klassifikation	F <sub>max,rel</sub> [NM/kg]
ausgezeichnet	> 0,90
sehr gut	0,89 – 0,85
gut	0,84 – 0,80
durchschnittlich	0,79 – 0,75
schwach	0,74 – 0,70
sehr schwach	< 0,70

Tab. 133 Bewertungstabelle für die relative Maximalkraftmessung beim Test Frontdrücken (**Frauen**)

Klassifikation	F <sub>max,rel</sub> [NM/kg]
ausgezeichnet	> 0,80
sehr gut	0,79 – 0,75
gut	0,74 – 0,70
durchschnittlich	0,69 – 0,65
schwach	0,64 – 0,60
sehr schwach	< 0,60

## Gleichgewicht

Tab. 134 Bewertungstabelle für den Test Storchstand auf Posturomed und Kreisel

Klassifikation	Standzeit [s]
ausgezeichnet	120 – 100
sehr gut	99 – 80
gut	79 – 60
durchschnittlich	59 – 40
schwach	39 – 20
sehr schwach	< 20

## Erklärung

Hiermit erklären wir, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt haben. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Schriften entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Auch wurde die Arbeit nicht anderweitig zu Prüfungszwecken vorgelegt.

---

(Ort und Datum)

---

(Christian Peiler)

---

(Dennis Peiler)

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchten wir den zahlreichen Personen danken, die uns bei der Fertigstellung der vorliegenden Arbeit unterstützt haben.

Unser ganz besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. med. Elke Zimmermann für ihre engagierte Betreuung unserer Arbeit.

Weiterhin richtet sich unser Dank an Herrn Prof. Dr. phil. Stephan Starischka für sein Interesse, als Zweitgutachter zu fungieren.

Für ihr persönliches Engagement und ihre fachliche Unterstützung möchten wir ganz besonders den Herren Herrmann Holzhausen und Torsten Lubeseder vom Olympiastützpunkt Westfalen in Warendorf danken. Sie waren stets Ansprechpartner und konstruktive Kritiker bei der Durchführung und Auswertung der Leistungsdiagnostiken.

Ferner gilt unser Dank Frau Marlies Trenner und Herrn Dr. rer. nat. Reinhard von Piechowsky vom sportmedizinischen Labor der Universität Bielefeld für die Bestimmung der Katecholamine und die damit verbundenen fachlichen Ratschläge.

Frau Ursula Ränge als Bundestrainerin möchten wir für die gute Kooperation ebenso danken wie den beteiligten Bundes- und Landeskaderathleten, ohne deren gute Mitarbeit diese vielschichtige Untersuchung über einen so langen Zeitraum nicht möglich gewesen wäre. Das Gleiche gilt für das Deutsche Olympiade-Komitee für Reiterei (DOKR), die Deutsche Reiterliche Vereinigung (FN) und den Provinzialverband westfälischer Reit- und Fahrvereine.

Zum Schluss geht unser ganz spezieller Dank an unsere Familie und an unsere Freundinnen Iris Heyden und Julia Urban, die uns stets motiviert und in allen Phasen der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben.