

**Empirische Überprüfung der Effekte
verschiedener Ansätze zur Intensitätssteuerung
im fitnessorientierten Krafttraining**

Dissertation

**zur Erlangung des Grades eines Doktors der Philosophie
der Philosophischen Fakultäten
der Universität des Saarlandes**

**vorgelegt von
Christoph Eifler**

Saarbrücken, 2013

Dekan:

Univ.-Prof. Dr. Roland Brünken, Universität des Saarlandes

Berichterstatter:

Univ.-Prof. Dr. Eike Emrich, Universität des Saarlandes

PD Dr. Michael Fröhlich, Universität des Saarlandes

Tag der Disputation: 21.11.2013

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG UND AUFBAU DER ARBEIT	17
1.1	Bedeutung des Krafttrainings im Kontext des Fitness- und Gesundheitssports	17
1.2	Aufbau der Arbeit	23
2	BELASTUNGSGESTALTUNG IM KRAFTTRAINING	25
2.1	Belastungs-Beanspruchungs-Konzept	26
2.2	Zusammenhang zwischen Belastung und Skelettmuskeladaptation	28
2.3	Belastungsparameter im Krafttraining	32
2.3.1	Belastungsintensität	33
2.3.2	Belastungsdauer	38
2.3.3	Belastungsumfang	39
2.3.4	Belastungsdichte	47
2.3.5	Belastungshäufigkeit	50
2.3.6	Übungsausführung	53
2.3.7	Periodisierung des Trainings	57
2.4	Zusammenfassende Darstellung zu Krafttrainingseffekten	60
3	PROBLEMATIK DER INTENSITÄTSSTEUERUNG IM FITNESSORIENTIERTEN KRAFTTRAINING	64
3.1	Deduktiver Ansatz der Intensitätssteuerung	64
3.1.1	Theorie der deduktiven Intensitätssteuerung und ausgewählte Trainingsmethoden	64
3.1.2	Diskussion zum deduktiven Ansatz der Intensitätssteuerung	68
3.1.3	Krafttraining nach dem deduktiven Ansatz der Individuellen-Leistungsbild-Methode (ILB- Methode)	72
3.2	Induktiver Ansatz der Intensitätssteuerung	77
3.2.1	Theorie der induktiven Intensitätssteuerung und ausgewählte Trainingsmethoden	77
3.2.2	Diskussion zum induktiven Ansatz der Intensitätssteuerung	82
3.2.3	Diskussion zur intuitiven Intensitätssteuerung	84
3.3	Weitere Ansätze zur Intensitätssteuerung	87
3.3.1	Intensitätssteuerung auf der Grundlage von Wiederholungszahlen mit submaximaler Last	88

3.3.2	Intensitätssteuerung mittels Berechnungsformeln	90
3.3.3	Intensitätssteuerung auf der Grundlage anthropometrischer Merkmale	91
3.3.4	Intensitätssteuerung auf der Grundlage von Referenzübungen	93
3.4	Fazit zur Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining und Desiderat für die empirische Studie.....	94
4	UNTERSUCHUNGSZIELE UND OPERATIONALE HYPOTHESEN	97
5	UNTERSUCHUNGSMETHODIK.....	103
5.1	Treatment- und Probandenstichprobe	103
5.1.1	Treatmentstichprobe.....	103
5.1.2	Probandenstichprobe	105
5.2	Variablenstichprobe	110
5.2.1	20-RM-Test.....	110
5.2.2	10-RM-Test.....	111
5.2.3	1-RM-Test.....	111
5.2.4	Zeitliche Positionierung der Krafttests	112
5.3	Untersuchungsdesign und Untersuchungsablauf	114
5.3.1	Untersuchungsdesign.....	114
5.3.2	Test- und Trainingsübungen.....	116
5.3.3	Standardisierte Trainingsphase.....	123
5.4	Methodenkritik	129
5.4.1	Problematik des Feldtestdesigns	129
5.4.2	Gerätetechnische und testimmanente Umsetzungsschwierigkeiten.....	136
5.5	Datenauswertung und Statistik.....	137
6	DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE.....	142
6.1	Ergebnisdarstellung Übung „Beinpresse horizontal“	142
6.1.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1.....	142
6.1.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2	143
6.1.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5	144
6.1.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8	148
6.2	Ergebnisdarstellung Übung „Brustpresse horizontal“	153

6.2.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1.....	153
6.2.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2	154
6.2.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5	155
6.2.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8	159
6.3	Ergebnisdarstellung Übung „Butterfly“	164
6.3.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1.....	164
6.3.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2	165
6.3.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5	166
6.3.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8	170
6.4	Ergebnisdarstellung Übung „Latzug vertikal zum Nacken“	175
6.4.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1.....	175
6.4.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2	176
6.4.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5	177
6.4.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8	181
6.5	Ergebnisdarstellung Übung „Rückenzug horizontal“	186
6.5.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1.....	186
6.5.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2	187
6.5.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5	188
6.5.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8	192
6.6	Ergebnisdarstellung Übung „Kurzhandel-Seitheben“	197
6.6.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1.....	197
6.6.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2	198
6.6.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5	199
6.6.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8	203
6.7	Ergebnisdarstellung Übung „Armstrecken am Seilzug“	208
6.7.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1.....	208
6.7.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2	209
6.7.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5	210
6.7.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8	214
6.8	Ergebnisdarstellung Übung „Kurzhandel-Armbeugen“	219

6.8.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1.....	219
6.8.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2	220
6.8.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5	221
6.8.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8	224
7	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	229
7.1	Untersuchung zu den Veränderungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten	229
7.2	Untersuchung zum Auftreten von Pre-Test-Effekten	232
7.3	Untersuchungen zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung sowie den realisierten Trainingsintensitäten	233
7.3.1	Vergleich der Versuchsgruppen	234
7.3.2	Vergleich der Leistungsstufen	239
7.3.3	Vergleich der Geschlechter	241
7.4	Kritische Reflexion der Untersuchungsergebnisse.....	242
8	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	247
8.1	Zusammenfassung.....	247
8.2	Ausblick.....	251
8.2.1	Ausblick auf zukünftige Forschungsziele im Themenfeld	251
8.2.2	Resümee zum Fitness-Krafttraining – Konflikt zwischen Kundeninteressen und ökonomischen Prämissen kommerzieller Fitness-Anbieter	255
	LITERATURVERZEICHNIS.....	261
	ANHANG.....	290

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Phänomenorientiertes Belastungs-Beanspruchungs-Konzept (modifiziert nach Rohmert, 1983, S. 10)	27
Abb. 2:	Deduktiver und induktiver Ansatz zur Beanspruchungsermittlung (nach Laurig, 1980, modifiziert nach Willimczik et al., 1991, S. 18)	28
Abb. 3:	Abhängigkeit der Muskelfasergröße von der gegenteiligen Wirkung anaboler und kataboler Signale (modifiziert nach Toigo & Boutellier, 2006, S. 649)	31
Abb. 4:	Differenzierte Betrachtung des Trainingsvolumens (modifiziert nach Heiduk et al., 2002, S. 5)	41
Abb. 5:	Trainingsmethoden mit niedrigem Trainingsvolumen (modifiziert nach Remmert et al., 2005, S. 90)	41
Abb. 6:	Abhängigkeit der maximalen Wiederholungszahl bis zum Abbruch vom gehobenen Gewicht beim Bankdrücken (modifiziert nach Zatsiorsky, 1996, S. 109; Zatsiorsky & Kraemer, 2006, S. 71)	68
Abb. 7:	Test- und Trainingsübung „Beinpresse horizontal“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)	117
Abb. 8:	Test- und Trainingsübung „Brustpresse horizontal“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)	118
Abb. 9:	Test- und Trainingsübung „Butterfly“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)	118
Abb. 10:	Test- und Trainingsübung „Latzug vertikal zum Nacken“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)	119
Abb. 11:	Test- und Trainingsübung „Rückenzug horizontal“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)	119
Abb. 12:	Test- und Trainingsübung „Kurzhantel-Seitheben“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)	120
Abb. 13:	Test- und Trainingsübung „Armstrecken am Seilzug“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)	120
Abb. 14:	Test- und Trainingsübung „Kurzhantel-Armbeugen“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)	121
Abb. 15:	Beinpresse horizontal: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten	143
Abb. 16:	Beinpresse horizontal: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe	144
Abb. 17:	Beinpresse horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen	145
Abb. 18:	Beinpresse horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen	146
Abb. 19:	Beinpresse horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter	148
Abb. 20:	Beinpresse horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen	149
Abb. 21:	Beinpresse horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen	151
Abb. 22:	Beinpresse horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter	152
Abb. 23:	Brustpresse horizontal: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten	153

Abb. 24:	Brustpresse horizontal: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe	154
Abb. 25:	Brustpresse horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen	156
Abb. 26:	Brustpresse horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen	157
Abb. 27:	Brustpresse horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter	159
Abb. 28:	Brustpresse horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen	160
Abb. 29:	Brustpresse horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen	161
Abb. 30:	Brustpresse horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter	163
Abb. 31:	Butterfly: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten	164
Abb. 32:	Butterfly: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe	165
Abb. 33:	Butterfly: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen	167
Abb. 34:	Butterfly: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen	168
Abb. 35:	Butterfly: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter	170
Abb. 36:	Butterfly: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen	171
Abb. 37:	Butterfly: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen	173
Abb. 38:	Butterfly: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter	174
Abb. 39:	Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten	175
Abb. 40:	Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe	176
Abb. 41:	Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen	178
Abb. 42:	Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen	179
Abb. 43:	Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter	181
Abb. 44:	Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen	182
Abb. 45:	Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen	184
Abb. 46:	Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter	185
Abb. 47:	Rückenzug horizontal: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten	186
Abb. 48:	Rückenzug horizontal: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe	187

Abb. 49:	Rückenzug horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen	189
Abb. 50:	Rückenzug horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen	190
Abb. 51:	Rückenzug horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter....	192
Abb. 52:	Rückenzug horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen	193
Abb. 53:	Rückenzug horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen	195
Abb. 54:	Rückenzug horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter	196
Abb. 55:	Kurzhandel-Seitheben: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten	197
Abb. 56:	Kurzhandel-Seitheben: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe	198
Abb. 57:	Kurzhandel-Seitheben: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen	200
Abb. 58:	Kurzhandel-Seitheben: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen	201
Abb. 59:	Kurzhandel-Seitheben: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter....	203
Abb. 60:	Kurzhandel-Seitheben: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen	204
Abb. 61:	Kurzhandel-Seitheben: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen	206
Abb. 62:	Kurzhandel-Seitheben: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter	207
Abb. 63:	Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten	208
Abb. 64:	Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe	209
Abb. 65:	Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen	211
Abb. 66:	Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen	212
Abb. 67:	Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter	214
Abb. 68:	Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen	215
Abb. 69:	Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen	217
Abb. 70:	Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter	218
Abb. 71:	Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten	219
Abb. 72:	Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe	220
Abb. 73:	Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen	221

Abb. 74:	Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen	222
Abb. 75:	Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter	224
Abb. 76:	Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen	225
Abb. 77:	Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen	227
Abb. 78:	Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter	228

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Unterschiedliche Intensitätsgrade im Krafttraining (modifiziert nach Gießing et al., 2005, S. 13).....	33
Tab. 2:	Metaanalyse zur Einsatz- versus Mehrsatz-Problematik: Effektstärken der Subgruppenanalyse (modifiziert nach Wolfe et al., 2004, S. 43).....	44
Tab. 3:	Metaanalyse zur Einsatz- versus Mehrsatz-Problematik: Effektstärken des Einsatz- und Mehrsatz-Trainings über verschiedene Interventionszeiträume (modifiziert nach Fröhlich et al., 2010, S. 164).....	46
Tab. 4:	Metaanalyse zu den Effekten zweier Periodisierungsmodelle: Deskription und Inferenzstatistik der Effektstärken (modifiziert nach Fröhlich et al., 2009, S. 310).....	59
Tab. 5:	Metaanalyse zu den Effekten des Krafttrainings: Effektstärken in Abhängigkeit von der Studiendauer sowie der Gesamttrainingshäufigkeit (modifiziert nach Fröhlich et al., 2012, S. 16).....	61
Tab. 6:	Metaanalyse zu den Effekten des Krafttrainings: Effektstärken in Abhängigkeit von Personen- und Treatmentmerkmalen (modifiziert nach Fröhlich et al., 2012, S. 16).....	62
Tab. 7:	Methoden der wiederholten submaximalen Krafteinsätze bis zur Erschöpfung zur Verbesserung des Muskelquerschnittes (modifiziert nach Bührle, 1985, S. 96).....	65
Tab. 8:	Belastungsgrößen der Trainingsmethode zur Entwicklung der Muskelhypertrophie im Überblick (modifiziert nach Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 229).....	66
Tab. 9:	Methoden der kurzzeitigen maximalen Krafteinsätze zur Verbesserung der Maximalkraft (modifiziert nach Bührle, 1985, S. 98).....	66
Tab. 10:	Belastungsgrößen der Trainingsmethode zur Steigerung der willkürlichen neuromuskulären Aktivierungsfähigkeit (modifiziert nach Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 230).....	67
Tab. 11:	Methoden zur Entwicklung der Kraftausdauer (modifiziert nach Martin et al., 1993, S. 132).....	67
Tab. 12:	Belastungsgrößen der Trainingsmethode zur Entwicklung der Kraftausdauer (modifiziert nach Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 232).....	68
Tab. 13:	Methode der leichten Krafteinsätze mit mittlerer Wiederholungszahl – Anfängermethode (modifiziert nach Grosser et al., 2008, S. 65).....	71
Tab. 14:	Belastungsstruktur eines primärpräventiven Krafttrainings (modifiziert nach Zimmermann, 2002, S. 193).....	71
Tab. 15:	Grobraster zur Trainingsplanung nach der ILB-Methode (modifiziert nach Strack & Eifler, 2005, S. 153).....	74
Tab. 16:	Untersuchungsdesign der Erstuntersuchung zur ILB-Methode (Strack & Eifler, 2005, S. 158).....	76
Tab. 17:	Borg-Skala zur Kontrolle der Belastungssteuerung (modifiziert nach Borg, 2004, S. A1016).....	78
Tab. 18:	Siebenstufige Skala zur Ermittlung des subjektiven Belastungsempfindens (modifiziert nach Boeckh-Behrens & Buskies, 2002, S. 32).....	78
Tab. 19:	OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise (modifiziert nach Naclerio et al., 2011, S. 1880; Robertson et al., 2003, S. 334).....	79
Tab. 20:	Sanftes Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden (modifiziert nach Boeckh-Behrens & Buskies, 2002, S. 47).....	80
Tab. 21:	Fitnessorientierte Methoden des Krafttrainings im Überblick (modifiziert nach Buskies & Boeckh-Behrens, 2009, S. 78).....	81

Tab. 22:	Belastungsdosierung im gesundheitsorientierten Fitness-Kraftraining (modifiziert nach Trunz et al., 2002, S. 25)	81
Tab. 23:	Leistungsorientiertes Kraftraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden (modifiziert nach Bredenkamp & Hamm, 2000, S. 169).....	82
Tab. 24:	Unterschiedliche Empfehlungen zum subjektiven Belastungsempfinden.....	84
Tab. 25:	Relation von Belastungsintensität und Wiederholungszahl (modifiziert nach Kolster et al., 2008, S. 19)	88
Tab. 26:	Durchschnittlich realisierte Wiederholungszahlen bei unterschiedlichen Belastungsintensitäten (in % 1-RM) und verschiedenen Übungen (modifiziert nach Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 6)	89
Tab. 27:	Durchschnittlich realisierte Wiederholungszahlen bei 80 % 1-RM bei untrainierten und trainierten Männern und Frauen bei verschiedenen Übungen (modifiziert nach Hoeger et al., 1990, S. 51)	90
Tab. 28:	Ausgewählte Formeln zur Berechnung des theoretischen 1-RM (modifiziert nach Mayhew et al., 1995, S. 110).....	91
Tab. 29:	Deskriptive Statistik aller Probanden (ohne Drop-outs)	106
Tab. 30:	Deskriptive Statistik aller Drop-outs	107
Tab. 31:	Anzahl Probanden, geschichtet nach Versuchsgruppen und Geschlecht	107
Tab. 32:	Anzahl Probanden, geschichtet nach Versuchsgruppen, Leistungsstufen und Geschlecht.....	109
Tab. 33:	Inhalte und chronologischer Ablauf der Testbatterien.....	113
Tab. 34:	Studienplan.....	115
Tab. 35:	Test- und Trainingsübungen der Untersuchung.....	117
Tab. 36:	Darstellung der übergreifenden Belastungsparameter	123
Tab. 37:	Belastungsgefüge für ein Kraftraining mit einer deduktiv hergeleiteten und kontrollierten Intensitätssteuerung nach der ILB-Methode	126
Tab. 38:	Progressive Intensitätssteigerung im Rahmen der Intensitätssteuerung über die ILB-Methode.....	127
Tab. 39:	Belastungsgefüge für ein Kraftraining mit einer induktiv hergeleiteten und kontrollierten Intensitätssteuerung nach dem subjektiven Belastungsempfinden	127
Tab. 40:	Belastungsgefüge für ein Kraftraining mit einer induktiv hergeleiteten und unkontrollierten bzw. intuitiven Intensitätssteuerung.....	128
Tab. 41:	Skala zur Einschätzung der Effektstärken in der Kraftrainingsforschung (modifiziert nach Rhea, 2004, S. 919)	139
Tab. 42:	Beinpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	145
Tab. 43:	Beinpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	147
Tab. 44:	Beinpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	150
Tab. 45:	Beinpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	151
Tab. 46:	Brustpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	156

Tab. 47:	Brustpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	158
Tab. 48:	Brustpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	160
Tab. 49:	Brustpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	162
Tab. 50:	Butterfly: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	167
Tab. 51:	Butterfly: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	169
Tab. 52:	Butterfly: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	172
Tab. 53:	Butterfly: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	173
Tab. 54:	Latzug vertikal zum Nacken: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen.....	178
Tab. 55:	Latzug vertikal zum Nacken: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen.....	180
Tab. 56:	Latzug vertikal zum Nacken: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	183
Tab. 57:	Latzug vertikal zum Nacken: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	184
Tab. 58:	Rückenzug horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	189
Tab. 59:	Rückenzug horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	191
Tab. 60:	Rückenzug horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	194
Tab. 61:	Rückenzug horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	195
Tab. 62:	Kurzhandel-Seitheben: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	200
Tab. 63:	Kurzhandel-Seitheben: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	202
Tab. 64:	Kurzhandel-Seitheben: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	205
Tab. 65:	Kurzhandel-Seitheben: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	206
Tab. 66:	Armstrecken am Seilzug: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	211

Tab. 67:	Armstrecken am Seilzug: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	213
Tab. 68:	Armstrecken am Seilzug: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	216
Tab. 69:	Armstrecken am Seilzug: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	217
Tab. 70:	Kurzhandel-Armbeugen: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	223
Tab. 71:	Kurzhandel-Armbeugen: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen	226
Tab. 72:	Kurzhandel-Armbeugen: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen	227

Abkürzungsverzeichnis

α	α -Fehler-Niveau (Wahrscheinlichkeit, eine richtige H_0 zu verwerfen)
β	β -Fehler-Niveau (Wahrscheinlichkeit, eine falsche H_0 nicht zu verwerfen)
\bar{x}	Mittelwert
B (LS)	Beginner (Leistungsstufe)
CI	Konfidenzintervall
d	Effektgröße nach Cohen
df	Freiheitsgrade
EMG	Elektromyographie
F (LS)	Fortgeschrittene (Leistungsstufe)
F	Wert der F-Verteilung (Varianzanalyse)
G (LS)	Geübte (Leistungsstufe)
GK	Ganzkörpertraining
GH	Growth Hormone (Wachstumshormon)
Hf_{\max}	maximale Herzfrequenz
IGF	Insuline-like Growth Factor (insulinähnlicher Wachstumsfaktor)
IK	intramuskuläre Koordination
ILB	Individuelles Leistungsbild
L (LS)	Leistungstrainierende (Leistungsstufe)
LS	Leistungsstufe
M	Mittelwert
mRNA	Micro-RNA
mTOR	Mammalian Target of Rapamycin (Zielmolekül des Rapamycin in Säugetieren)
MVC	Maximal Voluntary Contraction (maximale willkürliche Kontraktion)
N	Stichprobenumfang
p	Probability (Aufretenswahrscheinlichkeit)
η^2_p	partielles Eta-Quadrat; deskriptives Maß für den erklärenden Varianzanteil in der Varianzanalyse
PMF	Point of Momentary Muscular Failure (Punkt des kurzzeitigen Muskelversagens)
R	Randomisierung
r_s	Korrelationskoeffizient nach Spearman
RM	Repetition Maximum (Wiederholungsmaximum)
20-RM	maximale Last für 20 Wiederholungen
10-RM	maximale Last für 10 Wiederholungen
1-RM	maximale Last für 1 Wiederholung
RPE	Rating of Perceived Exertion (subjektives Belastungsempfinden)
ROM	Range of Motion (Bewegungsamplitude)
Std.	Standardabweichung
Split	Splittraining

t	Messzeitpunkt
t ₀	Pre-Test
t ₁	Post-Test
t ₂ , t ₃ , t ₄	Follow-up-Tests
TUT	Time under Tension (Zeit unter Spannung)
V	Versuchsgruppe
V1.1	Versuchsgruppe 1.1 (Training nach der Individuellen-Leistungsbild-Methode)
V1.2	Versuchsgruppe 1.2 (Training nach der Individuellen-Leistungsbild-Methode; Versuchsdesign ohne Pre-Test)
V2.1	Versuchsgruppe 2.1 (Training nach dem subjektiven Belastungsempfinden, kontrolliert über die Borg-Skala)
V2.2	Versuchsgruppe 2.2 (Training nach dem subjektiven Belastungsempfinden, kontrolliert über die Borg-Skala; Versuchsdesign ohne Pre-Test)
V3.1	Versuchsgruppe 3.1 (Training nach dem subjektiven Belastungsempfinden, unkontrolliert bzw. intuitiv)
V3.2	Versuchsgruppe 3.2 (Training nach dem subjektiven Belastungsempfinden, unkontrolliert bzw. intuitiv; Versuchsdesign ohne Pre-Test)
Wdh.	Wiederholungen
Z	Z-Wert des Wilcoxon-Tests

1 Einleitung und Aufbau der Arbeit

Die Fähigkeit Kraft nimmt innerhalb der motorischen Fähigkeiten eine zentrale Position ein. Der Stellenwert eines zielgerichteten Krafttrainings wird mittlerweile nicht nur im Leistungs-, sondern auch im Breiten-, Präventions- und Rehabilitationssport anerkannt (z. B. Grimby, 1994, S. 335; Martin, Carl & Lehnertz, 1993, S. 100; Zimmermann, 2002, S. 29). In der heutigen Zeit ist Krafttraining ein fester Bestandteil nahezu jeder Sportart.

Nach Schmidtbleicher (1992, S. 263) ist Krafttraining *„...ein zentraler Sammelbegriff, der im übergeordneten Sinne die Trainingsart mit dem generellen Ziel der Verbesserung der Kraftfähigkeiten beschreibt.“*

Als Einleitung zur Problemstellung der vorliegenden Arbeit wird im Folgenden die Bedeutung des Krafttrainings im Kontext des Fitness- und Gesundheitssports anhand empirischer Befunde dargestellt. In einem nachfolgenden Kapitel werden der Aufbau sowie die grundlegende Zielsetzung der vorliegenden Arbeit erläutert.

1.1 Bedeutung des Krafttrainings im Kontext des Fitness- und Gesundheitssports

Neben seiner Bedeutung für die sportartspezifische Leistungsfähigkeit stellt das Krafttraining mittlerweile einen Kernbestandteil des fitness- und gesundheitsorientierten Trainings (Israel, 1994, S. 321; Winett & Carpinelli, 2001, S. 504; Zimmermann, 2002, S. 30) sowie des rehabilitativen Trainings dar (Freese, 2006, S. 51-53; Radlinger, Bachmann, Homburg, Leuenberger & Thaddey, 1998, S. 49). Nach Gottlob (2001, S. 25-26) ist ein gesundheitsorientiertes Krafttraining zudem geeignet, den altersbedingten Rückgang an Muskelmasse zu kompensieren. Conzelmann (1997, S. 286) bestätigt dies und konstatiert, dass die Trainierbarkeit der Kraftfähigkeit bei Erwachsenen weitgehend unabhängig vom kalendarischen Alter ist. Verschiedene Studien zu Krafttrainingseffekten bei älteren Menschen konnten diese These empirisch untermauern. So konnten z. B. Bautmans et al. (2005, S. 253), Bruunsgaard, Bjerregaard, Schroll und Pedersen (2004, S. 237), Candow, Chilibeck, Abeysekara und Zello (2011, S. 330-331), Fiatarone et al. (1990, S. 3032), Kosek, Kim, Petrella, Cross und Bamman (2006, S. 536), McCartney, Hicks, Martin und Webber (1996,

S. B429) sowie Peterson (2010, S. 56-57) signifikante Zunahmen der Skelettmuskulmasse bei Menschen im Seniorenalter durch ein gesundheitsorientiertes Krafttraining feststellen. Auch Karavirta et al. (2011, S. 488-489), Mayer, Gollhofer und Berg (2003, S. 93) sowie Pratley et al. (1994, S. 135-137) betonen die Bedeutung eines regelmäßig betriebenen Krafttrainings bis ins hohe Lebensalter. Eine selektive Literaturrecherche zu den Effekten des Krafttrainings bei Älteren von Mayer et al. (2011, S. 360-361) bestätigt die präventiven Wirkungen des Krafttrainings.

Nach Israel (1994, S. 322) gewinnt der präventive Gesichtspunkt des Kraft- bzw. Muskelaufbautrainings angesichts der höheren Lebenserwartung, mit der sich auch zunehmend degenerative Prozesse, chronische Erkrankungen und Verschleißerscheinungen entwickeln können, immer stärker an Bedeutung. In diesem Kontext zeigen Studien, dass die Lebenserwartung bei älteren Menschen mit der Körperkraft korreliert (Gale, Martyn, Cooper & Sayer, 2007, S. 230; Metter, Talbot, Schragar & Conwit, 2002, S. B361; Newman et al., 2006, S. 74; Rantanen et al., 2000, S. M170-M171; Ruiz et al., 2008, S. 93-94). An dieser Stelle sei aber kritisch anzumerken, dass die hier genannten Studien keinen Rückschluss auf eine eventuelle Kausalität zwischen Körperkraft und Lebenserwartung liefern, d. h. es ist in diesem Kontext nicht ersichtlich, was die abhängige und was die unabhängige Variable ist und inwieweit weitere Variablen wie Lebensstil, psychische Determinanten etc. konfundiert sind.

Neben seiner Bedeutung im Rahmen der Prävention und Therapie von Rückenbeschwerden (Denner, 1998, S. 125; Goebel, Stephan & Freiwald, 2005, S. 390-391; Kell & Asmundson, 2009, S. 520; Kell, Risi & Barden, 2011, S. 1060-1061; Jackson, Shepherd & Kell, 2011, S. 247-248; Reuss-Borst, Hartmann & Wentrock, 2008, S. 264-265), scheint Krafttraining auch einen bedeutenden Einfluss auf die Knochendichte und Knochenmineralisierung und somit eine präventive Wirkung im Hinblick auf die Entstehung einer Osteoporose zu haben (Almstedt, Canepa, Ramirez & Shoepe, 2011, S. 1101; Kemmler et al., 2007, S. 430; Martyn-St. James & Carroll, 2008, S. 900).

Über die Wirkungen auf orthopädische Risikofaktoren hinaus, gelten mittlerweile auch die kardioprotektiven Wirkungen eines präventiv betriebenen Krafttrainings als empirisch gesichert (Graves & Franklin, 2001, S. 217-218; Marzolini, Oh, Thomas & Goodman, 2008, S. 1562-1563; Soufi, Saber, Ghiassie & Alipour, 2011, S. 143-144; Vescovi & Fernhall, 2000, S. 357). Diesbezüglich scheinen nicht nur die direkt mess-

baren Effekte an Herz-Kreislauf-Parametern von Bedeutung zu sein, sondern auch die Fähigkeit, Alltagsbelastungen durch ein erhöhtes Kraftniveau ohne größere Blutdruck- und Herzfrequenzspitzen bewältigen zu können (Ades et al., 2003, S. 1267-1268; Feiereisen, DeLaGardelle, Vaillant, Lasar & Beissel, 2007, S. 1913-1914; Meyer & Foster, 2004, S. 72-73; Urhausen et al., 2000, S. 134). Aagaard und Andersen (2010, S. 42) bestätigen diese These, indem sie nachweisen konnten, dass durch Krafttraining auch die Ausdauerleistungsfähigkeit über eine Ökonomisierung der Bewegungsabläufe verbessert werden kann.

Die These, dass Krafttraining zu einer pathologischen Hypertonie führt, ist mittlerweile eindeutig widerlegt. Durch die positiven gesundheitsförderlichen Adaptationen, wie z. B. die Abnahme des Körperfettanteils sowie des sympathischen Tonus, kann ein Krafttraining gegenteilig sogar eine Senkung des pathologisch erhöhten Blutdrucks bewirken (Brito, Alves, Araújo, Gonçalves & Silva, 2011, S. 3134; Fisher, 2001, S. 212-213; Kelly, 1997, S. 1562-1563; Kelly & Kelly, 2000, S. 841-842; Scher, Ferrioli, Moriguti, Scher & Lima, 2011, S. 1020-1021; Simão, Fleck, Polito, Monteiro & Farinatti, 2005, S. 855-856).

Cakir-Atabek, Demir, Pinarbasili und Gündüz (2010, S. 2494-2495) konnten durch ein sechswöchiges intensitätsorientiertes Krafttraining eine signifikante Senkung des Malondialdehyd (Endabbauprodukt und somit wichtiger Marker für Lipidperoxidation, die entsteht, wenn freie Radikale die körpereigenen Schutzmechanismen überwinden und mit ungesättigten Fettsäuren reagieren) sowie eine signifikante Steigung des Glutathion (Antioxidanz) feststellen. Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen (Rauchen, Adipositas etc.) manifestieren sich unter anderem in erhöhten Konzentrationen von Malondialdehyd.

Feiereisen et al. (2007) untersuchten im Rahmen der Trainingstherapie bei chronischer Herzinsuffizienz die Effekte eines isolierten Krafttrainings im Vergleich zu einem Ausdauertraining und einem kombinierten Ausdauer- und Krafttraining. Hintergrund der Studie war die Annahme, dass die altersbedingte Sarkopenie als Schlüsselfaktor zur Entstehung einer chronischen Herzinsuffizienz angesehen werden kann. Die durch das isolierte Krafttraining erzielten Effekte waren mit den Effekten der beiden anderen Trainingsgruppen vergleichbar (Feiereisen et al., 2007, S. 1913-1915), so dass auch ein isoliertes Krafttraining als adäquate Maßnahme bei chronischer Herzinsuffizienz angesehen werden kann. Zu vergleichbaren positiven Effekten

eines Krafttrainings bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz kamen Savage et al. (2011, S. 1382-1383).

Krafttraining kann sich auch über die Veränderung der Körperkomposition positiv auf die Gesundheit auswirken (Benton, Kasper, Raab, Waggener & Swan, 2011, S. 3146; Peterson, Sen & Gordon, 2011, S. 255). Sillanpää et al. (2008, S. 954-955) konnten über eine Interventionsdauer von 21 Wochen eine Reduzierung des relativen Körperfettanteils durch Krafttraining um durchschnittlich 5,2-8,3 % feststellen. Positive Krafttrainingseffekte auf die Körperkomposition konnten auch Bea et al. (2010, S. 1290-1291), Donges, Duffield und Drinkwater (2010, S. 309-310) sowie Lo, Lin, Yao und Ma (2011, S. 2251) nachweisen. Des Weiteren scheint Krafttraining zu einer Verbesserung der Insulinsensitivität der Muskelzellen zu führen (Braith & Stewart, 2006, S. 2643; Brooks et al., 2007, S. 22-23; Church et al., 2010, S. 2258-2259; Dunstan et al., 2002, S. 1732; Hansen, Landstad, Gundersen, Torjesen & Svebak, 2012, S. 330-332; Ishii, Yamakita, Sato, Tanaka & Fujii, 1998, S. 1354; König, Deibert, Dickhuth & Berg, 2011, S. 6-7; Shaibi et al., 2006, S. 1211-1212). Eine hohe Insulinsensitivität der Muskelzellen gilt gemeinhin als ein Schlüsselfaktor bei einer anvisierten Gewichtsreduktion sowie als Prophylaxe vor metabolischen Risikofaktoren. Somit kann Krafttraining als effektive Maßnahme zur Prävention von Typ-II Diabetes mellitus angesehen werden (König et al., 2011, S. 7). Ein oftmals unterschätzter Aspekt des Krafttrainings mit dem Ziel der Gewichts- bzw. Körperfettreduktion besteht in dem Erhalt und weniger in dem Aufbau von Muskelmasse. Gerade bei unterkalorischer Versorgung (wie z. B. im Rahmen einer Diät) ist der Körper dazu geneigt, Muskelmasse abzubauen, um als Schutzmechanismus vor dem Verhungern den Kalorienbedarf zu senken. Dass ein Krafttraining geeignet ist, den Muskelmasseverlust bei negativer Gesamtkalorienbilanz zu minimieren, zeigen zahlreiche Untersuchungen (z. B. Ballor, Katch, Becque & Marks, 1988, S. 22; Bryner et al., 1999, S. 119-120; Geliebter et al., 1997, S. 560; Hunter et al., 2008, S. 1047-1049). Darüber hinaus ist zu beachten, dass intensive Krafttrainingsreize zu einer Grundumsatzerhöhung bis zu zwei Tage nach der Belastung (sogenannte Nachverbrennung) führen können (DaSilva, Brentano & Kruehl, 2010, S. 2255; Scott, Leighton, Ahearn & McManus, 2011, S. 905-906). Durch diese Stoffwechselerhöhung kann eine Gewichtsreduktion wirkungsvoll unterstützt werden. Ein regelmäßig durchgeführtes Krafttraining dient auch dazu, das einmal reduzierte Körpergewicht langfristig leichter zu halten (Kirk et al., 2009, S. 1125-1126).

Zusammenfassend kann das Krafttraining aufgrund seiner mannigfaltigen gesundheitsfördernden Aspekte als bedeutende präventive Interventionsmaßnahme angesehen werden. Infolge der zunehmenden Popularität des Krafttrainings im Freizeit- und Gesundheitssport, führen immer mehr Menschen in allen Altersklassen und mit unterschiedlichsten Voraussetzungen und Zielsetzungen ein fitness- und gesundheitsorientiertes Krafttraining aus.

Krafttraining kann grundsätzlich jedoch nur so gesund sein, wie es ausgeführt wird. Die Gefahr einer Verletzung ist bei einem fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining als überaus gering einzustufen. Nach dem ärztlichen Prinzip des „primum nil nocere“ geht es beim fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining vor allem darum, das Training möglichst effektiv und risikoarm zu gestalten. Um dies zu gewährleisten, kommt der Auswahl geeigneter Krafttrainingsmethoden im Fitness- und Gesundheitssport eine zentrale Bedeutung zu.

In der sportwissenschaftlichen Literatur werden unterschiedliche Krafttrainingsmethoden publiziert, welche durch spezifische Belastungsparameter definiert sind (z. B. Baechle, Earle & Wathen, 2008, S. 382-410; Boeckh-Behrens & Buskies, 2002, S. 43-47; Fleck & Kraemer, 2004, S. 203-205; Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 228-233; Harre, 1986, S. 134-138; Martin et al., 1993, S. 128-132; Weineck, 1997, S. 267-296; Zimmermann, 2002, S. 208-212). Aus dieser Methodenvielfalt resultiert ein überaus großes Spektrum an Handlungsempfehlungen für die Trainingspraxis. In diesem Kontext stellt die richtige Belastungsintensität eine bedeutende Orientierungsgröße im Krafttraining dar (Olivier, Marschall & Büsch, 2008, S. 120). Zur Ermittlung und Steuerung der Belastungsintensität kann zwischen einem deduktiven und einem induktiven Ansatz differenziert werden (Willimczik, Dausgs & Olivier, 1991, S. 18). Während bei einer deduktiven Intensitätssteuerung mit Lastvorgaben gearbeitet wird, welche sich in der Regel aus der dynamischen Maximalkraft (1-RM) ableiten, wird bei einer induktiven Intensitätssteuerung beanspruchungsorientiert gearbeitet, d. h. die Trainingslast orientiert sich an der subjektiven Belastungsempfindung des Sportlers (Fröhlich, 2003, S. 57). In der Krafttrainingspraxis existieren Trainingsmethoden, die sich unter diese beiden vorgestellten Ansätze zur Intensitätssteuerung subsumieren lassen. Beispielhaft für den deduktiven Ansatz sei auf die Darstellungen zur Krafttrainingsmethodik von Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 228-233), beispielhaft für den induktiven Ansatz auf die Darstellungen von Buskies und Boeckh-Behrens (2009, S. 78) verwiesen. Beide Ansätze zur Intensitätssteuerung respektive

der daraus ableitbaren Trainingsmethoden werden in den Kapiteln 3.1 und 3.2 der vorliegenden Arbeit weiter thematisiert und anhand empirischer Befunde kritisch hinterfragt. Kernkritikpunkt am deduktiven Ansatz der Intensitätssteuerung ist der in vielen Studien nachgewiesene fehlende Zusammenhang zwischen deduzierter Intensität bzw. Lastvorgabe und realisierbarer Wiederholungszahl im submaximalen Bereich (Fröhlich, Schmidtbleicher & Emrich, 2002a, S. 82; Marschall & Fröhlich, 1999, S. 313). Auch wenn der induktive Ansatz der Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining weit verbreitet ist, kritisieren einige Autoren diese Vorgehensweise. Als Begründung wird angebracht, dass die entscheidende Referenzgröße zur Intensitätssteuerung, das subjektive Belastungsempfinden, nur äußerst schwierig zu operationalisieren ist (Fröhlich & Schmidtbleicher, 2003, S. 62; Gutenbrunner, 1990, S. 28-30).

Ausgehend von der Problematik der Intensitätssteuerung im Krafttraining, wurde bereits vor ca. 30 Jahren die sogenannte „Individuelle-Leistungsbild-Methode“ (im Folgenden mit „ILB-Methode“ abgekürzt) speziell für eine Nutzung im freizeit- und Breitensportlich orientierten Krafttraining konzipiert. Die ILB-Methode folgt zu Beginn in einer Orientierungsphase (Personen ohne jegliche Krafttrainingserfahrung) einem induktiven Ansatz der Intensitätssteuerung. Ab einer gewissen Krafttrainingserfahrung (ab ca. 6-8 Wochen) wird auf eine deduktive Intensitätssteuerung gewechselt. Die Basis für die deduktive Intensitätssteuerung nach ILB-Schema ist jedoch kein Maximalkrafttest, sondern ein Mehrwiederholungskrafttest (eine ausführliche Darstellung zur ILB-Methode erfolgt in Kapitel 3.1.3). Auch wenn die ILB-Methode nur in wenigen Publikationen erläutert wird (z. B. Barteck, 1998, S. 29-33; Hauptert, 2007, S. 62-65; Kempf & Strack, 2001, S. 40-47; Strack & Eifler, 2005, S. 153-163; Wahle, 2009), ist dieser trainingsmethodische Ansatz aufgrund seiner Praktikabilität in der Praxis des fitness- und gesundheitsorientierten Krafttrainings weit verbreitet (Strack & Eifler, 2005, S. 153). Bis dato fand nach Wissen des Autors jedoch erst eine empirische Studie zur Überprüfung der Trainingseffekte bei einem Training nach der ILB-Methode statt (Strack & Eifler, 2005, S. 157). Auch wenn in dieser Studie hoch signifikante Kraftsteigerungen bei Beginnern und Fortgeschrittenen festgestellt wurden, bleibt dennoch anzumerken, dass in dieser Studie ausschließlich Sportstudentinnen und Sportstudenten als Probanden getestet wurden, so dass die Studienergebnisse nicht die Ergebnisse einer heterogenen Zielgruppe widerspiegeln, wie sie typischerweise in kommerziellen Fitness-Anlagen zu finden ist.

Ogleich die Effekte des Krafttrainings durch Studien empirisch hinreichend bestätigt wurden (siehe hierzu auch Kapitel 2.4), besteht nach wie vor kein einheitlicher Konsens im Hinblick auf die Steuerung der Trainingsintensität im Krafttraining mit fitness- und gesundheitsorientierten Freizeitsportlern (vgl. Kapitel 3.1 und 3.2). Hieraus leitet sich die Zielstellung bzw. das Forschungsdesiderat der vorliegenden Arbeit ab. Weitere Ausführungen hierzu erfolgen in Kapitel 3.4.

1.2 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit widmet sich der Kernproblematik der Intensitätssteuerung im fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining. Da der überwiegende Teil der Studien zu spezifischen Ansätzen der Intensitätssteuerung im fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining unter Laborbedingungen und mit einer relativ homogenen Klientel durchgeführt wurde (z. B. Buskies, 1999, S. 317; 2001, S. 46; Buskies, Boeckh-Behrens & Zieschang, 1996, S. 171-177; Strack & Eifler, 2005, S. 157), existieren kaum Daten aus Untersuchungen zur Intensitätssteuerung unter den realen Rahmenbedingungen des Krafttrainings im kommerziell-orientierten Setting „Fitness-Studio“ mit der dort repräsentativen heterogenen Klientel.

Das zentrale Ziel der vorliegenden Arbeit besteht daher unter anderem darin, verschiedene methodische Ansätze zur Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining unter Feldtestbedingungen zu analysieren. In diesem Kontext werden die folgenden Trainingsmethoden untersucht:

1. Krafttraining mit einer deduktiven Steuerung der Trainingsintensität nach dem Ansatz der ILB-Methode (Training mit Lastvorgabe)
2. Krafttraining mit einer induktiven Steuerung der Trainingsintensität über das subjektive Belastungsempfinden (operationalisiert und kontrolliert über die Borg-Skala)
3. Krafttraining mit einer induktiven Steuerung der Trainingsintensität über das subjektive Belastungsempfinden (intuitive Intensitätssteuerung)

In diesem Kontext wird untersucht, welche Effekte durch ein standardisiertes Krafttraining mit den hier dargestellten Trainingsmethoden erzielt werden (operationalisiert über die Veränderung der Kraftleistung). Ein weiteres Untersuchungsziel be-

schäftigt sich mit der Frage, ob es zu Pre-Test-Effekten durch Trainingsanpassungen oder über motivationale Faktoren kommt. Ein Kernziel der vorliegenden Arbeit besteht zudem im Vergleich der oben genannten Trainingsmethoden im Hinblick auf unterschiedliche Ausprägungen der erzielten Trainingseffekte.

Die vorliegende Arbeit ist wie folgt aufgebaut: Kapitel 2 thematisiert grundlegende trainingsmethodische Aspekte des Krafttrainings. In diesem Kapitel werden theoretische Grundlagen zur Belastungs-Beanspruchungssituation, zum Zusammenhang zwischen Belastung und Skelettmuskeladaptation sowie empirische Befunde zu den Belastungsnormativa und zu den Effekten des Krafttrainings dargestellt. In Kapitel 3 werden verschiedene Ansätze zur Intensitätssteuerung sowie die aus diesen Ansätzen ableitbaren Trainingsmethoden dargestellt. Unter Berücksichtigung der Anwendbarkeit im fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining sowie auf der Basis empirischer Befunde, werden diese Methoden zudem kritisch hinterfragt. Abschließend wird in Kapitel 3 das Forschungsdesiderat der vorliegenden Studie zur Intensitätssteuerung aus dem aktuellen Forschungsstand zur Thematik abgeleitet. In Kapitel 4 werden die Kernziele der vorliegenden Arbeit in Form von Untersuchungszielen und operationalen Hypothesen formuliert.

Der experimentelle Teil der Arbeit (ab Kapitel 5) beschreibt die Treatment-, Probanden- und Variablenstichprobe der Untersuchung. In diesem Kontext werden das Versuchsdesign sowie die eingesetzten Messsysteme dargestellt und im Rahmen einer Methodenkritik diskutiert. Zum Abschluss von Kapitel 5 werden die statistischen Verfahren zur Auswertung der Daten vorgestellt. In Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Untersuchung anschaulich dargestellt. Kapitel 7 widmet sich der kritischen Diskussion der gewonnenen Ergebnisse. Das abschließende Kapitel 8 fasst die Kernaussagen der vorliegenden Arbeit zusammen und liefert einen Ausblick auf zukünftige Forschungsfragen in dem zu behandelnden Themengebiet sowie ein Resümee zum Fitness-Krafttraining.

2 Belastungsgestaltung im Krafttraining

Die Belastungsintensität respektive deren Bestimmung und Steuerung im Trainingsprozess kann nach Meinung einiger Experten als die zentrale Belastungsgröße im Krafttraining betrachtet werden (Olivier et al., 2008, S. 120). Stone und O´Bryant (1987, S. 104) konstatieren in diesem Kontext: „*Intensity is a key factor for progress in a variety of programs, but it is especially important for strength training.*“

Die Belastungsintensität stellt allerdings nicht die alleinige Größe zur Belastungssteuerung im Krafttraining dar. Die Gestaltung der Intensität sollte stets im Zusammenhang mit weiteren Belastungsparametern des Krafttrainings beurteilt werden. So ist nach Toigo (2006b, S. 126) die Muskelproteinsynthese (als zentrale Determinante von Hypertrophieprozessen) prinzipiell unabhängig von der Trainingslast bzw. Trainingsintensität. Diese These wird durch Untersuchungen von Rennie (2005) gestützt. Rennie (2005, S. 433) konnte feststellen, dass ein Krafttraining mit 60 %, 75 % sowie 90 % des 1-RM zu identischen Stimulationen der Muskelproteinsynthese führte, wenn das gleiche Trainingsvolumen und somit die gleiche ATP-Umsatzrate sowie die gleiche Muskelfaserrekrutierung realisiert wurden.

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass aus der Gesamtheit der Belastungsparameter der Trainingsreiz resultiert, dessen Quantität und Qualität ausschlaggebend für trainingsinduzierte Adaptationen ist (sogenannter Dosis-Wirkungs-Mechanismus). Aus diesem Grund werden im Folgenden nach theoretischen Darstellungen zum Belastungs-Beanspruchungs-Konzept sowie zum Zusammenhang zwischen Belastung und Skelettmuskeladaptation sowohl die Belastungsintensität als auch weitere Belastungsnormativa im Krafttraining im Hinblick auf den aktuellen Forschungsstand zur Gestaltung eines Belastungsgefüges betrachtet. Die zielführende Gestaltung der Belastungsnormativa spielt im Fitness-Krafttraining nicht nur unter dem Aspekt der Effektivität der Trainingsmaßnahmen eine Rolle, sondern auch aus einer ökonomischen Sichtweise. Im Hinblick auf die Effizienz des Trainings (im Sinne einer optimalen Kosten-Nutzen-Relation) gilt es, die Belastungsparameter unter Berücksichtigung der praktischen Relevanz zielführend zu planen (Fröhlich, 2010, S. 12).

2.1 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept

Nach Fröhlich (2003, S. 54) weist das sogenannte Belastungs-Beanspruchungs-Konzept aus den 70er Jahren auf eine klare Trennung der Begriffe „Belastung“ und „Beanspruchung“ hin (Schönpflug, 1987, S. 131-133). Bezogen auf den Kontext des Sports, definieren Olivier et al. (2008, S. 23) die Termini „Trainingsbelastung“ und „Trainingsbeanspruchung“ wie folgt:

„Trainingsbelastungen sind die Gesamtheit der erfassbaren Einflüsse im Trainingssystem, die auf den Sportler einwirken. Trainingsbeanspruchungen sind die individuellen Auswirkungen der Trainingsbelastungen auf den Sportler in Abhängigkeit von seinen Eigenschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten.“

Olivier et al. (2008, S. 24) konstatieren, dass in Abhängigkeit von den unterschiedlichen individuellen Voraussetzungen (Eigenschaften, Fähigkeiten, Fertigkeiten) eine identische Belastung zu interindividuell unterschiedlichen Beanspruchungen führen kann. Rohmert (1983, S. 10) versteht unter den individuellen Voraussetzungen die jeweiligen individuellen und weitgehend zeitunabhängigen Eigenschaften (z. B. Geschlecht, anthropometrische Abmessungen, Alter), die intraindividuellen zeitabhängigen Fähigkeiten (z. B. Körperkräfte, Fingergeschicklichkeit) sowie Fertigkeiten (menschliche Grundfunktionen, z. B. sportspezifische Fertigkeiten). Dieses arbeitswissenschaftliche Verständnis für Belastungen und Beanspruchungen lässt sich nach Olivier et al. (2008, S. 24) sehr gut auf das sportliche Training übertragen.

Nach Fröhlich (2003, S. 54) werden beim Belastungs-Beanspruchungs-Konzept (im Folgenden übertragen auf das Krafttraining) die Belastungen durch Komponenten (Bewegungsaufgabe, z. B. die Kraftübung „Beinpresse“), Arten (konditionell, d. h. eher energetisch bestimmt; informatorisch, d. h. eher bestimmt durch die Aufnahme, Verarbeitung und Abgabe von Informationen), Höhe (Belastungsparameter, z. B. Belastungsintensität) sowie zeitliche Abfolge (sukzessiv oder simultan) der Teilbelastungen beschreibbar (vgl. Abb. 1).

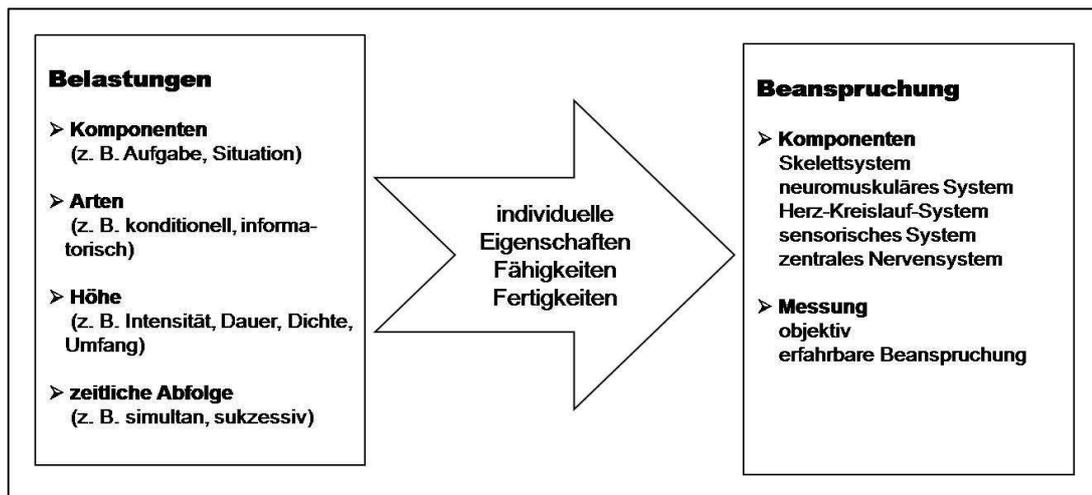


Abb. 1: Phänomenorientiertes Belastungs-Beanspruchungs-Konzept (modifiziert nach Rohmert, 1983, S. 10)

Aus diesen Darstellungen zur Beanspruchung schlussfolgert Fröhlich (2003, S. 55), dass eine Beschreibung bzw. Ermittlung der Beanspruchung sowohl deduktiv als auch induktiv erfolgen kann. Nach Rohmert (1983, S. 11) ist eine deduktive Beanspruchungsermittlung dann möglich, wenn eine genaue Analyse der Belastung einer Person sowie die Bestimmung der verfügbaren individuellen Eigenschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten dieser Person gelingen. Die Beanspruchung entspricht dem Grad der Ausschöpfung der jeweiligen individuellen Eigenschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten (Rohmert, 1983, S. 11).

Nach Fröhlich (2003, S. 55), aufbauend auf Rohmert (1983, S. 11), wird im Gegensatz dazu bei einer induktiven Beanspruchungsermittlung versucht, geeignete physiologische, neurophysiologische oder biochemische Messgrößen am Menschen selbst zu registrieren, die sich in Abhängigkeit von den einwirkenden Belastungen individuell unterschiedlich verändern. Als empirische Parameter zur Erfassung krafttrainingsinduzierter Beanspruchungen gelten z. B. die Elektromyographie (EMG) oder der Kreatinkinase- und ATP-ase-Spiegel (Fröhlich, 2003, S. 55). Des Weiteren wird versucht, krafttrainingsinduzierte Beanspruchungen über das subjektive Belastungsempfinden zu operationalisieren (stellvertretend sei hier auf Boeckh-Behrens & Buskies, 2002, S. 32; Borg, 2004, S. A1016 sowie Naclerio et al., 2011, S. 1880 verwiesen).

Die Abb. 2 verdeutlicht die Charakteristika der deduktiven und induktiven Beanspruchungsermittlung.

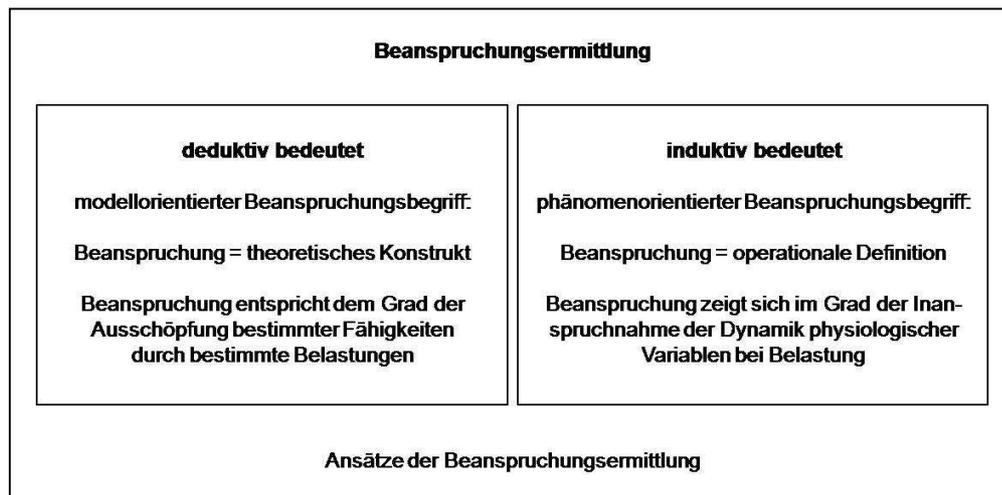


Abb. 2: Deduktiver und induktiver Ansatz zur Beanspruchungsermittlung (nach Laurig, 1980, modifiziert nach Willimczik et al., 1991, S. 18)

Die Problematik der deduktiven sowie induktiven Intensitätssteuerung im Krafttraining wird in den Kapiteln 3.1 und 3.2 der vorliegenden Arbeit weiter thematisiert. Aus den Darstellungen zum Zusammenhang zwischen Belastung und Beanspruchung kann geschlussfolgert werden, dass aus einer optimalen Gestaltung der Belastungsparameter die anvisierten individuellen Beanspruchungen im Sinne von Adaptationen resultieren. Bevor im weiteren Verlauf der Arbeit der Forschungsstand zur Gestaltung der Belastungsparameter im Krafttraining dargestellt wird, soll zunächst im folgenden Kapitel der Zusammenhang zwischen Belastung und Skelettmuskeladaptation thematisiert werden.

2.2 Zusammenhang zwischen Belastung und Skelettmuskeladaptation

Nach Olivier et al. (2008, S. 115) kann ein Krafttraining morphologische Anpassungen (z. B. Vergrößerung des Muskelquerschnitts), metabolische Anpassungen (z. B. Optimierung anaerober Stoffwechsel) sowie neuromuskuläre Anpassungen (z. B. Verbesserung der Rekrutierung und Frequentierung motorischer Einheiten) auslösen. Speziell kurzfristige Leistungssteigerungen durch Krafttraining beruhen primär auf neuromuskulären Anpassungen (Moritani, 1994, S. 266-267). Im Hinblick auf die Intentionen eines fitness- und gesundheitsorientierten Krafttrainings sind jedoch die morphologischen Anpassungen der Skelettmuskulatur von besonderer Bedeutung.

Die Skelettmuskulatur verfügt über ein hohes Maß an Anpassungsfähigkeit (Steinacker, Wang, Lormes, Reißnecker & Liu, 2002, S. 354; Wilson et al., 2012, S. 2304). Kraftbelastungen mit höheren Intensitäten führen zu einer Zunahme der Muskelmasse bzw. des Muskelquerschnitts sowie zu einer Kraftzunahme. Über einen metaanalytischen Zugang zur Überprüfung der Effekte eines Krafttrainings hinsichtlich Muskelquerschnittsvergrößerungen sowie Kraftsteigerungen konnten Wilson et al. (2012, S. 2298) im Hinblick auf Hypertrophieeffekte eine Effektstärke von 1,23 (95 % CI: 0,44-0,99) sowie im Hinblick auf Steigerungen der Maximalkraft eine Effektstärke von 1,76 (95 % CI: 1,34-2,18) erheben. In Anlehnung an die Klassifizierung der Effektstärken im Krafttraining von Rhea (2004, S. 919), können dem Krafttraining, je nach Trainingsstatus der Probanden, moderate bis hohe Effekte hinsichtlich Vergrößerung des Muskelquerschnitts sowie hinsichtlich Kraftsteigerung zugesprochen werden.

Die histologische Grundlage der Muskelquerschnittsvergrößerung sowie der Maximalkraftsteigerung kann nach MacDougall (1994, S. 232) theoretisch durch eine Zunahme der Muskelfasergröße (Hypertrophie), durch eine Zunahme der Muskelfaseranzahl (Hyperplasie) sowie durch eine Vermehrung des interstitiellen Bindegewebes möglich sein. Nach MacDougall (1994, S. 232) sowie Toigo (2006b, S. 122) geht man beim Menschen aktuell davon aus, dass postnatal keine trainingsbedingte Hyperplasie möglich ist. Es gibt nur wenige Untersuchungen zur Frage einer möglichen Zunahme des interstitiellen Bindegewebes infolge eines Krafttrainings. Da dieser Gewebeanteil im Muskel aber nur verhältnismäßig gering vertreten ist, dürfte auch seiner potenziellen Steigerung nur ein geringer Anteil auf das Gesamtvolumenwachstum des Muskels zuzuordnen sein (MacDougall, 1994, S. 232). Die folgenden Darstellungen konzentrieren sich daher auf die Hypertrophie als zentralen Adaptationsmechanismus zur Erklärung von Muskelquerschnittsvergrößerungen und Kraftsteigerungen. Eine Muskelatrophie kann hingegen sowohl aus einer Muskelfaserhypotrophie (Größenabnahme der Muskelfasern) und/oder aus einer Muskelfaserhypoplasie (Abnahme der Anzahl an Muskelfasern) resultieren (Toigo, 2006b, S. 122).

Nach Greiwing (2006, S. 64) ist empirisch nicht hinreichend abgesichert, welche Faktoren für eine Hypertrophie primär verantwortlich sind. Zatsiorsky (1996, S. 84) sieht die durch einen Trainingsreiz ausgelöste mechanische Muskelspannung sowie die daraus resultierende Mikrotraumatisierung der Muskulatur für Hypertrophieeffekte als primär verantwortlich an. Neben einer möglichst hohen mechanischen Spannung

wird zudem eine hohe intrazelluläre H^+ -Ionen-Konzentration (als Zeichen einer Muskelübersäuerung) als Stimulus für Muskelhypertrophieeffekte angesehen (Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 229).

Allerdings existieren auch Untersuchungen, die durch ein Krafttraining mit vergleichsweise geringer mechanischer Belastung bedeutende Hypertrophieeffekte erzielen konnten (Alberti, Cavaggioni, Silvaggi, Caumo & Garufi, 2013, S. 42-43; Goto et al., 2004, S. 735-736; Goto, Ishii, Kizuka & Takamatsu, 2005, S. 960-962; Rooney, Herbert & Balnave, 1994, S. 1162-1163). Die Bedeutung des metabolischen Stresses auf Hypertrophieeffekte wird durch Studien zum sogenannten Occlusion-Training untermauert (Burgomaster et al., 2003, S. 1205-1206; Kon et al., 2010, S. 1281-1282; Moore et al., 2004, S. 402-403; Takarada & Ishii, 2002, S. 125-126; Takarada, Tsuruta & Ishii, 2004, S. 588; Takarada, Takazawa & Ishii, 2000, S. 2036-2037; Takarada et al., 2000a, S. 62-64; 2000b, S. 2100-2103). Bei dieser Trainingsform werden mithilfe elastischer Manschetten ischämische Bedingungen in der Extremitätenmuskulatur erzeugt.

Auch Nishimura et al. (2010, S. 504-505) konnten durch ein Krafttraining mit vergleichsweise geringer Intensität (70 % 1-RM), jedoch unter Hypoxiebedingungen in der Arbeitsmuskulatur, eine Muskelhypertrophie auslösen. Erklärt wird dieser Effekt dadurch, dass unter hypoxischen Bedingungen die Typ-II-Muskelfasern bereits bei geringen mechanischen Belastungen aktiviert werden (Moritani, Sherman, Shibata, Matsumoto & Shinohara, 1992, S. 552).

Letztendlich hängen die Adaptationen der Skelettmuskulatur von der spezifischen molekularen und zellulären Antwort ab, welche primär durch die Qualität und Quantität der Trainingsreize bestimmt wird (Toigo, 2006a, S. 101). Muskelhypertrophie und Muskelatrophie stellen in diesem Kontext gegenläufige Prozesse dar, die entweder im Gleichgewicht stehen oder zugunsten einer der Adaptationen überwiegen. Die Muskelmasse eines Menschen kann somit als dynamisches Gleichgewicht zwischen Muskelproteinsynthese und Muskelproteindegradation verstanden werden (Andersen & Aagaard, 2010, S. 36). Die Abb. 3 stellt dieses Gleichgewicht dar. Im Muskel des Heranwachsenden stehen Muskelhypertrophie und Muskelatrophie im Gleichgewicht (vgl. Abb. 3a). Ein intensives Krafttraining kann nach Toigo (2006b, S. 123) zu einer Induktion von Muskelhypertrophie-Signalen (vgl. Abb. 3b), zu einer Hemmung von Muskelatrophie-Signalen (vgl. Abb. 3c) oder zu beiden Prozessen gleichzeitig führen (vgl. Abb. 3d).

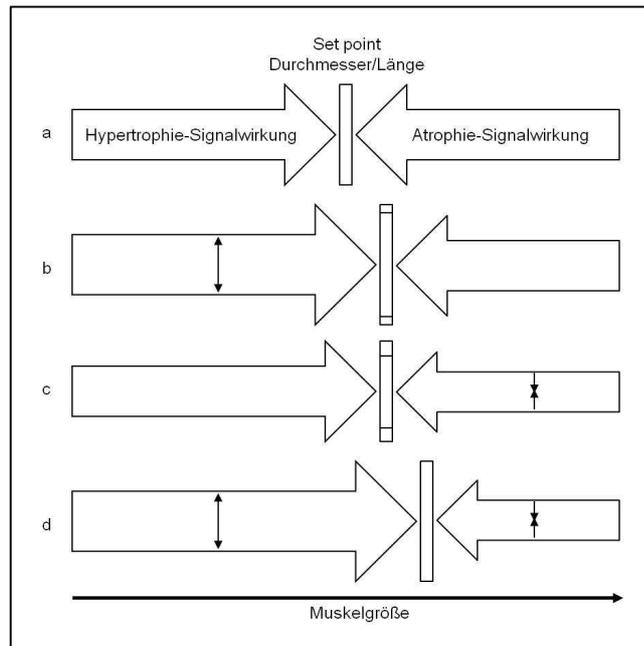


Abb. 3: Abhängigkeit der Muskelfasergröße von der gegenteiligen Wirkung anaboler und kataboler Signale (modifiziert nach Toigo & Boutellier, 2006, S. 649)

Ob nun die Proteinsynthese oder der Proteinabbau dominiert, hängt nach Toigo (2006b, S. 124) letztendlich von der Aktivität intrazellulärer Hypertrophie- bzw. Atrophie-Mediatoren ab. Die Aktivität dieser Mediatoren wird an molekularen Schaltstellen innerhalb der Muskelfasern koordiniert. Diese Schaltstellen in den Muskelfasern verrechnen anabole und katabole Signale, welche durch physiologische Reize (z. B. Belastungsreize), aber auch durch pathophysiologische Zustände (z. B. Immobilisation) ausgelöst werden. Letztendlich zielt ein Krafttrainingsreiz darauf ab, die Hypertrophie-Signalwege zu aktivieren und gleichzeitig die Atrophie-Signalwege zu hemmen (Toigo, 2006b, S. 124).

In Kontext der Hypertrophie kommt dem IGF-Akt-mTOR-Signalweg eine Schlüssel-funktion zu (Hoppeler, Baum, Mueller & Lurman, 2011, S. 8). Dieser kann wie folgt vereinfacht erläutert werden: Ein überschwelliger Krafttrainingsreiz führt zu einer Expression des Peptidhormons IGF-1 (engl. „Insulin-like Growth Factor 1“). IGF-1 wiederum aktiviert die Proteinkinase B (Toigo, 2006b, S. 122), die in der englischsprachigen Literatur auch als „Akt“ bezeichnet wird (Nader, 2005, S. 1985). Akt wirkt fördernd auf das Protein mTOR (engl. „mammalian Target of Rapamycin“) und begünstigt über diesen Signalweg den Translationsprozess. Nach Hoppeler et al. (2011, S. 8) ist mTOR ein Schlüsselprotein in der Zellregulation, unter anderem bei der Proteinsynthese. Hohe mechanische Stimuli der Muskulatur führen zu einer mTOR-

Aktivierung (Coffey & Hawley, 2007, S. 750-751). Mitunter ist mTOR verantwortlich für krafttrainingsinduzierte Adaptationen an der Skelettmuskulatur (Bodine et al., 2001, S. 1015). Die Aktivierung der mTOR-Signalkaskade durch Akt initiiert die Muskelproteinsynthese durch eine gesteigerte Translation von mRNA (Micro-RNA) zu Muskelprotein (Toigo, 2006b, S. 123).

An dieser Stelle sei hinsichtlich Details zu den Hypertrophie- und Atrophiesignalwegen auf molekularer Ebene auf die Darstellungen von Rennie, Wackerhage, Spangenburg und Booth (2004, S. 800-8009) sowie Toigo (2006b, S. 122-124) verwiesen. Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass trainingsinduzierte Skelettmuskeladaptationen qualitativ und quantitativ hochwertige Trainingsreize voraussetzen (Toigo, 2006b, S. 128). Dementsprechend kommt der Gestaltung der Belastungsparameter im Krafttraining zur Auslösung von Skelettmuskeladaptationen auf molekularer und zellulärer Ebene eine hohe Bedeutung zu.

2.3 Belastungsparameter im Krafttraining

Alle Krafttrainingsmethoden werden über spezifische Belastungs- bzw. Trainingsparameter definiert (Olivier et al., 2008, S. 120-121). Diese Belastungsparameter stellen quantitative Faktoren im Kontext der Trainingsplanung dar. Letztendlich geht es in einem Krafttraining darum, die Belastungsparameter so zu wählen, dass optimale und zielgerichtete Trainingsbeanspruchungen im Sinne von morphologischen, metabolischen sowie neuromuskulären Adaptationen erzielt werden (Olivier et al., 2008, S. 115).

Die folgenden Darstellungen orientieren sich dabei an den klassischen Belastungsparametern zur Quantifizierung des Trainingsreizes. Hierzu zählen Belastungsintensität, Belastungsdauer, Belastungsumfang, Belastungsdichte sowie Belastungshäufigkeit (Martin et al., 1993, S. 30). Nach Toigo (2006a, S. 101; 2006b, S. 121) reicht eine Betrachtung dieser klassischen Belastungsparameter jedoch nicht aus, um einen Trainingsreiz quantitativ und qualitativ zu erfassen. Daher werden im Folgenden die klassischen Belastungsparameter um weitere Belastungsfaktoren, wie die Qualität der Übungsausführung sowie die Periodisierung des Trainings, ergänzt. Alle Belastungs- bzw. Trainingsparameter ergeben zusammengesetzt das sogenannte Belastungsgefüge, welches kennzeichnend für eine Krafttrainingsmethode ist.

2.3.1 Belastungsintensität

Die Belastungs- bzw. Trainingsintensität wird im Krafttraining objektiv über die Gewichtslast in Kilogramm, in Prozent zu einer Referenzgröße (z. B. 1-RM oder X-RM) oder subjektiv in Qualitäten wie z. B. „maximal“ oder „submaximal“ ausgedrückt (Martin et al., 1993, S. 92). Nach Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 226) müssen Trainingsintensitäten im Krafttraining mindestens 50 % der individuellen Maximalkraft betragen, um überhaupt nennenswerte Effekte auszulösen. Unter dieser Schwelle scheinen Krafttrainingsintensitäten im Hinblick auf Muskelaufbauprozesse unwirksame Trainingsreize darzustellen.

Eine Klassifizierung der verschiedenen Möglichkeiten der Trainingsintensität im Krafttraining liefern Gießing et al. (2005, S. 17). Die Tab. 1 stellt diese verschiedenen Intensitätsgrade dar.

Tab. 1: *Unterschiedliche Intensitätsgrade im Krafttraining (modifiziert nach Gießing et al., 2005, S. 13)*

Trainingsintensitätsgrade	
nRM	„non Repetition Maximum“ In einem Trainingssatz werden so viele Wiederholungen absolviert, bis ein vorher definierter Anstrengungsgrad erreicht wird. Weitere Wiederholungen wären theoretisch möglich.
RM	„Repetition Maximum“ In einem Trainingssatz werden maximal viele Wiederholungen absolviert. Die letzte Wiederholung kann technisch korrekt ausgeführt werden. Weitere technisch korrekte Wiederholungen sind nicht mehr möglich.
PMF	„Point of Momentary Muscular Failure“ In einem Trainingssatz werden maximal viele Wiederholungen absolviert. Bei der letzten Wiederholung kommt es zum konzentrischen Muskelversagen.
PMF+	„Point of Momentary Muscular Failure plus High Intensity Methods“ In einem Trainingssatz werden maximal viele Wiederholungen bis zum konzentrischen Muskelversagen durchgeführt. Durch Intensitätstechniken (z. B. abgefälschte Wiederholungen, Teilwiederholungen, Wiederholungen mit Unterstützung durch Trainingspartner) werden weitere Wiederholungen erzwungen.

Ein viel diskutierter Aspekt in der Praxis des Krafttrainings ist die Frage nach der Notwendigkeit der muskulären Ausbelastung, um nennenswerte Kraftsteigerungen und Hypertrophieprozesse zu erzielen.

Für den Freizeit- und Gesundheitssport sowie für das rehabilitative Krafttraining werden maximale Ausbelastungen im Hinblick auf eventuelle kardiovaskuläre oder orthopädische Risiken eher kritisch gesehen (Buskies, 1999, S. 319; Schmidtbleicher, 1998, S. 24; Steininger & Buchbauer, 1994, S. 11; Zimmermann, 2002, S. 153), ob-

gleich Fröhlich, Schmidtbleicher und Emrich (2004, S. 136) in einer Studie mit einem ausbelastenden Kraftausdauertraining keine gesundheitlich bedenklichen Risiken feststellen konnten (erhoben über die objektiven Parameter Herzfrequenz, Blutdruck, Doppelprodukt). Buskies (1999, S. 317-318) verglich in einer Untersuchung die Trainingseffekte eines Krafttrainings bis zum Muskelversagen mit einem eher sanften und submaximalen Krafttraining. Zwar konnten durch das Krafttraining bis zum Muskelversagen deutlich höhere Kraftzuwächse erzielt werden, allerdings kam es im Vergleich zu einem eher sanften Krafttraining ohne muskuläre Ausbelastung zu weit aus höheren kardiovaskulären Belastungen (Anstieg systolischer Blutdruck, Herzfrequenzanstieg, Laktatanstieg). Bemerkenswert ist jedoch die Tatsache, dass es auch durch ein submaximales sanftes Krafttraining zu signifikanten Kraftsteigerungen und Veränderungen der Körperkomposition kam (Buskies, 1999, S. 318). Reuss-Borst et al. (2008, S. 264-265) bestätigen die kurzfristig erzielbaren Trainingseffekte eines sanften Krafttrainings im rehabilitativen Bereich bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. Auch Strack und Eifler (2005, S. 158) konnten in einer Krafttrainingsstudie mit submaximalen Intensitäten sowohl bei Trainingsbeginnern als auch bei Fortgeschrittenen signifikante Kraftsteigerungen nachweisen (vgl. Kapitel 3.1.3). Goto et al. (2004, S. 736) konnten belegen, dass eine Kombination aus einem hypertrophiespezifischen ausbelastenden Training und einem umfangsorientierten Training mit submaximalen Intensitäten größere endokrine und strukturelle Effekte auslöste, als eine Trainingskombination aus hypertrophiespezifischem Training und erschöpfendem maximalkraftorientierten Training.

Goebel (2002, S. 84-91) analysierte die Ergebnisse von 68 Krafttrainingsstudien mit älteren Menschen (Mindestalter 50 Jahre), unter anderem im Hinblick auf das Ausmaß der Kraftsteigerungen bei unterschiedlichen Intensitätsgraden. Nach Goebel (2002, S. 83) wurde die Trainingsintensität in vielen Untersuchungen qualitativ angegeben (leicht, mittel und hoch). Auf genau operationalisierte Trainingsintensitäten (z. B. in Prozent des 1-RM) konnte nicht geschlossen werden. Goebel (2002, S. 92) kategorisierte die Trainingsintensitäten der analysierten Studien in „leicht“, „moderat“, „moderat-intensiv“ sowie „intensiv“. Die Auswertung der Studien zeigte, dass ein Krafttraining mit leichter Intensität zu den geringsten Kraftzuwächsen (17,06 %) führt. Sowohl durch das moderate (32,80 %), das moderat-intensive (56,82 %) als auch das intensive Krafttraining (51,62 %) werden deutlich höhere Kraftzuwächse erzielt (Goebel, 2002, S. 92). Dies kann als Indiz für ein Training bis zur muskulären Ausbe-

lastung auch für ältere Menschen sowie für Freizeit- und Breitensportler aufgefasst werden. Auch Toigo (2006b, S. 129) fordert ein Krafttraining bis zur lokalen Muskelerschöpfung, um alle willkürlich erreichbaren Muskelfasern zu stimulieren.

Walker, Taipale, Nyman, Kraemer und Häkkinen (2011, S. 29-30) konnten nachweisen, dass der Grad der muskulären Ermüdung, ausgelöst durch ein erschöpfendes Krafttraining, in einem engen Zusammenhang mit einer höheren hormonellen Reaktion und daraus resultierend mit höheren Trainingseffekten steht. Auch Willardson, Norton und Wilson (2010, S. 28) empfehlen für das Fitness-Krafttraining, zumindest phasenweise, ein Training bis zur muskulären Ausbelastung, betonen aber gleichzeitig, dass hochintensive Trainingsphasen mit deutlich submaximalen Trainingsperioden kombiniert werden sollten.

Für das leistungsorientierte Krafttraining wird im Hinblick auf optimale Kraftsteigerungen und Hypertrophieeffekte von vielen Autoren ein Training bis zur muskulären Ausbelastung empfohlen (z. B. Campos et al., 2002, S. 51; Fröhlich & Gießing, 2006, S. 39; Fröhlich, Gießing, Schmidtbleicher & Emrich, 2007, S. 25; Willardson, 2007, S. 628). In diesem Kontext kommen bisweilen sogenannte Intensitätstechniken zum Einsatz, welche die Zielmuskulatur über das konzentrische Muskelversagen hinaus stimulieren sollen (Fröhlich & Gießing, 2006, S. 39-40; Fröhlich, Gießing, Schmidtbleicher & Emrich, 2007, S. 25-26; Gießing, 2005a, S. 11-12; Gießing, Preuss & Fröhlich, 2005, S. 81-83; Raubuch, Haberecht, Fröhlich & Gießing, 2012, S. 113-116). Letztendlich beruhen die Empfehlungen hinsichtlich Intensitätstechniken aber eher auf pragmatischen und subjektiv geprägten Erfahrungen von Kraftsportlern, weniger auf empirisch gesicherten Beweisen (Fröhlich & Gießing, 2006, S. 39; Fröhlich et al. 2007, S. 26; Tesch, 1994, S. 370). Drinkwater et al. (2007, S. 845) konnten z. B. keine Unterschiede im Hinblick auf die Effektstärke bei einem Krafttraining mit Intensitätstechniken im Vergleich zu einem konventionellen Krafttraining feststellen. An dieser Stelle sollte kritisch angemerkt werden, dass die Empfehlungen zur muskulären Ausbelastung lediglich für das Bodybuilding ausgesprochen werden. In anderen Kraftsportarten (z. B. Gewichtheben) wird in der Regel nicht permanent bis zur muskulären Ausbelastung trainiert (Hoffman & Ratamess, 2008, S. 73). Aber auch bei Leistungssportlern dieser Disziplinen sind beachtliche Muskelvolumina zu beobachten.

In einer Längsschnittstudie über die Dauer von zwei Jahren fanden Häkkinen, Pakarinen, Alen, Kauhanen und Komi (1987, S. 61; 1988a, S. 2406) einen positiven Zu-

sammenhang zwischen der Zunahme der Beinkraft und einer Reihe von neuroendokrinen Parametern, wie der mittels EMG bestimmten neuronalen Aktivierung, der Serumtestosteronkonzentration und dem Quotienten aus anabolen und katabolen Hormonkonzentrationen. Kurzzeituntersuchungen von Häkkinen, Pakarinen, Alen, Kauhanen und Komi (1988b, S. 422; 1988c, S. 133) zeigten, dass hochintensive muskuläre Ausbelastungen zu negativen Reaktionen im Hinblick auf die Kraftsteigerung führten, auch dann, wenn diese nur kurzfristig ausgeführt wurden. Es konnte eine Abnahme der EMG-Aktivität sowie der Muskelkraft der Kniegelenkextensoren verzeichnet werden. Die Testosteronkonzentration nahm zunächst nach zwei intensiven ausbelastenden Trainingseinheiten zu. Wurde dieses Training jedoch mehrere Tage hintereinander und ohne Pause wiederholt, so nahm die Testosteronkonzentration sukzessive ab. Durch einen einzigen zwischengeschalteten Erholungstag konnte dieser Trend jedoch umgekehrt werden. Diese Ergebnisse belegen nach Garhammer und Takano (1994, S. 355) den Vorgang einer neuronalen Ermüdung infolge hochintensiver ausbelastender Krafttrainingsreize. Häkkinen et al. (1990, S. 91) konnten weiterhin die endokrinen Reaktionen von weiblichen Leistungssportlern verfolgen und Konsequenzen für die Trainingsplanung daraus ableiten. Ihr Ziel bestand darin, den Abfall der Testosteronkonzentration sowie die übermäßige Produktion von katabolen Hormonen zu verhindern, da diese Prozesse zwangsläufig zu einer Reduktion der Krafttrainierbarkeit führen würden.

Nach Tesch (1994, S. 369) verfolgen Sportler im Bodybuilding aber ein anderes Ziel als z. B. Gewichtheber. Während der Gewichtheber seine maximale Kraftleistung steigern will, verfolgt der Bodybuilder das Ziel maximaler Muskelmasse und optimaler Muskelproportionen. Dass ein permanentes Krafttraining bis zum Muskelversagen langfristig eine Steigerung der Maximalkraft negativ beeinflussen kann, mag für den Bodybuilder somit zunächst nicht relevant sein. Die Frage, ob das im Bodybuilding daher nach wie vor verbreitete Krafttraining bis zur muskulären Ausbelastung auch wirklich sinnvoll ist, kann nach Tesch (1994, S. 370) aber nicht genau beantwortet werden. Das Gleiche gilt auch für die Frage nach möglichen Mechanismen, durch die ein muskuläres Versagen die Proteinsynthese in der Muskulatur erhöhen könnte. Auch wenn die Befunde von Häkkinen et al. (1987, S. 61; 1988a, S. 2406; 1988b, S. 422; 1988c, S. 133; 1990, S. 91) eher gegen ein permanentes Krafttraining bis zum Muskelversagen sprechen, betont Tesch (1994, S. 371), dass allein die hormo-

nellen Reaktionen nach muskulären Belastungen keine eindeutigen Aussagen über eventuell ausgelöste Hypertrophieeffekte zulassen.

Die Empfehlungen zu maximal hohen Intensitäten bis zur muskulären Ausbelastung sollten grundsätzlich nicht vorbehaltlos weitergegeben werden, da die Trainingsintensität nicht der alleinige Belastungsfaktor eines Krafttrainings ist. Ob ein Krafttraining bis zum Muskelversagen durchgeführt werden sollte, kann nur unter Beachtung der Anzahl der Trainingseinheiten pro Woche sowie des Belastungsumfangs (speziell Anzahl der Sätze pro Übung) beantwortet werden (Willardson, 2007, S. 630). Wird bei einem Training mit hohem Trainingsvolumen (mehr als zwei Sätze pro Übung) in jedem Satz bis zum Muskelversagen trainiert, kann als hormonelle Reaktion daraus eine überproportional hohe Cortisolkonzentration resultieren. Daraus ergeben sich negative Effekte, da die anvisierten anabolen Prozesse gehemmt werden (Ahtiainen, 2006, S. 77). Wird hingegen ein Krafttraining mit geringem Trainingsvolumen durchgeführt (maximal ein bis zwei Sätze pro Übung), bestätigen zahlreiche Studien die Effektivität eines Krafttrainings mit muskulärer Ausbelastung („High Intensity Training“; Gießing, 2005b, S. 107-110).

Der Problematik der Intensitätsgestaltung im Krafttraining widmen sich auch mehrere Metaanalysen. Über einen metaanalytischen Zugang kamen z. B. Steib, Schoene und Pfeiffer (2010, S. 909) zu dem Ergebnis, dass ein Training bis zur Ausbelastung im Vergleich zu einem submaximalen Training mit moderater sowie geringer Trainingsintensität höhere Kraftsteigerungen generiert. Die standardisierte Mittelwertdifferenz bei dem Vergleich zwischen hoch-intensivem und moderat-intensivem Krafttraining betrug 0,62 (95 % CI = 0,22-1,03) sowie 0,88 (95 % CI = 0,21-1,55) bei dem Vergleich zwischen hoch-intensivem und gering-intensivem Krafttraining (Steib et al., 2010, S. 905). Im Gegensatz dazu konnten Wolfe, LeMura und Cole (2004, S. 45) in einer Metanalyse feststellen, dass zumindest untrainierte Sportler mit submaximalen Intensitäten höhere Kraftsteigerungen erzielen konnten, wie mit einem Training bis zur Muskelerschöpfung (Effektstärke Training bis zur Muskelerschöpfung: $1,49 \pm 0,21$; Effektstärke submaximales Training: $1,86 \pm 0,18$).

Peterson, Rhea und Alvar (2004, S. 379-380) konnten in einer Metaanalyse die höchsten Effektstärken hinsichtlich Kraftsteigerungen bei einer Intensität von 85 % des 1-RM feststellen ($1,12 \pm 1,35$). Im Vergleich dazu waren die Effektstärken aus einem Krafttraining mit deutlich niedrigeren Intensitäten (50 % des 1-RM) nur gering ($0,24 \pm 0,19$). Über eine Metaanalyse konnten Rhea, Alvar, Burkett und Ball (2003,

S. 458) folgende Aussagen zur Trainingsintensität festhalten: Untrainierte Sportler erzielten die höchsten Effektstärken ($2,8 \pm 2,3$) bei einer durchschnittlichen Trainingsintensität von 60 % des 1-RM und durchschnittlich zwölf Wiederholungen. Trainierte Sportler erzielten die höchsten Effektstärken ($1,8 \pm 1,3$) bei einer durchschnittlichen Trainingsintensität von 80 % des 1-RM und durchschnittlich acht Wiederholungen.

Die bisherigen Ausführungen zur Belastungsintensität thematisierten lediglich morphologische Effekte. Im Kontext des Fitness-Krafttrainings sollte aber eine psychophysische Betrachtung hinsichtlich der Gestaltung der Belastungsintensität nicht vorzuenthalten bleiben. Basierend auf einer umfangreichen Literaturrecherche konnten Focht und Arent (2008, S. 96) beobachten, dass mit einer moderaten Trainingsintensität (hier 70 % des 10-RM) die höchsten positiven akuten Effekte auf psychophysische Parameter erzielt wurden (z. B. Angstzustände, Stimmungslage, psychische Ausgeglichenheit, Antrieb). Im Gegensatz dazu konnten mit hohen Krafttrainingsintensitäten (hier 100 % des 10-RM) negative akute Effekte auf die oben genannten Parameter ausgelöst werden. Gleichzeitig räumen Focht und Arent (2008, S. 99-100) ein, dass der Forschungsstand zu psychophysischen Effekten eines Krafttrainings noch sehr lückenhaft ist. Daher erfolgt im Rahmen der vorliegenden Arbeit keine Vertiefung dieser Thematik.

Aufgrund der uneinheitlichen Studienlage empfiehlt das American College of Sports Medicine (ACSM) dementsprechend differenzierte Trainingsintensitäten (Ratamess et al., 2009, S. 690): Trainingseinsteigern und durchschnittlich geübten Kraftsportlern empfiehlt das ACSM eine Last von 60-70 % des 1-RM bei acht bis zwölf Wiederholungen. Fortgeschrittenen Kraftsportlern empfiehlt das ACSM eine Trainingsintensität von 80-100 % des 1-RM zur Verbesserung der Krafftähigkeit.

2.3.2 Belastungsdauer

Die Belastungsdauer bzw. Trainingsdauer drückt die Zeit aus, in der eine Belastung auf den Organismus einwirkt. Im Gegensatz zur Belastungsintensität ist die Belastungsdauer als Zeitmerkmal exakt messbar (Fröhlich, 2003, S. 58). Im Krafttraining kann die Belastungs- bzw. Trainingsdauer auf einen Satz bzw. eine Serie oder auf eine Wiederholung festgelegt werden.

Je nach Trainingsziel werden verschiedene Aussagen zur Belastungsdauer ausgesprochen. Die Empfehlungen reichen von einer maximal möglichen Belastungsdauer

bis zum Muskelversagen (z. B. Schmidtbleicher, 1987, S. 370 für das Kraftausdauertraining) bis hin zu einer reduzierten Belastungsdauer, die wesentliche Leistungseinbußen von Serie zu Serie verhindern soll (z. B. Harre, 1986, S. 80 für das Schnellkrafttraining). Zur Auslösung von Muskelhypertrophieprozessen ist es erforderlich, dass der Muskel für eine bestimmte Zeit unter hoher mechanischer Spannung steht. Nach Tidow (1999, S. 52) muss dementsprechend immer ein Kompromiss zwischen ausreichend hoher Muskelspannung und ausreichend langer Spannungsdauer gefunden werden. Die Angabe einer Wiederholungszahl ist für die gezielte Steuerung der Spannungsdauer ein relativ ungenauer Parameter (Gießing et al., 2005, S. 18), sofern die Bewegungsgeschwindigkeit einer Wiederholung nicht näher operationalisiert wird (Campos et al., 2002, S. 51). Zur Operationalisierung der Spannungsdauer dient die sogenannte TUT (engl. „Time under Tension“). Im Krafttraining wird die TUT in der Regel auf die Dauer der Wiederholungen in einem vollständigen Satz bezogen (Eichmann, Adami & Gießing, 2008, S. 58). Die TUT kann ebenso die Bewegungsgeschwindigkeit bzw. die Spannungsdauer einer einzelnen Wiederholung definieren (vgl. Kapitel 2.3.6). Nach Toigo (2006b, S. 129) sollte die Relation aus Trainingsintensität und maximaler Spannungsdauer verhältnismäßig gewählt werden. Trainingsintensität und Spannungsdauer sollten jedoch so kombiniert werden, dass eine lokale Muskeler schöpfung ausgelöst wird (Toigo, 2006b, S. 125).

Fröhlich, Schmidtbleicher und Emrich (2002b, S. 749) orientieren ihre Empfehlungen zur Gestaltung der Belastungsdauer respektive TUT an den anvisierten Trainingszielen: Maximalkrafttraining/IK-Training: TUT < 15 Sekunden, Hypertrophietraining: TUT 20-50 Sekunden, Kraftausdauertraining: TUT 50-120 Sekunden.

2.3.3 Belastungsumfang

Der Belastungs- bzw. Trainingsumfang wird im Krafttraining üblicherweise über den Umfang der pro Übung bewältigten Gesamtlast bestimmt. Somit ergibt sich der Belastungsumfang einer Krafttrainingsübung aus dem Produkt aus Belastungsintensität und Wiederholungszahl (Fröhlich, 2003, S. 59). Der Belastungsumfang kann im Krafttraining wahlweise auch für eine gesamte Trainingseinheit hochgerechnet werden (Martin et al., 1993, S. 93). Ein Trainingsplan stellt somit das Gesamtvolumen bzw. den gesamten Belastungsumfang (engl. „Total Work“) für das Krafttraining dar (McBride et al., 2009, S. 108). Einige Experten sehen das Trainingsvolumen zu Be-

ginn des Trainings als eine genauso entscheidende Größe wie die Trainingshäufigkeit an (Candow & Burke, 2007, S. 206; Kawamori & Haff, 2004, S. 675).

Ein in der Praxis des Krafttrainings viel diskutierter Aspekt im Kontext des Belastungsumfangs ist die Frage nach der Anzahl an Sätzen. Hier stehen sich Trainingsmethoden mit hohem Volumen (mehrere Sätze pro Übung) und Trainingsmethoden mit niedrigem Volumen (Einsatz-Training) gegenüber. In der Trainingswissenschaft herrscht kein Konsens hinsichtlich einer einheitlichen Definition des Einsatz- oder Mehrsatz-Trainings (Gießing et al., 2005, S. 9; Heiduk, Preuss & Steinhöfer, 2002, S. 5; Schlumberger & Schmidtbleicher, 1999, S. 9). Nach Gießing et al. (2005, S. 11) spielen bei einem Vergleich zwischen Einsatz- und Mehrsatz-Training die folgenden Aspekte eine entscheidende Rolle:

- Es muss differenziert werden, ob ein Satz pro Übung oder ein Satz pro Muskelgruppe absolviert wird.
- Es muss zwischen den verschiedenen Intensitätsgraden differenziert werden (maximale versus submaximale Intensität).
- Das Bewegungstempo und daraus abgeleitet die Belastungsdauer müssen differenziert betrachtet werden.

Gießing et al. (2005, S. 16) definieren Ein- und Mehrsatz-Training wie folgt:

- Einsatz-Training („Single-Set Training“ – SST) bedeutet, dass ein Satz pro Übung ausgeführt wird. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass mehrere Übungen pro Muskelgruppe durchgeführt werden.
- Mehrsatz-Training („Multiple-Set Training“ – MST) bedeutet, dass zwei oder mehr Sätze pro Übung ausgeführt werden.

Heiduk et al. (2002, S. 5) versuchten die unterschiedlichen Methoden im Hinblick auf das Trainingsvolumen zu klassifizieren (vgl. Abb. 4). Sie differenzierten auf einer ersten Ebene zwischen „Low Volume Training“ (Training mit geringem Trainingsvolumen) und „High Volume Training“ (Training mit hohem Volumen). Im Rahmen des Trainings mit geringem Volumen differenzierten sie weiterhin zwischen „Single-Set Training“ (Einsatz-Training) und „High Intensity Training“ (Training mit höchster Intensität), einer hoch intensiven Variante des Trainings mit geringem Trainingsvolumen.

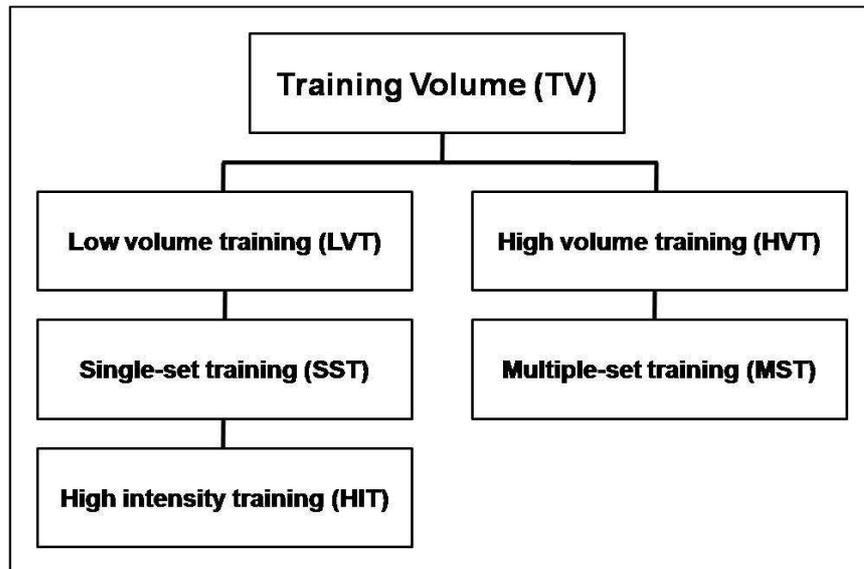


Abb. 4: Differenzierte Betrachtung des Trainingsvolumens (modifiziert nach Heiduk et al., 2002, S. 5)

Remmert, Schischek, Zamhöfer und Ferrauti (2005, S. 90) ergänzen die Darstellungen von Heiduk et al. (2002) zum „Low Volume Training“ (LVT) um das sogenannte „Bodybuilding-Single-Set Training“ (B-SST). Die Abb. 5 verdeutlicht diese ergänzenden Darstellungen zu den Trainingsmethoden mit niedrigem Trainingsvolumen.

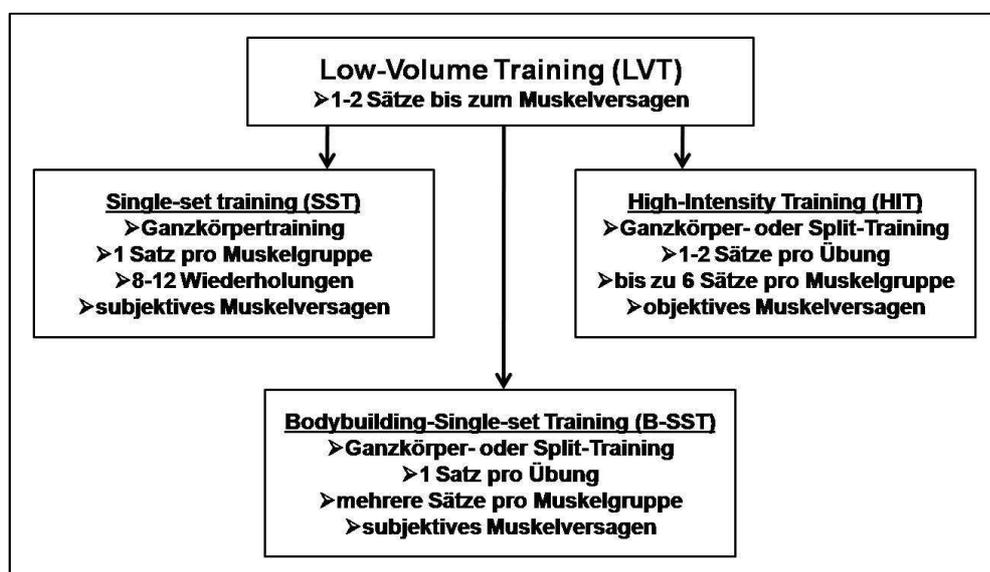


Abb. 5: Trainingsmethoden mit niedrigem Trainingsvolumen (modifiziert nach Remmert et al., 2005, S. 90)

Dieses bodybuildingspezifische Training mit geringem Volumen ist wie folgt gekennzeichnet (Remmert et al., 2005, S. 90):

- ein Satz pro Übung
- langsames und kontrolliertes Bewegungstempo (vier Sekunden exzentrische Bewegung, eine Sekunde isometrische Spannung am Umkehrpunkt, zwei Sekunden konzentrische Bewegung)
- Training bis zum konzentrischen Muskelversagen

Der Vergleich der Effekte eines Einsatz- und Mehrsatz-Trainings bzw. ein Vergleich zwischen hohem und geringem Trainingsvolumen war bereits das Thema vieler Studien und Publikationen. Die meisten Publikationen berichten von einer Überlegenheit des Mehrsatz-Trainings (z. B. Craig & Judge, 2009, S. 76; Fröhlich, Emrich & Schmidtbleicher, 2010, S. 168; Fröhlich & Gießing, 2008, S. 26-27; Galvão & Taaffe, 2004, S. 665; González-Bandillo, Gorostiaga, Arellano & Izquierdo, 2005, S. 695; Greiwing & Freiwald, 2005, S. 76-77; Humburg, Baars, Schröder, Reer & Braumann, 2007, S. 579-581; Kelly et al., 2007, S. 1004; Krieger, 2010, S. 30; Landin & Nelson, 2007, S. 1116; Marx et al., 2001, S. 640; Munn, Herbert, Hancock & Gandevia, 2005, S. 1625; Paulsen, Myklestad & Raastad, 2003, S. 117; Rhea, Alvar, Ball & Burkett, 2002, S. 528-529; Rønnestad et al., 2007, S. 159-160; Rønnestad & Raastad, 2008, S. 83; Sanborn et al., 2000, S. 329; Schlumberger, Stec & Schmidtbleicher, 2001, S. 286; Sooneste, Tanimoto, Kakigi, Saga & Katamoto, 2013, S. 11; Wilson et al., 2013, S. 857).

Im Gegensatz dazu konnten verschiedene Studien aber auch darlegen, dass ein Einsatz-Training sowohl bei Untrainierten als auch bei fortgeschrittenen Sportlern vergleichbare bzw. teilweise sogar höhere Trainingseffekte erzielen konnte wie ein Mehrsatz-Training (z. B. Gießing et al., 2005, S. 17-18; Hass, Garzarella, DeHoyos & Pollock, 2000, S. 241; Heden, Lox, Rose, Reid & Kirk, 2011, S. 477). Gießing (2005b, S. 110) spricht sich auch bei fortgeschrittenen und leistungsorientierten Kraftsportlern für ein Einsatz-Training aus, welches mit maximal hoher Intensität ausgeführt werden soll („High Intensity Training“ – HIT). Ebenso empfehlen Heiduk et al. (2002, S. 12) ein Krafttraining mit geringem Trainingsvolumen aber muskeler-schöpfenden Trainingsintensitäten.

Smilios, Pilianidis, Karamouzis und Tokmakidis (2003) untersuchten die hormonellen Reaktionen eines Einsatz- und Mehrsatz-Trainings bei unterschiedlichen Trainings-

zielen (Kraftausdauer, Hypertrophie, Maximalkraft). In dieser Studie zeigten sich bei einem Kraftausdauer- und Hypertrophietraining mit mehreren Sätzen größere hormonelle Reaktionen. Bei einem Maximalkrafttraining konnten keine Unterschiede hinsichtlich der hormonellen Reaktionen zwischen Einsatz- und Mehrsatz-Training festgestellt werden (Smilios et al., 2003, S. 651-652).

Aufgrund der Bedeutung des Trainingsumfangs widmeten sich zudem auch verschiedene Metaanalysen der Problemstellung Einsatz- versus Mehrsatz-Training. Eine Metaanalyse von Krieger (2009) analysierte die Effekte verschiedener Satzzahlen pro Übung. Folgende Ergebnisse wurden erzielt (Krieger, 2009, S. 1897-1898): Für das Einsatz-Training konnte eine Effektstärke von $0,54 (\pm 0,12)$ erhoben werden. Für ein Krafttraining mit zwei bis drei Sätzen konnte eine Effektstärke von $0,79 (\pm 0,12)$, für ein Krafttraining mit vier bis sechs Sätzen sogar von $0,89 (\pm 0,22)$ berechnet werden. Zwischen zwei bis drei Sätzen pro Übung und dem Einsatz-Training zeigte sich ein signifikanter Unterschied. Kein signifikanter Unterschied konnte zwischen einem Satz und vier bis sechs Sätzen sowie zwischen zwei bis drei Sätzen und vier bis sechs Sätzen pro Übung festgestellt werden. Insgesamt waren die mit dem Mehrsatz-Training erzielten Kraftsteigerungen 48 % höher als die Effekte des Einsatz-Trainings.

Peterson et al. (2004) untersuchten die Effekte unterschiedlicher Satzzahlen pro Muskelgruppe. Die Metaanalyse lieferte die folgenden Ergebnisse (Peterson et al., 2004, S. 380): eine lediglich geringe Effektstärke ($0,32 \pm 0,38$) konnte für das Krafttraining mit einem Satz pro Muskelgruppe festgestellt werden. Bei durchschnittlich fünf Sätzen pro Muskelgruppe konnte eine moderate Effektstärke ($0,64 \pm 0,73$) berechnet werden. Für ein Krafttraining mit durchschnittlich acht Sätzen pro Muskelgruppe ergab die Analyse eine hohe Effektstärke ($1,22 \pm 0,56$).

Eine Metaanalyse von Rhea et al. (2003, S. 458) ergab sowohl bei Trainierten als auch bei Untrainierten die höchsten Effektstärken bei durchschnittlich vier Sätzen pro Muskelgruppe ($1,17 \pm 0,81$ bei Trainierten; $2,28 \pm 1,96$ bei Untrainierten).

Wolfe et al. (2004) konnten in einer Metaanalyse auf Subgruppenebene differenzierte Ergebnisse erzielen. Die Tab. 2 stellt die Effektstärken dieser Metaanalyse dar. Folgende Schlussfolgerungen ziehen Wolfe et al. (2004, S. 43-46) aus der Metanalyse: Frauen konnten im Vergleich zu Männern generell höhere Effektstärken erzielen. Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Tendenziell scheinen Frauen von einem Mehrsatz-Training mehr zu profitieren als Männer. Bis auf das höhere Lebensalter

konnten in allen anderen Alterskategorien mit einem Mehrsatz-Training höhere Effektstärken erzielt werden. Ältere Menschen konnten generell höhere Effektstärken im Vergleich zu den jüngeren Altersklassen erzielen. Wolfe et al. (2004, S. 44) führen diesen Aspekt auf die geringen Kraftausgangswerte zu Beginn der Datenerhebung zurück. Hinsichtlich der Anzahl der Sätze konnte jedoch kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Im Hinblick auf die Programmdauer zeigte sich bis zu 16 Wochen Dauer kein signifikanter Unterschied zwischen Einsatz- und Mehrsatz-Training. Bei länger dauernden Programmen konnten mit einem Mehrsatz-Training größere Effekte erzielt werden. Während Untrainierte sowohl von einem Einsatz- als auch von einem Mehrsatz-Training profitierten, konnten Trainierte mit einem Mehrsatz-Training höhere Effekte erzielen.

Tab. 2: Metaanalyse zur Einsatz- versus Mehrsatz-Problematik: Effektstärken der Subgruppenanalyse (modifiziert nach Wolfe et al., 2004, S. 43)

Haupteffekte	N	Effektstärken	Std.	Sign.
Geschlechterunterschiede:				n.S.
– Männlich Einsatz-Training	37	1,11	0,08	
– Männlich Mehrsatz-Training	36	0,98	0,90	
– Weiblich Einsatz-Training	8	1,11	0,28	
– Weiblich Mehrsatz-Training	7	1,30	0,30	
Altersunterschiede:				p<0,001
– 15-25 Jahre Einsatz-Training	14	0,61	0,36	
– 15-25 Jahre Mehrsatz-Training	15	1,08	0,35	
– 37-41 Jahre Einsatz-Training	6	0,56	0,55	
– 37-41 Jahre Mehrsatz-Training	6	1,03	0,55	
– 47-65 Jahre Einsatz-Training	14	2,57	0,36	
– 47-65 Jahre Mehrsatz-Training	10	1,93	0,43	
Trainingsstatus:				p<0,001
– Trainierte Einsatz-Training	16	0,29	0,31	
– Trainierte Mehrsatz-Training	16	0,70	0,30	
– Untrainierte Einsatz-Training	39	1,69	0,19	
– Untrainierte Mehrsatz-Training	33	1,73	0,21	
Programmdauer:				n.S.
– 6-16 Wochen Einsatz-Training	49	1,26	0,15	
– 6-16 Wochen Mehrsatz-Training	45	1,21	0,16	
– 17-40 Wochen Einsatz-Training	7	0,78	0,41	
– 17-40 Wochen Mehrsatz-Training	7	2,66	0,41	
Trainingsmethode:				n.S.
– Trainierte, Training bis Muskelversagen, Einsatz-Training	16	0,82	0,26	
– Trainierte, Training bis Muskelversagen, Mehrsatz-Training	16	1,36	0,25	
– Untrainierte, submaximales Training, Einsatz-Training	39	1,76	0,25	
– Untrainierte, submaximales Training, Mehrsatz-Training	33	1,44	0,27	

N = Anzahl der Studien

n.S. = nicht signifikant

Auch Fröhlich (2006) sowie Fröhlich et al. (2010) verglichen die Effekte eines Einsatz- versus Mehrsatz-Trainings über einen metaanalytischen Zugang. Fröhlich (2006, S. 273-275) analysierte insgesamt 52 Primärstudien zur Einsatz- versus Mehrsatz-Problematik (N = 1.934 [1.093]). In der Replikationsstudie zur Thematik analysierten Fröhlich et al. (2010, S. 161-162) insgesamt 72 Primärstudien (N = 2.428 [1.587]). Die Ergebnisse der beiden Metaanalysen fasst Fröhlich (2010, S. 38-40) zusammen:

- Weibliche Probanden erzielen im Vergleich zu männlichen Probanden sowohl bei einem Einsatz- als auch bei einem Mehrsatz-Training größere Effekte. Fröhlich (2010, S. 38) führt diese Effekte jedoch auf den relativ geringeren Trainingszustand bzw. auf niedrigere Ausgangswerte der Frauen sowie auf Sozialisations- und Selektionseffekte zurück.
- Die Effektstärken des Mehrsatz-Trainings liegen in allen Altersstufen über denen des Einsatz-Trainings. Fröhlich (2010, S. 38-39) schließt daraus, dass ein Mehrsatz-Training zumindest tendenziell über verschiedene Alterskategorien zu größeren Anpassungseffekten führt.
- Untrainierte erzielen im Vergleich zu krafttrainingserfahrenen Sportlern sowohl mit Einsatz- als auch mit Mehrsatz-Training größere Effekte. Bei fortgeschrittenen Kraftsportlern führte ein Mehrsatz-Training zu größeren Effekten.
- Im Hinblick auf die Interventionsdauer zeigte sich, dass bei längerer Trainingsdauer das Mehrsatz-Training dem Einsatz-Training überlegen ist. Im Gegensatz zu Wolfe et al. (2004, S. 43) konnten Fröhlich et al. (2010, S. 164) bei jeder Kategorie der Interventionsdauer höhere Effekte durch ein Mehrsatz-Training nachweisen (vgl. Tab. 3).
- Die Effektstärken sind bei zusätzlicher Anwendung von Periodisierungsmodellen sowohl beim Einsatz- als auch beim Mehrsatz-Training im Vergleich zu nicht periodisierten Krafttrainingsprogrammen deutlich größer. Nach Fröhlich (2010, S. 40) sind die Effekte beim Mehrsatz-Training ausgeprägter.

Tab. 3: Metaanalyse zur Einsatz- versus Mehrsatz-Problematik: Effektstärken des Einsatz- und Mehrsatz-Trainings über verschiedene Interventionszeiträume (modifiziert nach Fröhlich et al., 2010, S. 164)

	Interventionsdauer				
	1-6 Wochen	7-12 Wochen	13-18 Wochen	19-24 Wochen	25-30 Wochen
Einsatz-Tr.	0,76 ± 0,32	1,02 ± 0,71	0,89 ± 1,07	0,76 ± 0,69	1,24 ± 0,34
Mehrsatz-Tr.	0,87 ± 0,38	1,05 ± 0,62	1,23 ± 0,64	0,81 ± 0,47	3,42 ± 2,04

Basierend auf den Ergebnissen der beiden Metaanalysen konstatiert Fröhlich (2010, S. 40), dass bei Krafttrainingsbeginnern beiderlei Geschlechts sowohl ein Einsatz- als auch ein Mehrsatz-Training zu trainingsrelevanten Kraftsteigerungen führen kann. Mit zunehmendem Trainingsstatus und Leistungsfähigkeit führt ein Mehrsatz-Training zu deutlich größeren Kraftsteigerungen.

Unter Berücksichtigung der Studienlage schlussfolgern auch Greiwing (2006, S. 220), Kemmler, Lauber, Engelke und Weineck (2004, S. 693) sowie Wolfe et al. (2004, S. 46), dass für fortgeschrittene Kraftsportler ein Mehrsatz-Training, für Trainingsbeginner durchaus aber auch ein Einsatz-Training empfohlen werden kann, da bei dieser Zielgruppe die Unterschiede im Hinblick auf die Effektivität zwischen Mehr- und Einsatz-Training deutlich geringer sind. Vergleichbare Empfehlungen zur Gestaltung der Satzzahl sprechen auch die National Strength and Conditioning Association (NSCA) sowie das American College of Sports Medicine (ACSM) aus. Die NSCA konstatiert, dass Trainingseinsteiger während der ersten sechs bis zwölf Trainingseinheiten bzw. während der ersten zehn Trainingswochen durchaus mit einem Einsatz-Training arbeiten können, während für fortgeschrittene Kraftsportler ein Mehrsatz-Training empfohlen wird (Pearson, Faigenbaum, Conley & Kraemer, 2000, S. 20). Das ACSM empfiehlt für Trainingseinsteiger ein bis drei Sätze pro Übung, während für fortgeschrittene Kraftsportler ausschließlich ein Mehrsatz-Training empfohlen wird (Ratamess et al., 2009, S. 691).

Eine weitere interessante Fragestellung im Kontext des Belastungsumfangs stellt die Überlegung dar, ob bei einem Krafttraining mit mehreren Sätzen (mehr als zwei) die Wiederholungszahlen oder die Trainingsgewichte konstant gehalten werden sollen. Dieser Fragestellung gingen Fröhlich, Klein, Emrich und Schmidtbleicher (2001) und Fröhlich et al. (2002a) für ein Muskelaufbautraining sowie Fröhlich (2003) für ein Kraftausdauertraining nach. In diesen Untersuchungen wurden jeweils ein Krafttraining mit konstanter Wiederholungszahl und ein Krafttraining mit konstanter Last ver-

glichen. Als Vergleichswert diente die verrichtete physikalische Arbeit (Sätze x Wiederholungen x Last). Sowohl beim Muskelaufbau- als auch beim Kraftausdauertraining kam es bei beiden Trainingsformen über die Sätze zu einer Reduktion der physikalischen Arbeit; bei der Trainingsform „konstante Wiederholungszahl“ über die notwendige Reduktion der Gewichte, bei der Trainingsform „konstante Last“ über die notwendige Reduktion der Wiederholungszahlen. Bei dem Muskelaufbautraining und Kraftausdauertraining mit konstanter Wiederholungszahl konnte aber in allen Untersuchungen signifikant mehr physikalische Arbeit verrichtet werden (Fröhlich, 2003, S. 170; Fröhlich et al., 2001, S. 85; Fröhlich et al., 2002a, S. 82).

Da die anvisierten Trainingseffekte eng mit dem Belastungsumfang und der Belastungsintensität zusammenhängen, ist es nach Fröhlich et al. (2002a, S. 82) eher kritisch zu sehen, wenn sich durch eine Reduktion der Wiederholungszahlen von Satz zu Satz der spezifische Zielbereich des Krafttrainings verändert (durch eine Reduktion der Wiederholungszahlen wird aus einem Kraftausdauertraining ein Hypertrophietraining oder aus einem Hypertrophietraining ein Maximalkrafttraining).

2.3.4 Belastungsdichte

Nach Fröhlich (2003, S. 59) oder Schnabel, Harre und Borde (1997, S. 194) wird die Belastungs- bzw. Trainingsdichte durch die zeitliche Aufeinanderfolge von einzelnen Belastungsreizen bzw. durch das Verhältnis von Einzelreiz und Erholung bestimmt. Im Krafttraining wird die Belastungsdichte durch die Pausenzeiten (in Sekunden oder Minuten) zwischen den Sätzen oder den Wiederholungen ausgedrückt (Martin et al., 1993, S. 92). Ebenso kann die Belastungsdichte über das Verhältnis von Trainingseinheiten zu Pausenzeiten (in Tagen) ausgedrückt werden.

Die Dauer der Satzpausen hängt letztendlich vom Trainingsziel sowie vom Leistungsstand des Sportlers ab. Je besser die individuelle Leistungsfähigkeit ausgeprägt ist, umso kürzer können die Satzpausen geplant werden. In Anlehnung an Fröhlich (2003, S. 60) sowie Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 229-232) können folgende Empfehlungen zur Gestaltung der Satzpausen bei definierten Intensitäten im Hinblick auf die metabolische Beanspruchung ausgesprochen werden:

- Nach sehr hohen Krafteinsätzen bzw. Trainingsintensitäten von mehr als 90 % des 1-RM (Maximalkrafttraining) ist zur Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit nach Fröhlich (2003, S. 60) eine Satzpause von mindestens drei bis fünf Minuten

erforderlich. Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 230) geben für ein Maximalkrafttraining (90-100 % 1-RM) sogar Satzpausen von mehr als sechs Minuten an. Sie sehen die Notwendigkeit einer solch langen Pausendauer in der Wiederherstellung des neuronalen Reizübertragungs- und Reizfortleitungsvermögens insbesondere auf spinal-segmentaler Ebene begründet (Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 231), so dass im folgenden Satz ein Trainingsreiz auf dem gleichen Leistungsniveau gesetzt werden kann.

- Nach submaximalen Krafteinsätzen bzw. Trainingsintensitäten von ca. 75 % des 1-RM (Hypertrophietraining) sollte nach Fröhlich (2003, S. 60) zur vollen Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit eine Pause von zwei bis drei Minuten eingeplant werden. Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 229) empfehlen für ein Hypertrophietraining (60-85 % 1-RM) die gleichen Satzpausen.
- Nach mittleren Krafteinsätzen bzw. Trainingsintensitäten von ca. 60 % des 1-RM (Kraftausdauertraining) genügen nach Fröhlich (2003, S. 60) kurze, unvollständige Pausen von 45-120 Sekunden. Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 232) geben für das Kraftausdauertraining (50-60 % 1-RM) Satzpausen von 30-60 Sekunden Dauer an.

Vergleichbare Empfehlungen zur Gestaltung der Satzpausen sprechen DeSalles et al. (2009, S. 3054) sowie Willardson (2006, S. 982-983) aus. In verschiedenen Studien wurden neben der metabolischen Beanspruchung auch hormonelle Reaktionen auf unterschiedlich lange Satzpausen untersucht. Buresh, Berg und French (2009, S. 65-66) konnten nachweisen, dass kurze Satzpausen (ca. 60 Sekunden) gerade bei Untrainierten in den ersten fünf Trainingswochen stärkere akute hormonelle Reaktionen auslösen (z. B. Ausschüttung von Testosteron, GH, Cortisol etc.) als lange Satzpausen (> 120 Sekunden). Speziell die vermehrte Ausschüttung der anabolen Hormone Testosteron und GH (engl. „Growth Hormone“) kann als positiver Einflussfaktor auf Hypertrophieprozesse gesehen werden. Nach zehn Wochen Training konnten Buresh et al. (2009, S. 66) jedoch keinen Unterschied mehr zwischen den unterschiedlich langen Satzpausen im Hinblick auf die hormonellen Reaktionen feststellen. Rahimi, Qaderi, Faraji und Boroujerdi (2010, S. 1854-1855) konnten bei einem Krafttraining mit 85 % des 1-RM bei maximal möglicher Wiederholungszahl feststellen, dass kurze Satzpausen (60 Sekunden) im Vergleich zu langen Satzpausen (120 Sekunden) zu einer höheren Ausschüttung des GH führten. Im Gegensatz dazu

konnte aber bei einem Krafttraining mit längeren Satzpausen (120 Sekunden sowie 90 Sekunden) eine höhere Testosteronausschüttung registriert werden. Ahtiainen (2006) untersuchte die Effektunterschiede einer zwei- und fünfminütigen Satzpause im Rahmen eines hypertrophiespezifischen Trainings. Hier zeigten sich weder Effektunterschiede im Hinblick auf akute endokrine und neuromuskuläre Reaktionen noch Unterschiede im Hinblick auf langfristige Steigerungen der Kraft und Muskelmasse (Ahtiainen, 2006, S. 84).

Die Effektunterschiede zwischen konstanten Serienpausen und sukzessive verringerten Serienpausen untersuchten DeSouza Jr. et al. (2010) im Rahmen einer sechswöchigen Krafttrainingsperiode. Im Hinblick auf Kraftsteigerungen zeigten sich in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede (DeSouza Jr. et al., 2010, S. 1847-1848). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Gentil et al. (2010, S. 40), die keine signifikanten Unterschiede zwischen langen und kurzen Satzpausen im Hinblick auf Kraftsteigerungen bei Untrainierten nachweisen konnten. Machado et al. (2011, S. 1342-1343) konnten im Hinblick auf die Kreatinkinase- und Laktatdehydrogenasewerte (als Indikatoren für die muskuläre Beanspruchung) ebenso keine Unterschiede zwischen 60, 90, 120 und 180 Sekunden Serienpause feststellen. Evangelista, Pereira, Hackney und Machado (2011, S. 125-126) konnten belegen, dass aus längeren Satzpausen (drei Minuten versus eine Minute) bei einem Training mit submaximalen Intensitäten (40 % MVC) ein höheres Trainingsvolumen resultiert, die Kreatinkinasewerte durch die unterschiedliche Pausengestaltung jedoch nicht beeinflusst werden. Im Hinblick auf die Pausengestaltung in einem Krafttraining mit deutlich submaximalen Intensitäten (ca. 50 % 1-RM) empfehlen Takarada und Ishii (2002, S. 126-127) lediglich 30 Sekunden, um nennenswerte strukturelle Anpassungen auszulösen.

Das American College of Sports Medicine (ACSM) spricht auf der Basis empirischer Befunde zur Thematik die folgenden Empfehlungen zur Pausendauer aus (Ratamess et al., 2009, S. 692): Für Krafttrainingseinsteiger, geübte und fortgeschrittene Kraftsportler werden für Basisübungen (z. B. „Kniebeuge“, „Bankdrücken“), die in der Regel auch mit höheren Intensitäten zur Kraftsteigerung ausgeführt werden, zwei bis drei Minuten Satzpause empfohlen. Für ergänzende Übungen werden lediglich ein bis zwei Minuten Satzpause empfohlen.

2.3.5 Belastungshäufigkeit

Im Krafttraining wird die Belastungshäufigkeit in der Regel über die Anzahl der Trainingseinheiten pro Woche definiert (Martin et al., 1993, S. 30). Bei der Planung des Krafttrainings stellt die Trainingshäufigkeit eine entscheidende Komponente dar.

Für Trainingsbeginner (in dieser Studie Sportler mit mindestens sechs Monaten Trainingserfahrung) konnten Wirth, Atzor und Schmidtbleicher (2007, S. 180) feststellen, dass bei einem Krafttraining mit dem Ziel Muskelaufbau sogar lediglich eine Krafttrainingseinheit pro Woche zu signifikanten Muskelmassezuwächsen führen kann (der Faktor Muskelaufbau wurde mittels Kernspintomographie gemessen). Bei zwei oder drei Trainingseinheiten wurden jedoch deutlich größere Muskelzuwächse erzielt, wobei drei Trainingseinheiten pro Woche einen geringfügig höheren Trainingseffekt auslösten. Bei Fortgeschrittenen (in dieser Studie Sportler mit mindestens zwei Jahren Trainingserfahrung) konnten Wirth et al. (2007, S. 181) vergleichbare Effekte nachweisen. Auch hier zeigten sich Effekte bei nur einer Trainingseinheit pro Woche. Die Effekte waren jedoch bei zwei oder drei Trainingseinheiten pro Woche deutlich höher. Auch McLester, Bishop und Guilliams (2000, S. 280) konstatieren drei Trainingseinheiten pro Woche als Methode der Wahl, geben aber gleichzeitig an, dass gerade für Untrainierte auch eine Einheit pro Woche bereits zu signifikanten Krafttrainingseffekten führen kann.

Für den leistungsorientierten Kraftsportler mit der Zielsetzung „Muskelaufbau“ spielt für die Anzahl der Trainingseinheiten bzw. die Anzahl an Trainingsreizen pro Muskelgruppe pro Woche ein anderer Aspekt eine wichtige Rolle: die Phase der erhöhten Proteinsynthese in der Muskulatur. Ohne Zuhilfenahme verbotener anaboler Substanzen bleibt die Proteinsynthese in einem Muskel nach einem intensiven Trainingsreiz lediglich für ca. 36 Stunden erhöht, d. h. das erhöhte Niveau anaboler Prozesse ist nach 36 Stunden annähernd wieder auf das Normalniveau abgesunken (MacDougall et al., 1995, S. 480). Phillips, Tipton, Aarsland, Wolf und Wolfe (1997, S. E99) sowie Friedmann (2007, S. 14) berichten von 48 Stunden erhöhtem Niveau der Proteinsynthese nach intensiven Krafttrainingsreizen. Für das leistungsorientierte Muskelaufbautraining kann aus diesen Erkenntnissen geschlussfolgert werden, dass eine Muskelgruppe mindestens zweimal, besser jedoch dreimal pro Woche einem trainingswirksamen Reiz ausgesetzt werden sollte. Diese Empfehlung geht konform zu den aktuellen Erkenntnissen zum Regenerationsverhalten verschiedener Muskel-

gruppen (Bishop, Jones & Woods, 2008, S. 1020; Jones, Bishop, Richardson & Smith, 2006, S. 757-758).

Der Frage nach der Anzahl an Trainingseinheiten pro Woche gingen auch verschiedene Metaanalysen nach. Über einen metaanalytischen Ansatz untersuchten Rhea et al. (2003) die Effekte von einer, zwei und drei Krafttrainingseinheiten pro Woche bei Untrainierten sowie die Effekte von zwei und drei Einheiten pro Woche bei Trainierten. Diese Metaanalyse lieferte folgende Ergebnisse (Rhea et al., 2003, S. 458): Bei Untrainierten konnten Effektstärken von 0,5 ($\pm 0,2$) bei einer Einheit pro Woche, 1,2 ($\pm 3,1$) bei zwei Einheiten pro Woche sowie 1,9 ($\pm 2,3$) bei drei Einheiten pro Woche erhoben werden. Bei Trainierten konnten Effektstärken von 1,4 ($\pm 1,2$) bei zwei Einheiten pro Woche sowie 0,7 ($\pm 0,9$) bei drei Einheiten pro Woche berechnet werden. Die Ergebnisse der Metaanalyse von Rhea et al. (2003) zeigen, dass bei untrainierten Sportler drei Einheiten pro Woche zu den größten Effekten führt, während trainierte Sportler bereits bei zwei Einheiten pro Woche den größten Effekt erzielen.

Eine weitere Metaanalyse im Kontext der Problematik der Trainingshäufigkeit führten Peterson et al. (2004) durch. Hier wurden die Effekte von zwei und drei Trainingseinheiten pro Woche untersucht. Folgende Ergebnisse konnten festgehalten werden (Peterson et al., 2004, S. 379-380): Mit zwei Trainingseinheiten konnte eine Effektstärke von 0,70 ($\pm 0,76$) erzielt werden. Bei drei Einheiten pro Woche wurde eine Effektstärke von 0,69 ($\pm 1,13$) berechnet. Die Metaanalyse von Peterson et al. (2004) konnte keinen zusätzlichen Benefit durch eine dritte Trainingseinheit pro Woche aufzeigen.

Fröhlich, Schmidtbleicher und Emrich (2007a) untersuchten über einen metaanalytischen Ansatz die Effekte von einer bis sechs Trainingseinheiten pro Woche. Folgende Ergebnisse konnten festgehalten werden (Fröhlich et al., 2007a, S. 93): Zwei ($1,18 \pm 0,68$), drei ($1,42 \pm 0,76$) und vier ($1,85 \pm 1,94$) Trainingseinheiten pro Woche führten zu größeren Kraftsteigerungen als eine ($0,43 \pm 0,30$), fünf ($0,41 \pm 0,29$) oder sechs ($0,36 \pm 0,04$) Trainingseinheiten pro Woche.

Darauf aufbauend untersuchten Fröhlich, Schmidtbleicher und Emrich (2007b) die Effektunterschiede bei zwei versus drei Trainingseinheiten pro Woche. Bei zwei Trainingseinheiten pro Woche (N = 44 Studien) konnte eine Effektstärke von 1,28 ($\pm 1,09$), bei drei Trainingseinheiten pro Woche (N = 52 Studien) eine Effektstärke von 1,36 ($\pm 0,93$) berechnet werden. Der Unterschied war nicht signifikant (Fröhlich et al., 2007b, S. 10-11). Ausdifferenziert nach geschlechtsspezifischen Unterschie-

den konnten Fröhlich et al. (2007b, S. 11) bei Frauen eine Effektstärke von 1,62 ($\pm 0,99$) und bei Männern von 1,26 ($\pm 1,43$) bei zwei Einheiten pro Woche feststellen. Bei drei Trainingseinheiten pro Woche konnte bei Frauen eine Effektstärke von 1,81 ($\pm 1,02$) und bei Männern von 1,27 ($\pm 0,75$) erhoben werden. Geschlechterspezifisch konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen zwei und drei Trainingseinheiten pro Woche festgestellt werden. Auch bei einer Ausdifferenzierung nach Trainingsmethoden (Kraftausdauer-, Hypertrophie- und Maximalkrafttraining) sowie nach Trainingsstatus (Trainiert versus Untrainiert) konnten Fröhlich et al. (2007b, S. 12) keine signifikanten Unterschiede zwischen zwei und drei Trainingseinheiten pro Woche feststellen.

Fröhlich und Schmidtbleicher (2008) analysierten die Effekte von einer bis sechs Trainingseinheiten pro Woche. Wie bereits von Fröhlich et al. (2007a, S. 93) festgestellt, halten auch Fröhlich und Schmidtbleicher (2008, S. 8) als Ergebnis fest, dass eine, fünf und sechs Trainingseinheiten pro Woche weniger effektiv sind als zwei, drei und vier Trainingseinheiten pro Woche. Unter Bezug auf die Effektstärkenklassifizierung von Rhea (2004, S. 919) sprechen Fröhlich und Schmidtbleicher (2008, S. 8) von geringen bzw. gewöhnlichen Effektstärken bei einer, fünf und sechs Trainingseinheiten pro Woche sowie von moderaten bis starken Effektstärken bei zwei, drei und vier Trainingseinheiten pro Woche.

Die Ergebnisse der Metaanalysen von Fröhlich et al. (2007b) sowie von Fröhlich und Schmidtbleicher (2008) fasst Fröhlich (2010, S. 44-45) im Überblick zusammen:

- Zwei, drei und vier Trainingseinheiten pro Woche führen zu größeren Kraftsteigerungen als eine, fünf oder sechs Trainingseinheiten pro Woche. Zwischen zwei und drei Einheiten pro Woche zeigt sich kein signifikanter Effektunterschied.
- Die unterschiedlichen Trainingshäufigkeiten führen auch in Abhängigkeit von intervenierenden Variablen wie Alter, Geschlecht, Trainingsstatus und Krafttrainingsmethodik zu unterschiedlichen Kraftsteigerungen. Auch unter Berücksichtigung von intervenierenden Variablen zeigt sich jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen zwei und drei Trainingseinheiten pro Woche.

In Anbetracht der Ergebnisse der Metaanalysen sowie unter Berücksichtigung der Aufwand-Nutzen Relation schlussfolgert Fröhlich (2010, S. 45), dass bei zwei Trainingseinheiten pro Woche die ersten zeitlich überdauernden Kraftsteigerungen zu erwarten sind und bei drei und vier Trainingseinheiten pro Woche die maximalen An-

passungseffekte realisiert werden. Fröhlich (2010, S. 45) sieht in den Ergebnissen der beiden Metaanalysen einen Beleg für die Empfehlung von zwei Trainingseinheiten pro Woche im Bereich des Präventions-, Rehabilitations- und Gesundheitssports sowie drei Einheiten pro Woche für ambitionierte Breitensportler sowie Leistungssportler. Vergleichbare Empfehlungen spricht das American College of Sports Medicine (ACSM) mit zwei bis drei Einheiten pro Woche für Krafttrainingseinsteiger sowie drei bis vier Einheiten pro Woche für fortgeschrittene Breitensportler aus (Ratamess et al., 2009, S. 693). Lediglich für die Leistungssportler wird eine höhere Trainingsfrequenz empfohlen (> vier Einheiten pro Woche; Ratamess et al., 2009, S. 694).

2.3.6 Übungsausführung

Die Übungsausführung ist neben den klassischen Belastungsparametern ein weiterer wichtiger Faktor zur Belastungsgestaltung im Krafttraining (Toigo, 2006a, S. 102; Toigo, 2006b, S. 128). Die Qualität der Übungsausführung definiert sich über die funktionell-anatomisch korrekte Ausführung der Bewegungstechnik, der Übungsausführung über die vollständige physiologische Bewegungsamplitude sowie über die Übungsausführung mit einer angemessenen Bewegungsgeschwindigkeit.

Nach Toigo (2006b, S. 125) erlaubt nur eine funktionell-anatomisch korrekt ausgeführte Krafttrainingsübung, die Zielmuskulatur mit möglichst hoher Spannung zu belasten. Daher ist der anatomische Faserverlauf bzw. die Kontraktionsrichtung der Arbeitsmuskulatur bei der Übungsausführung zu beachten. In diesem Kontext ist es entscheidend, wieviel des externen Widerstands bzw. der Trainingslast die Zielmuskulatur erreicht. Je isolierter der Trainingswiderstand auf die Zielmuskulatur einwirkt, desto höher ist der muskuläre Stimulus (Toigo, 2006b, S. 128).

Training über vollständige Bewegungsamplituden oder auch vollständige ROM (engl. „Range of Motion“) bedeutet, den Muskel über seine gesamte Kontraktionsstrecke (von maximal gedehnt bis maximal kontrahiert) dynamisch zu belasten (Gottlob, 2001, S. 85). In Bezug auf das jeweilige Gelenk hat bei einem vollständigen ROM-Training der Widerstand über die volle aktive Gelenkbeweglichkeit zu wirken. Unter aktiver Gelenkbeweglichkeit ist hierbei der gesamte Bewegungsbereich zu verstehen, der ohne Schwung, allein mittels Muskelkraft erreichbar ist (Gottlob, 2001, S. 85). Eine vollständige Bewegungsamplitude spielt im fitness- und gesundheits-sportlich ausgerichteten Krafttraining auch aus folgendem Grund eine überaus wich-

tige Rolle: Ein Großteil der muskulären Dysbalancen entsteht dadurch, dass im Alltag die komplette Bewegungsmöglichkeit eines Muskel-Gelenk-Systems nicht mehr ausgeschöpft wird (einseitige Belastungen in Beruf und Freizeit). Ein Krafttraining über die volle physiologische Bewegungsamplitude verbessert dadurch auch die Alltagsbelastbarkeit der beanspruchten Muskulatur (Verstegen & Williams, 2004, S. 115). Durch die Realisation einer möglichst großen physiologischen ROM wird zudem eine protektive Wirkung bei exzentrischen Kontraktionen erreicht (Toigo, 2006b, S. 129). In vielen Publikationen, speziell zum leistungsorientierten Krafttraining, werden nach wie vor Teilwiederholungen (engl. „Partials“) propagiert. Das Ziel der Teilwiederholungen besteht darin, einen Muskel ausschließlich in dem Bereich der Bewegungsamplitude zu trainieren, in dem die größte Muskelspannung erzielt wird (gemessen z. B. mittels EMG). Als Begründung wird angegeben, dass bei einem Training mit Teilwiederholungen mit einer höheren Last trainiert werden kann und dementsprechend der Stimulus für die Muskulatur größer sein soll (Boeckh-Behrens & Buskies, 2002, S. 113). Massey, Vincent, Maneval, Moore und Johnson (2004) untersuchten die Trainingseffekte eines Krafttrainings über die volle Bewegungsamplitude im Vergleich zu einem Krafttraining mit Teilwiederholungen. In dieser Studie konnten keine Unterschiede im Hinblick auf die Kraftsteigerung zwischen diesen beiden Trainingsformen festgestellt werden (Massey, 2005, S. 213; Massey et al., 2004, S. 520). Pinto et al. (2012, S. 2143) konnten sogar höhere Kraftsteigerungen durch ein Krafttraining mit vollständiger ROM feststellen.

In einem engen Zusammenhang mit der Belastungsdauer respektive der Dauer der Muskelspannung steht die Bewegungsgeschwindigkeit beim Krafttraining. Auch wenn die Bewegungsgeschwindigkeit in vielen Standardwerken der trainingswissenschaftlichen Literatur (z. B. Martin et al., 1993, S. 30-31; Weineck, 1997, S. 23) nicht als eigenständiger Belastungsparameter für das Krafttraining definiert wird, so ist sie dennoch eine überaus wichtige Determinante der Kraftleistung und stellt somit auch eine Kerngröße von Krafttrainingsmethoden dar (Olivier et al., 2008, S. 120; Rata-mess et al., 2009, S. 692; Toigo, 2006a, S. 102; 2006b, S. 124). So konnten z. B. Sakomoto und Sinclair (2006, S. 525-526) feststellen, dass eine Manipulation der Bewegungsgeschwindigkeit zu unterschiedlich realisierbaren Wiederholungszahlen bei festgelegten Intensitäten führt. Tanimoto et al. (2008, S. 1935) betonen ebenfalls die Bedeutung der Bewegungsgeschwindigkeit als Einflusskomponente der Trainingsintensität.

Zur Operationalisierung des Bewegungstempos hat sich in der Praxis des Krafttrainings eine Angabe der Spannungszeit (TUT) für eine Wiederholung etabliert. In der Literatur sind dementsprechend Zeitangaben für die konzentrische und exzentrische Muskelarbeitsphase bei einer Wiederholung zu finden (z. B. Ratamess et al., 2009, S. 692-693). Eine Angabe des Bewegungstempos von 2/0/2 für eine Wiederholung kann als zwei Sekunden exzentrische Bewegungsphase, keine Pause am Umkehrpunkt, zwei Sekunden konzentrische Bewegungsphase interpretiert werden, wobei die Zeitdauer je nach Bewegungsamplitude unterschiedlicher Übungen variieren kann. Auf eine Wiederholung bezogen ist die TUT somit nur ein durchschnittlicher Orientierungswert.

Im Hinblick auf das optimale Bewegungstempo ist die Studienlage keineswegs einheitlich. Untersuchungen konnten belegen, dass es bei einem Krafttraining mit moderater Bewegungsgeschwindigkeit zu einer deutlich höheren Testosteronausschüttung und somit auch zu einem höheren Stimulus im Hinblick auf Muskelaufbauprozesse kam als bei einem Training mit schneller Bewegungsausführung (Goto, Takahashi, Yamamoto & Takamatsu, 2008, S. 10-12). Auch Toigo (2006b, S. 129) empfiehlt, schwungvolle und ruckartige Bewegungen zu vermeiden und generell mit einem langsamen Bewegungstempo zu arbeiten. Seine Empfehlungen begründet Toigo (2006b, S. 129) damit, dass mit einer langsamen Bewegungsausführung keine gesundheitsgefährdenden Belastungen auftreten und zudem der Zielmuskel über die vollständige Bewegungsamplitude dem vollen Widerstand ausgesetzt ist.

Bisweilen wird in der Praxis des Krafttrainings ein Training mit betont langsamer Bewegungsausführung (engl. „Super-Slow-Training“) popagiert (z. B. Kieser, 2003, S. 172). Bei einer betont langsamen Bewegungsausführung (z. B. TUT 5/0/10 bei Hunter, Seelhorst & Snyder, 2003, S. 80; TUT 4/1/10 bei Kieser, 2003, S. 172) reduziert sich aber automatisch die Trainingslast und somit die Höhe der mechanischen Muskelspannung (Hunter et al., 2003, S. 80). So konnten z. B. Keeler, Finkelstein, Miller und Fernhall (2001, S. 311) oder Neils, Udermann, Brice, Winchester und McGuigan (2005, S. 884-885) feststellen, dass sich ein Krafttraining mit normaler Bewegungsgeschwindigkeit (1/0/1) effektiver im Hinblick auf Kraftsteigerungen auswirkt als ein Krafttraining mit deutlich verlangsamter Bewegungsgeschwindigkeit bzw. kein Benefit aus einer betont langsamen Bewegungsgeschwindigkeit resultiert. Headley et al. (2011, S. 410-411) konnten bei der Übung „Bankdrücken“ belegen, dass verschiedene Bewegungstempi (2/0/2 versus 2/0/4) keinen Einfluss auf die

hormonelle Reaktion nach der Übungsausführung hatten, aber bei dem langsamen Bewegungstempo weniger Last bewältigt werden konnte. Auch Kim, Dear, Ferguson, Seo und Bemben (2011, S. 3012) oder Ratamess et al. (2009, S. 693) konstatieren, dass mit einem moderaten oder schnellen Bewegungstempo im Vergleich zu einem langsamen Bewegungstempo größere Kraftzuwächse erzielt werden können.

Ohne die Berücksichtigung der Muskelarbeitsweise ergeben sich z. B. auch bei Bottaro, Machado, Nogueira, Scales und Veloso (2006, S. 257), Fielding et al. (2002, S. 655), Munn et al. (2005, S. 1625) sowie Pryor, Sforzo und King (2011, S. 3033) höhere Trainingseffekte durch möglichst schnelle Bewegungsausführungen („Powertraining“). Holsgaard-Larsen, Caserotti, Puggaard und Aagaard (2011, S. 135) sowie Sayers und Gibson (2010, S. 3379) empfehlen sogar für die Zielgruppe der älteren Menschen, ein Krafttraining mit hohen Bewegungsgeschwindigkeiten bei gleichzeitig geringen Trainingsintensitäten systematisch in die Trainingsplanung zu integrieren.

Basierend auf empirischen Befunden empfiehlt das American College of Sports Medicine (ACSM) krafttrainingsunerfahrenen und geübten Sportlern langsame bis moderate Bewegungsgeschwindigkeiten sowie fortgeschrittenen Kraftsportlern, ausgehend von der Trainingslast und dem Trainingsziel, ein Kontinuum von langsamer bis schneller Bewegungsgeschwindigkeit (Ratamess et al., 2009, S. 695).

Ungeachtet der unterschiedlichen Empfehlungen zur Gestaltung der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining kann zusammenfassend festgehalten werden, dass die Bewegungsgeschwindigkeit maßgeblich die realisierbare Trainingslast bzw. Trainingsintensität beeinflusst. Da in Abhängigkeit von der Belastungsintensität und der Wiederholungszahl unterschiedliche muskuläre Adaptationen erreicht werden, ist nach Haller (2007, S. 24) eine Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining unbedingt notwendig.

Auf der Basis der in diesem Kapitel dargestellten empirischen Befunde kann konstatiert werden, dass ein Krafttraining mit einer normalen bzw. moderaten Bewegungsgeschwindigkeit (1/0/1 bis 2/0/2) zur Auslösung von Hypertrophieeffekten die Methode der Wahl darstellt.

2.3.7 Periodisierung des Trainings

Nach Fröhlich (2010, S. 46) versteht man unter Periodisierung im Krafttraining allgemein die Variation der Belastungsparameter, speziell der Belastungsintensität und dem Belastungsvolumen, zur mittel- und langfristigen Verbesserung der motorischen Leistungsfähigkeit. In der Praxis des Krafttrainings haben sich zwei übergeordnete Periodisierungsmodelle etabliert: die lineare Periodisierung sowie die nonlineare bzw. wellenförmige Periodisierung (Fröhlich, Müller, Schmidtbleicher & Emrich, 2009, S. 308).

Die lineare Periodisierung (bisweilen auch als „Blockperiodisierung“ bezeichnet) stellt die klassische Form der Periodisierung im Krafttraining dar (Kraemer & Fleck, 2007, S. 5-6). Kennzeichen einer linearen Periodisierung sind die über einen Makrozyklus progressiv ansteigenden Intensitäten bei gleichzeitig regressiv abnehmenden Wiederholungszahlen (Kraemer & Fleck, 2007, S. 6). Die klassische Periodisierung im Krafttraining zielt auf eine Maximierung der Kraftleistung ab. Eine Alternative zur klassischen linearen Periodisierung ist die nonlineare bzw. wellenförmige Periodisierung (Wathen, Baechle & Earle, 2008, S. 514; Kraemer & Fleck, 2007, S. 12). Nach Kraemer und Fleck (2007, S. 12) sind die Wurzeln der wellenförmigen Periodisierung nicht exakt reproduzierbar, liegen aber wahrscheinlich in den späten 70er bis frühen 80er Jahren. Die wellenförmige Periodisierung stammt wahrscheinlich aus dem sportartbegleitenden Krafttraining bei Spielsportarten, da dort die Umsetzung einer klassischen linearen Periodisierung während der Spielsaison (Wettkampfperiode) problematisch ist. Kennzeichen der wellenförmigen Periodisierung ist die hochfrequente Variation von Trainingsvolumen und Trainingsintensität (Fröhlich et al., 2009, S. 308; Kraemer & Fleck, 2007, S. 12-13).

Im Hinblick auf mittel- bis langfristige Verbesserungen der Kraftleistung zeigt die aktuelle Studienlage eine Überlegenheit periodisierter Krafttrainingsprogramme im Vergleich zu nicht periodisierten Trainingsinterventionen (Fröhlich, 2010, S. 46; Fröhlich, Links & Pieter, 2012, S. 17; Fröhlich et al., 2009, S. 307; Kraemer et al., 2002, S. 365-366; Kraemer et al., 2003, S. 161-162; Ratamess et al., 2009, S. 688-689; Rhea & Alderman, 2004, S. 413; Turner, 2011, S. 34).

Nach Fröhlich et al. (2009, S. 307) sowie Monteiro et al. (2009, S. 1321) ist die Studienlage zu den kurzfristig erzielbaren Effekten sowie hinsichtlich der Effektunterschiede zwischen den Periodisierungsmodellen jedoch different. Baker, Wilson und

Carlyon (1994a) verglichen die Effekte einer linearen Periodisierung mit einer wellenförmigen Periodisierung sowie mit nicht periodisiertem Krafttraining über einen Interventionszeitraum von zwölf Wochen. Hier konnten in allen Gruppen signifikante Kraftzuwächse verzeichnet werden. Signifikante Gruppenunterschiede konnten jedoch nicht beobachtet werden (Baker et al., 1994a, S. 237-238). Peterson et al. (2008) untersuchten die Effekte eines periodisierten Krafttrainings im Vergleich zu einem nicht periodisierten Krafttraining über einen Interventionszeitraum von neun Wochen. Hier konnten durch das periodisierte Krafttraining zwar höhere Kraftsteigerungen erzielt werden, die Gruppenunterschiede waren jedoch nicht signifikant (Peterson et al., 2008, S. 1688-1689). Monteiro et al. (2009) untersuchten die Effekte einer linearen Periodisierung im Vergleich zu einer wellenförmigen Periodisierung sowie zu einem nicht periodisiertem Krafttraining über einen Interventionszeitraum von zwölf Wochen. In dieser Studie konnten mit der wellenförmigen Periodisierung signifikant höhere Kraftsteigerungen im Vergleich zu den beiden anderen Krafttrainingsprogrammen erzielt werden. Zwischen linearer Periodisierung und dem nicht periodisierten Krafttraining konnten keine signifikanten Effektunterschiede festgestellt werden (Monteiro, 2009, S. 1324-1325). Miranda et al. (2011) untersuchten die Effekte einer linearen Periodisierung im Vergleich zu einer wellenförmigen Periodisierung über den gleichen Interventionszeitraum. In dieser Studie konnten zwar durch die wellenförmige Periodisierung tendenziell höhere Kraftsteigerungen erzielt werden, die Gruppenunterschiede waren jedoch nicht signifikant (Miranda et al., 2011, S. 1827-1828). Prestes, DeLima, Frollini, Donatto und Conte (2009) verglichen die Effekte einer linearen mit einer revers linearen Periodisierung über einen Interventionszeitraum von zwölf Wochen. Hier zeigten sich größere Kraftsteigerungen durch die lineare Periodisierung; diese Unterschiede waren aber nicht bei allen Übungen durchgehend signifikant (Prestes et al., 2009, S. 270-271).

Über einen metaanalytischen Ansatz untersuchten Fröhlich et al. (2009) die Effekte einer Blockperiodisierung im Vergleich zu einer wellenförmigen Periodisierung. In die Analyse gingen aus 35 Studien insgesamt 130 Effektstärken ein (Fröhlich et al., 2009, S. 310). Die Tab. 4 stellt die Ergebnisse dieser Metaanalyse in der Übersicht vor.

Tab. 4: Metaanalyse zu den Effekten zweier Periodisierungsmodelle: Deskription und Inferenzstatistik der Effektstärken (modifiziert nach Fröhlich et al., 2009, S. 310)

Moderatorvariable	Kategorisierung	Periodisierungsmodell		Haupteffekt	Haupteffekt	Interaktionseffekt
		blockförmig	wellenförmig	Periodisierung	Moderatorvariable	Period. x Mod.var.
Alter	≤ 21 Jahre (N=61)	0,85 ± 0,52	0,97 ± 0,77	$F_{(1, 120)}=0,01$	$F_{(1, 120)}=0,29$	$F_{(1, 120)}=0,73$
	> 21 Jahre (N=63)	1,03 ± 0,67	0,93 ± 0,75	$p=0,92$ $\eta^2=0,000$	$p=0,59$ $\eta^2=0,002$	$p=0,39$ $\eta^2=0,006$
Geschlecht	Männlich (N=90)	0,86 ± 0,52	0,90 ± 0,50	$F_{(1, 105)}=0,76$	$F_{(1, 105)}=7,76$	$F_{(1, 105)}=0,53$
	Weiblich (N=19)	1,34 ± 0,76	1,71 ± 1,97	$p=0,39$ $\eta^2=0,007$	$p<0,01$ $\eta^2=0,069$	$p=0,47$ $\eta^2=0,005$
Trainingszustand	Trainiert (N=81)	0,90 ± 0,61	0,73 ± 0,50	$F_{(1, 109)}=0,47$	$F_{(1, 109)}=8,48$	$F_{(1, 109)}=2,97$
	Untrainiert (N=32)	1,09 ± 0,57	1,49 ± 1,10	$p=0,50$ $\eta^2=0,004$	$p<0,01$ $\eta^2=0,072$	$p=0,09$ $\eta^2=0,026$
Testübung	untere Extr. (N=74)	1,01 ± 0,63	0,97 ± 0,75	$F_{(1, 125)}=0,00$	$F_{(1, 125)}=1,12$	$F_{(1, 125)}=0,12$
	obere Extr. (N=55)	0,83 ± 0,53	0,88 ± 0,77	$p=0,99$ $\eta^2=0,000$	$p=0,29$ $\eta^2=0,009$	$p=0,73$ $\eta^2=0,001$
Studiendauer	≤ 12 Wochen (N=98)	0,93 ± 0,61	0,83 ± 0,66	$F_{(1, 125)}=0,52$	$F_{(1, 125)}=1,82$	$F_{(1, 125)}=1,95$
	> 12 Wochen (N=31)	0,93 ± 0,55	1,24 ± 0,96	$p=0,47$ $\eta^2=0,014$	$p=0,18$ $\eta^2=0,014$	$p=0,17$ $\eta^2=0,015$

In Anlehnung an die trainingswissenschaftlichen Bewertungen der Effektstärken nach dem Ansatz von Rhea (2004, S. 919) erzielten beide Periodisierungsmodelle insgesamt betrachtet moderate Effekte. Folgende Ergebnisse können festgehalten werden (Fröhlich et al., 2009, S. 310-311):

- Bei der Moderatorvariable Alter konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Periodisierungsmodellen festgestellt werden.
- Unabhängig vom Periodisierungsmodell konnten Frauen stärkere Effekte erzielen als Männer. Fröhlich et al. (2009, S. 311) sehen dies im geringeren Ausgangsniveau sowie in der Selektivität der Stichprobe begründet. Ein geschlechtsspezifischer Unterschied zwischen den Periodisierungsmodellen zeigte sich jedoch nicht.
- Untrainierte erzielten signifikant höhere Trainingseffekte wie krafttrainingserfahrene Sportler. Bei trainierten Kraftsportlern zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Periodisierungsmodellen. Untrainierte konnten deutlich mehr von einer wellenförmigen Periodisierung profitieren.

- Hinsichtlich der Testübungen zeigte sich kein Unterschied zwischen den Periodisierungsmodellen. Allerdings konnten mit Krafttrainingsübungen für die unteren Extremitäten höhere Trainingseffekte erzielt werden als mit Übungen für die oberen Extremitäten.
- Auch hinsichtlich Interventionsdauer zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Periodisierungsmodellen.

Auf der Basis der Ergebnisse der Metaanalyse konstatieren Fröhlich et al. (2009, S. 311), dass letztendlich beide Periodisierungsmodelle zu gleichwertigen Effekten führen und insofern trainingsrelevante Ansätze für ein effektives Krafttraining darstellen.

2.4 Zusammenfassende Darstellung zu Krafttrainingseffekten

Die bisherigen Darstellungen hinsichtlich des Forschungsstandes zur Gestaltung der Belastungsparameter zeigt die Komplexität des Themas. Nach Toigo (2006a, S. 101; 2006b, S. 121) ist der Zusammenhang zwischen den Belastungsnormativa und der Trainingsadaptation für das Krafttraining nicht hinreichend geklärt. Im Sinne des Evidence-Based-Trainings führten Fröhlich et al. (2012) eine Metaanalyse durch, um zu eruieren, welche Trainingseffekte mit welcher Trainingsmethode in Abhängigkeit vom aktuellen Ausgangsniveau und in unterschiedlichen Trainingszeiträumen zu erzielen sind (Fröhlich et al., 2012, S. 14). Die Ergebnisse dieser Metaanalyse werden im Folgenden vorgestellt, um eine zusammenfassende Darstellung im Hinblick auf die Effekte des Krafttrainings bzw. hinsichtlich der Gestaltung der Belastungsnormativa zu geben.

Insgesamt wurden 45 Primärstudien in die Metaanalyse eingebunden, anhand derer 203 Effektstärken berechnet werden konnten (Fröhlich et al., 2012, S. 15). Über die Belastungsintensitäten und Wiederholungszahlen ordneten Fröhlich et al. (2012, S. 15) die Trainingsinterventionen den Bereichen Maximalkrafttraining (> 85 % 1-RM bzw. < 6 Wdh.), Hypertrophietraining (60-85 % 1-RM bzw. 6-12 Wdh.) und Kraftausdauertraining (30-60 % 1-RM bzw. > 12 Wdh.) zu. Die Effektivität des Krafttrainings wurde über die dynamische (1-RM) oder isometrische Maximalkraft (MVC) operatio-

nalisiert (Fröhlich et al., 2012, S. 15). Folgende Resultate können festgehalten werden (Fröhlich et al., 2012, S. 16-17):

- Die Interventionsdauer sowie die Gesamttrainingshäufigkeit haben einen signifikanten Einfluss auf die Veränderung der Maximalkraft (vgl. Tab. 5). Krafttrainingsprogramme mit einer Interventionszeit über zwölf Wochen und damit verbunden mit einer umfangreicheren Gesamttrainingshäufigkeit (mehr als 36 Trainingseinheiten) erzielen höhere Effekte als Krafttrainingsprogramme mit kürzerer Interventionsdauer und weniger Gesamttrainingseinheiten. Diese Effekte zeigen sich speziell bei untrainierten Probanden.

Tab. 5: Metaanalyse zu den Effekten des Krafttrainings: Effektstärken in Abhängigkeit von der Studiendauer sowie der Gesamttrainingshäufigkeit (modifiziert nach Fröhlich et al., 2012, S. 16)

Merkmal	Effektmaß	Faktorstufen	Effektstärken	Signifikanz
Studiendauer	$d_{(kon)}$	< 12 Wochen	0,91 ± 0,73	p < 0,001
		= 12 Wochen	1,38 ± 0,98	
		> 12 Wochen	1,90 ± 1,40	
Gesamttrainingshäufigkeit	$d_{(kon)}$	< 25 TE	0,96 ± 0,71	p < 0,001
		25-36 TE	1,32 ± 0,96	
		> 36 TE	2,15 ± 1,48	

TE = Trainingseinheiten

$d_{(kon)}$ = kontrollierte Effektstärke

- Ausgewählte Personenmerkmale haben einen Einfluss auf die Maximalkraftentwicklung (vgl. Tab. 6). Zwischen trainierten und untrainierten Probanden sowie zwischen Probanden mit einem Alter über 25 Jahren und Probanden unter 25 Jahren (Alterskategorisierung erfolgte über den Median) bestehen signifikante Effektunterschiede. Bei Krafttrainingsprogrammen mit untrainierten Probanden werden signifikant höhere Effektstärken erzielt. Keine signifikanten Effektunterschiede zeigen sich zwischen den Geschlechtern. Betrachtet man jedoch isoliert die untrainierten Probanden, so können bei Männern (N = 68) Effektstärken von 1,50 (± 0,81) und bei Frauen (N = 49) von 1,19 (± 0,69) festgestellt werden. Dieser Effektunterschied ist signifikant. Fröhlich et al. (2012, S. 17) führen die alters- und geschlechtsspezifischen Effektunterschiede auf Selektionseffekte zurück.

Tab. 6: Metaanalyse zu den Effekten des Krafttrainings: Effektstärken in Abhängigkeit von Personen- und Treatmentmerkmalen (modifiziert nach Fröhlich et al., 2012, S. 16)

Merkmal	Effektmaß	Faktorstufen	Effektstärken	Signifikanz
Probanden- trainingsstatus	$d_{(rel)}$	trainiert untrainiert	$0,67 \pm 0,75$ $1,11 \pm 0,79$	$p < 0,05$
Probanden- alter	$d_{(rel)}$	$\leq 25,0$ $> 25,0$	$1,26 \pm 0,87$ $0,86 \pm 0,63$	$p < 0,001$
Probanden- geschlecht	$d_{(rel)}$	männlich weiblich	$1,30 \pm 0,84$ $1,16 \pm 0,67$	n. s.
TE pro Woche	$d_{(rel)}$	1-2 TE 3-4 TE	$0,82 \pm 0,58$ $1,19 \pm 0,84$	$p < 0,001$
Trainings- periodisierung	$d_{(rel)}$	Periodisierung k. Periodisierung	$1,13 \pm 0,83$ $1,02 \pm 0,74$	n. s.
Serienzahl	$d_{(rel)}$	< 3 Serien $= 3$ Serien > 3 Serien	$0,79 \pm 0,69$ $1,14 \pm 0,70$ $1,20 \pm 0,99$	$p < 0,01$
Pausen- intervalle	$d_{(rel)}$	< 1 min 1-2 min 2-3 min > 3 min	$0,50 \pm 0,23$ $1,40 \pm 0,93$ $0,91 \pm 0,64$ $1,05 \pm 1,03$	$p < 0,01$

TE = Trainingseinheiten

$d_{(rel)}$ = relativierte Effektstärke ($d_{(rel)} = d_{(kon)} / \text{Studiendauer in Wochen} * 10$)

n. s. = nicht signifikant

- Die Treatmenteigenschaften Trainingseinheiten pro Woche, Serienzahl und Pausenintervalle beeinflussen die Veränderung der Maximalkraft. Drei bis vier Trainingseinheiten lösen größere Effekte aus als lediglich ein bis zwei Trainingseinheiten pro Woche. Fröhlich et al. (2012, S. 17) konstatieren, dass zwei Trainingseinheiten pro Woche im Präventions- und Gesundheitssport bzw. drei bis vier Trainingseinheiten pro Woche im ambitionierten Breiten- und Leistungssport angemessen erscheinen. Das Trainingsvolumen ist ein weiterer Einflussfaktor. Krafttrainingsprogramme mit mehr als drei Serien lösen größere Effekte aus als Krafttrainingsprogramme mit drei oder weniger Serien. Nach Fröhlich et al. (2012, S. 17) können Untrainierte sowohl mit einem geringvolumigen Einsatz-Training als auch mit einem hochvolumigen Mehrsatz-Training deutliche Maximalkraftsteigerungen erzielen. Mit zunehmendem Trainingsalter und Leistungsstand wird der Effektunterschied zwischen gering- und hochvolumigen Krafttrainingsmethoden größer.
- Keine signifikanten Effektunterschiede zeigen sich beim globalen Vergleich zwischen periodisierten und nicht periodisierten Krafttrainingsprogrammen. Betrachtet man isoliert untrainierte Probanden, so zeigen sich bei periodisierten Kraft-

trainingsprogrammen Effektenstärken von 1,37 ($\pm 0,79$) und bei nicht periodisierten Programmen von 1,00 ($\pm 0,76$) und somit ein signifikanter Effektunterschied. Unter Berücksichtigung der aktuellen Forschungslage konstatieren Fröhlich et al. (2012, S. 17), dass sich die Effekte einer Periodisierung im Krafttraining eher bei langfristig geplanten Trainingsprogrammen zeigen. Insbesondere bei fortgeschrittenen und leistungsambitionierten Kraftsportlern können Periodisierungsmodelle in langfristig geplanten Trainingsprogrammen als zusätzlicher Trainingsstimulus dienen, wobei sich zwischen den Periodisierungsmodellen keine Effektunterschiede zeigen (Fröhlich et al., 2009, S. 310).

Fasst man die wesentlichen Erkenntnisse der Metaanalyse von Fröhlich et al. (2012) sowie die Befunde zur Belastungsgestaltung von Peterson et al. (2004), Rhea et al. (2003) und Wolfe et al. (2004) zusammen, so können die folgenden Handlungsempfehlungen für ein fitness- und gesundheitsorientiertes Krafttraining mit Breiten- und Freizeitsportlern, auch unter Berücksichtigung ökonomischer Aspekte, ausgesprochen werden:

- Trainingshäufigkeit: 2-3 Krafttrainingseinheiten pro Woche
- Trainingsumfang: 2-3 Serien pro Übung
- Trainingsintensität: 60-80 % 1-RM (in Abhängigkeit von der Wiederholungszahl)
- Pausenintervalle: 1-2 Minuten

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass es nicht an Handlungsempfehlungen zur Gestaltung eines Krafttrainings mangelt. Empirisch unerforscht ist jedoch die Frage, inwieweit diese Handlungsempfehlungen zur Belastungsgestaltung im fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining bei kommerziellen Fitness-Anbietern auch tatsächlich umgesetzt werden.

3 Problematik der Intensitätssteuerung im fitnessorientierten Krafttraining

Nach Fröhlich (2003, S. 62) stellt die anzusteuende Beanspruchung die zentrale Orientierungsgröße für die Steuerung und Regelung des Trainings dar. Für die Praxis des Krafttrainings stellt sich somit die zentrale Frage, wie die anvisierten Beanspruchungen durch die Festlegung der Belastungsparameter auch tatsächlich erreicht werden können (Willimczik et al., 1991, S. 18).

Die Belastungsintensität stellt nach Olivier et al. (2008, S. 120) eine der wichtigsten Variablen zur Gestaltung des Krafttrainings dar. Eine zentrale Frage in der Praxis des Krafttrainings ist somit die Bestimmung einer zielgruppenadäquaten Trainingsintensität. Wie bereits in Kapitel 1.1 angesprochen wurde, wird zur Ermittlung der geeigneten Belastungsintensität im Krafttraining zwischen einem deduktiven und einem induktiven Ansatz differenziert (Willimczik et al., 1991, S. 18). Beide Ansätze zur Intensitätssteuerung werden im Folgenden näher betrachtet.

3.1 Deduktiver Ansatz der Intensitätssteuerung

Im Folgenden wird die Theorie der deduktiven Intensitätssteuerung erläutert sowie ausgewählte Trainingsmethoden vorgestellt, deren Intensitätssteuerung auf diesem Ansatz basieren. Es folgt eine kritische Diskussion zu diesem Ansatz hinsichtlich seiner Praktikabilität im fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining. Zudem erfolgt eine Betrachtung und kritische Hinterfragung der Individuellen-Leistungsbild-Methode (ILB-Methode), deren Konzept unter anderem Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist (vgl. Kapitel 5).

3.1.1 Theorie der deduktiven Intensitätssteuerung und ausgewählte Trainingsmethoden

Die deduktive Intensitätssteuerung erfolgt im Krafttraining in der Regel über die Ermittlung der maximalen Leistungsfähigkeit (Maximalkraft). Der maximale Kraftwert (1-RM; engl. „One Repetition Maximum“) wird als Referenzwert zu Grunde gelegt und mit 100 % festgesetzt. Auf der Basis dieses Maximalkraftwertes werden die Belas-

tungsintensitäten je nach Krafttrainingsbereich (Maximalkraft-, Hypertrophie-, Kraftausdauertraining) festgesetzt und die sich daraus ergebenden Trainingslasten berechnet. In der Praxis des Krafttrainings ist der deduktive Ansatz der Intensitätssteuerung weit verbreitet (z. B. Bührle, 1985, S. 96-108; Bompa & Carrera, 2005, S. 66; Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 228-233; Hoffman & Ratamess, 2008, S. 71-72; Schmidtbleicher, 1994, S. 379-380; Zatsiorsky & Kraemer, 2006, S. 80).

Im Folgenden werden ausgewählte Vertreter von Krafttrainingsmethoden nach dem deduktiven Ansatz der Intensitätssteuerung auf der Basis des 1-RM vorgestellt. Aufbauend auf den Befunden von Zatsiorsky und Kulik (1965, S. 35-41) veröffentlichten Bührle (1985, S. 96-108) und Schmidtbleicher (1985, S. 25-30) verschiedene Trainingsmethoden mit unterschiedlichen Zielsetzungen. Diese Krafttrainingsmethoden sind bis heute in der einschlägigen trainingswissenschaftlichen Literatur zu finden.

Die Tab. 7 stellt verschiedene Methoden zum gezielten Muskelaufbautraining dar. Bührle (1985, S. 96) veröffentlichte diese methodischen Ansätze als Methoden der wiederholten submaximalen Krafteinsätze bis zur Erschöpfung zur Verbesserung des Muskelquerschnittes. Ziel dieser Trainingsmethoden ist die energetische Ausbelastung der Zielmuskulatur.

Tab. 7: Methoden der wiederholten submaximalen Krafteinsätze bis zur Erschöpfung zur Verbesserung des Muskelquerschnittes (modifiziert nach Bührle, 1985, S. 96)

Methode	Belastungsintensität (in % 1-RM)	Belastungsumfang (Wdh./Sätze)	Belastungsdichte (Pausendauer)
Standardmethode I	80 %	8-10 Wdh./ 3 Sätze	3-5 Min.
Standardmethode II	70-80-85-90 %	10-10-7-5 Wdh./ je 1 Satz	3-5 Min.
Bodybuildingmethode I	60-70 %	15-20 Wdh./ 3-5 Sätze	2-3 Min.
Bodybuildingmethode II	85-95 %	5-8 Wdh./ 3-5 Sätze	3-5 Min.
isokinetische Methode	50-60 %	15 Wdh./ 3 Sätze	3 Min.
isometrische Methode	100 %	10-12 Sek. TUT/ 3-5 Sätze	3 Min.

Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 229) vereinfachten diese Methodenübersicht und veröffentlichten einen zusammenfassenden methodischen Ansatz, den sie als Methode zur Entwicklung der Muskelhypertrophie bzw. als Methode der submaximalen Kontraktionen bis zur Erschöpfung bezeichneten (vgl. Tab. 8). Auch bei diesem Ansatz besteht das Ziel in der energetischen Ausbelastung der Zielmuskulatur.

Tab. 8: Belastungsgrößen der Trainingsmethode zur Entwicklung der Muskelhypertrophie im Überblick (modifiziert nach Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 229)

Methode der submaximalen Kontraktionen bis zur Erschöpfung	
Reizintensität (in % 1-RM)	60-85 %
Wiederholungen pro Serie	6-20
Serien pro Trainingseinheit (pro Muskelgruppe)	5-6
Serienpause	2-3 Min.
Kontraktionsgeschwindigkeit	langsam bis zügig

Des Weiteren veröffentlichte Bührle (1985, S. 98) die Methoden der kurzzeitigen Krafteinsätze zur Verbesserung der Maximalkraft (vgl. Tab. 9). Das Ziel besteht bei diesen Methoden darin, durch die Kombination aus geringer Belastungsdauer und Intensitäten, die in etwa der maximalen Leistungsfähigkeit entsprechen, die neuromuskuläre Ansteuerung (intramuskuläre Koordination) zu verbessern. Diese Trainingsmethoden werden daher oftmals auch als IK-Training bezeichnet (IK = intramuskuläre Koordination).

Tab. 9: Methoden der kurzzeitigen maximalen Krafteinsätze zur Verbesserung der Maximalkraft (modifiziert nach Bührle, 1985, S. 98)

Methode	Belastungsintensität (in % 1-RM)	Belastungsumfang (Wdh./Sätze)	Belastungsdichte (Pausendauer)
maximale Kontraktionen	100 %	1 Wdh./ 5 Sätze	3-5 Min.
submaximale Kontraktionen	90-95-97-100 %	4-3-1(2)-1 Wdh./ jeweils 2 Sätze	3 Min.
maximale exzentrische Kontraktionen	140-150 %	3 Wdh./ 5 Sätze	3 Min.
maximale isometrische Kontraktionen	100 %	2-3 Sek. TUT/ 5 Sätze	3 Min.

Auch diese Maximalkrafttrainingsmethoden wurden von Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 230) zusammengefasst und als Methode zur Steigerung der willkürlichen neuromuskulären Aktivierungsfähigkeit veröffentlicht (vgl. Tab. 10). Auch hier besteht das Ziel in einer Optimierung der neuromuskulären Ansteuerung (IK-Training).

Tab. 10: Belastungsgrößen der Trainingsmethode zur Steigerung der willkürlichen neuromuskulären Aktivierungsfähigkeit (modifiziert nach Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 230)

Methode der maximal willkürlichen Kontraktionen	
Reizintensität (in % 1-RM)	90-100 %
Wiederholungen pro Serie	1-3
Serien pro Trainingseinheit (pro Muskelgruppe)	3-6
Serienpause	> 6 Min.
Kontraktionsgeschwindigkeit	explosiv

Zur Verbesserung der Kraftausdauer veröffentlichten Martin et al. (1993, S. 132) entsprechende Trainingsmethoden (vgl. Tab. 11). Das Ziel dieser Methoden besteht darin, die Zielmuskulatur einer möglichst hohen laktaziden Belastung durch Krafttraining auszusetzen. Dementsprechend werden hohe Satz- und Wiederholungszahlen mit geringen Intensitäten und kurzen Satzpausen kombiniert.

Tab. 11: Methoden zur Entwicklung der Kraftausdauer (modifiziert nach Martin et al., 1993, S. 132)

Methode	Belastungsintensität (in % 1-RM)	Belastungsumfang (Wdh./Serien)	Belastungsdichte (Pausenlänge)
Kraftausdauer-methode 1	40-70 %	15-20 Wdh./ 3-5 Serien	< 120 Sek.
Kraftausdauer-methode 2	30-40 %	30 Wdh./ 4-6 Serien	< 60 Sek.

Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 232) geben die in der Tab. 12 dargestellten Empfehlungen zur Reizkonfiguration in einem Kraftausdauertraining an.

Tab. 12: Belastungsgrößen der Trainingsmethode zur Entwicklung der Kraftausdauer (modifiziert nach Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 232)

Kraftausdauerermethode	
Reizintensität (in % 1-RM)	50-60 %
Wiederholungen pro Serie	20-40
Serien pro Trainingseinheit (pro Muskelgruppe)	6-8
Serienpausen	30-60 Sek.
Kontraktionsgeschwindigkeit	langsam bis zügig

3.1.2 Diskussion zum deduktiven Ansatz der Intensitätssteuerung

Der Zusammenhang zwischen Maximalkraft und Wiederholungszahlen bei submaximalen Intensitäten wurde bereits von Zatsiorsky und Kulik (1965, S. 35-41) untersucht. In dieser Untersuchung wurde eine Beziehung zwischen Wiederholungszahl und relativem Hantelgewicht bei Leistungssportlern bei der Übung „Bankdrücken“ festgestellt (Zatsiorsky, 1996, S. 109). Auf der Basis der gewonnenen Erkenntnisse folgten in den darauffolgenden Jahren weitere Untersuchungen, die sich mit der Problematik der deduktiven Intensitätsermittlung beschäftigten (z. B. Zatsiorsky, Kulik & Smirnov, 1970, S. 149-152). Die Abb. 6 zeigt die Abhängigkeit der maximalen Wiederholungszahl bis zum Abbruch (RM) vom gehobenen Gewicht beim Bankdrücken bei Ringer und Gewichthebern (Zatsiorsky & Kraemer, 2006, S. 71).

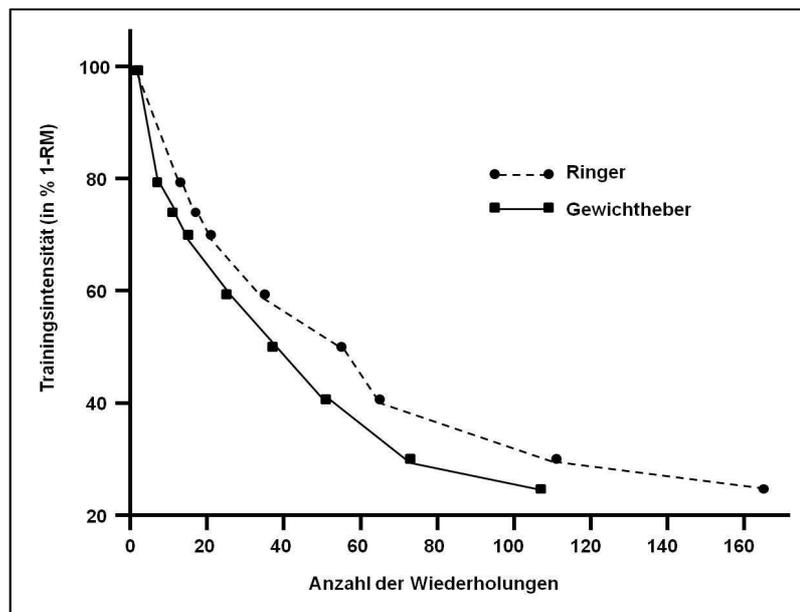


Abb. 6: Abhängigkeit der maximalen Wiederholungszahl bis zum Abbruch vom gehobenen Gewicht beim Bankdrücken (modifiziert nach Zatsiorsky, 1996, S. 109; Zatsiorsky & Kraemer, 2006, S. 71)

Basierend auf dem Zusammenhang zwischen Maximalkraft und zu realisierenden Wiederholungszahlen bei submaximalen Intensitäten wurden in darauffolgenden Publikationen Trainingsempfehlungen ausgesprochen, mit welcher Intensität und Wiederholungszahl die spezifischen Krafttrainingsziele zu realisieren sind (stellvertretend sei hier auf Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 228-232 verwiesen). Die von Zatsiorsky und Kulik (1965, S. 35-41) festgestellten Zusammenhänge wurden dabei immer stärker generalisiert, ohne auf eventuelle Einschränkungen bezüglich Gesundheitszustand und Leistungszustand verschiedener Sportler oder der unterschiedlichen Voraussetzungen verschiedener Krafttrainingsübungen zu achten.

Die Beziehung zwischen maximaler Kraft und Wiederholungszahl bei submaximalen Intensitäten ist aber durch sehr viele Einflussfaktoren bzw. Störgrößen manipulierbar. Zatsiorsky (1996, S. 108) macht darauf aufmerksam, dass mit gewissen Variationen in der Anzahl der Wiederholungen zu rechnen ist. Weitere empirische Befunde (Fröhlich et al., 2002a, S. 81; Marschall & Fröhlich, 1999, S. 313), welche die Beziehung zwischen Intensität und Wiederholungszahl analysierten, konnten belegen, dass die in der Literatur oft benutzten Zusammenhänge zwischen Maximalkraft und submaximaler Wiederholungszahl keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit haben und somit nicht generalisiert werden können. Es wird davon ausgegangen, dass das Verhältnis von Maximalkraft und Wiederholungszahl beim Training mit submaximalen Intensitäten muskelgruppenspezifisch betrachtet werden muss, da die Anzahl der an einer Kraftübung beteiligten arthromuskulären Systeme die Wiederholungszahl beeinflusst (Fröhlich et al., 2002a, S. 80). So können z. B. die unteren Extremitäten im Vergleich zu den oberen bei identischen submaximalen Lastenangaben (in % 1-RM) wesentlich mehr Wiederholungen absolvieren (Marschall & Fröhlich, 1999, S. 313). Nach Fröhlich et al. (2002a, S. 80) beeinflussen zudem der Trainingszustand, das Geschlecht, die Spezifität des Trainings, die Krafttrainingserfahrung, die Krafttrainingsübung, die Übungsvariation, das Maximalkraftniveau, die Motivation sowie die Anzahl der Serien die Relation zwischen deduzierter Intensität und maximaler Wiederholungszahl. Die geschlechtsspezifischen Unterschiede werden von Lemmer, Martel, Hurlbut und Hurley (2007, S. 733-735) sowie von Thomas et al. (2007, S. 338-339) bestätigt.

Ein weiterer kritischer Punkt, der bei einer Berechnung submaximaler Intensitäten über den Referenzwert Maximalkraft bzw. 1-RM berücksichtigt werden muss, ist die Tatsache, dass bei dieser Form der Intensitätsbestimmung das individuelle Muskel-

faserspektrum unberücksichtigt bleibt. In der grundlegenden Untersuchung von Zatsiorsky wurden nur die Populationen leistungstrainierende Gewichtheber und Ringer getestet, also zwei von der genetischen Veranlagung homogene Leistungsgruppen (Zatsiorsky & Kraemer, 2006, S. 71). In der Praxis des Krafttrainings, speziell im kommerziellen Fitness- und Freizeitsport, aber auch im Präventions- und Rehabilitationssport, sind die Zielpopulationen hinsichtlich der genetischen Voraussetzungen heterogen. Das individuelle Muskelfaserspektrum beeinflusst das Verhältnis zwischen Maximalkraft und daraus ableitbaren submaximalen Intensitäten (Denner, 1998, S. 22-23; Johnson, Polgar, Weightman & Appleton, 1973, S. 111). Auch dies kann zur Realisierung unterschiedlicher Wiederholungszahlen mit einem bestimmten Prozentsatz des Maximalgewichtes führen.

Die in diesem Kapitel dargestellten Krafttrainingsmethoden wurden ursprünglich für ein leistungsorientiertes Krafttraining konzipiert. Dementsprechend ist eine unreflektierte Übertragbarkeit in den Bereich des Freizeit- und Gesundheitssports problematisch. Ungeachtet der Diskussion zur Übertragbarkeit der Ergebnisse aus einem 1-RM-Test, sind die Belastungsgefüge aufgrund der hohen Trainingsumfänge, der provozierten muskulären Ausbelastung oder der maximalen Lasten für den Freizeit- und Gesundheitssportler in der Regel nicht umsetzbar. Hinzu kommt die im Fitness- und Gesundheitssport problematische obligate Maximalkrafttestung zur Bestimmung der entscheidenden Referenzgröße (Fröhlich et al., 2002b, S. 746; Kemmler et al., 2005, S. 166).

Während diese Trainingsmethoden für den Leistungssportler oder den leistungsorientierten Freizeitsportler nach wie vor durchaus Anwendung finden können, wurde die Problematik dieser Methoden für den Bereich des Freizeit-, Gesundheits- und Rehabilitationssports erkannt und nach Lösungen gesucht. Speziell die Durchführung des 1-RM-Tests wurde von einigen Autoren als kritisch angesehen (z. B. Boeckh-Behrens & Buskies, 2002, S. 66; Steininger & Buchbauer, 1994, S. 11). In diesem Kontext wurde versucht, den in diesem Kapitel beschriebenen deduktiven Ansatz der Intensitätssteuerung mit induktiven Elementen zu kombinieren. Eine Schnittstelle zwischen deduktiver und induktiver Intensitätssteuerung stellt der methodische Ansatz von Grosser, Starischka und Zimmermann (2008, S. 65) für Trainingsbeginner dar (vgl. Tab. 13).

Tab. 13: Methode der leichten Kräfteinsätze mit mittlerer Wiederholungszahl – Anfängermethode (modifiziert nach Grosser et al., 2008, S. 65)

Methode der leichten Kräfteinsätze mit mittlerer Wiederholungszahl	
Arbeitsweise	primär konzentrisch
Intensität	mittel
Last	45-60 % 1-RM
Bewegungsgeschwindigkeit	zügig
Dauer einer Übung	50 % des Wiederholungsmaximums; ca. 8-15 Wdh.
Serienpause	1-3 Min.; ohne volle Erholung
Umfang	hoch; 6-8 Sätze zu je 3-4 Übungen

Die Ermittlung der Trainingslasten erfolgt bei diesem Ansatz über die vom 1-RM berechnete Intensität (45-60 % 1-RM), kombiniert mit der Vorgabe eines Wiederholungsbereichs von ca. 8-15 Wiederholungen. Mit der Aussage, „50 % des Wiederholungsmaximums“ auszuführen, sprechen Grosser et al. (2008, S. 65) jedoch eine Handlungsempfehlung mit einem subjektiven Beanspruchungsaspekt aus. Ähnliche Empfehlungen gibt Zimmermann (2002, S. 193). Auch in diesem Ansatz mischen sich deduktive und induktive Komponenten (vgl. Tab. 14). Mit der Empfehlung, lediglich 3/4 bis 4/5 des individuellen Wiederholungsmaximums innerhalb einer Wiederholungsspanne von 15-25 anzusteuern, wird hier explizit ein subjektiver Beanspruchungsaspekt ausgesprochen (Hauptert, 2007, S. 49). Nach Zimmermann (2002, S. 199) soll durch diese Vorgehensweise die kardiale und metabolische Belastung aus gesundheitlicher Sicht günstiger gestaltet sein.

Tab. 14: Belastungsstruktur eines primärpräventiven Krafttrainings (modifiziert nach Zimmermann, 2002, S. 193)

primärpräventives Krafttraining	
Belastungs- und Organisationsmethode	Kreistraining
Widerstandsintensität	40-60 % der individuellen dynamischen Maximalkraft
Wiederholungszahl je Körperübung	15-25 (3/4 bis 4/5 des individuellen Wiederholungsmaximums)
Übungsdauer je Körperübung	30-60 Sekunden
Bewegungsausführung und -tempo	gleichmäßig und mittelschnell
Pause zwischen den Körperübungen	30 Sekunden und weniger
Anzahl der Kreisdurchgänge	2-3

Kritik an diesen Ansätzen zur Belastungssteuerung mit einer Vermischung aus deduktiven und induktiven Elementen übt Hauptert (2007, S. 49), der die nach wie vor auf der Basis des 1-RM stattfindende Intensitätsermittlung als unzweckmäßig für die Population der Fitness- und Gesundheitssportler bezeichnet. Hinzu kommt, dass hinsichtlich der Ansätze zur Belastungsgestaltung nach Grosser et al. (2008) sowie Zimmermann (2002) jegliche Evidenz fehlt.

Unter Berücksichtigung der empirischen Befunde kann zusammenfassend konstatiert werden, dass der deduktive Ansatz zur Intensitätssteuerung auf der Basis des 1-RM, speziell im fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining mit einigen Umsetzungsproblemen behaftet ist. Kemmler et al. (2005, S. 169) sehen diese Probleme auch, plädieren aber dafür, den deduktiven Ansatz der Intensitätsbestimmung aufgrund der höheren Wahrscheinlichkeit von Kraftsteigerungen durch Lastvorgaben auch für den Einsatz in einem breiten- und gesundheitssportlichen Krafttraining als trainingsmethodischen Ansatz zumindest in Betracht zu ziehen.

3.1.3 Krafttraining nach dem deduktiven Ansatz der Individuellen-Leistungsbild-Methode (ILB-Methode)

In seltenen Fällen wird die Trainingsintensität nicht auf der Basis des 1-RM, sondern auf der Grundlage eines X-RM-Tests (Mehrwiederholungskrafttest) berechnet. In Anbetracht der kritischen empirischen Befunde zum Zusammenhang zwischen 1-RM und maximal möglichen Wiederholungszahlen im submaximalen Bereich (Fröhlich et al., 2002a, S. 81; Marschall & Fröhlich, 1999, S. 313) wäre eine Intensitätssteuerung über das X-RM bzw. über die maximale Last für diejenige Wiederholungszahl, mit der im folgenden Zyklus auch trainiert werden soll, als wesentlich praktikabler zu erachten. Dennoch sind in der gängigen sportwissenschaftlichen Fachliteratur weitaus weniger Trainingsmethoden zu finden, deren deduktiver Ansatz zur Intensitätsbestimmung auf einem X-RM-Test und nicht auf einem 1-RM-Test beruht. Krafttrainingsmethoden auf der Basis eines X-RM-Tests gehen in der Regel auf den nach dem zweiten Weltkrieg von DeLorme (1945, S. 648-649) bzw. DeLorme und Watkins (1948, S. 264-265) entwickelten Ansatz für das rehabilitative Krafttraining zurück.

Nach diesem Ansatz waren nach der deduktiven Ermittlung des 10-RM drei Trainingssätze mit folgenden Intensitäten vorgesehen:

- 1. Satz mit 50 % des 10-RM
- 2. Satz mit 75 % des 10-RM
- 3. Satz mit 100 % des 10-RM

Diese Vorgehensweise als Trainingsmethode im engeren Sinne zu bezeichnen, würde allerdings zu weit gehen, da außer Wiederholungszahl und Intensität keine weiteren Belastungsparameter genannt werden. Ebenso stellt sich die Frage, wie die Empfehlungen für andere Wiederholungsbereiche aussehen sollen (hier nur 10-RM).

Diese Form der deduktiven Vorgehensweise über einen X-RM-Test spiegelt sich in der sogenannten „Individuellen-Leistungsbild-Methode“ (im Folgenden mit „ILB-Methode“ abgekürzt) wider. Die ILB-Methode ist anfänglich aus trainingspraktischen Erfahrungen konzipiert und unter Berücksichtigung der Entwicklung der Krafttrainingsforschung kontinuierlich modifiziert worden. Ihre Konzeption erfolgte speziell für den Fitness- und Gesundheitssport (Strack & Eifler, 2005, S. 153). Die ILB-Methode ist aufgrund ihres Ursprungs am stärksten in der kommerziellen Fitness-Branche verbreitet, wobei sie aber auch in anderen angrenzenden Interventionsfeldern (z. B. rehabilitatives Krafttraining) bekannt ist und angewandt wird (Strack & Eifler, 2005, S. 153).

Im Gegensatz zu den deduktiven Methoden der klassischen Krafttrainingslehre (stellvertretend sei an dieser Stelle auf Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 228-233 verwiesen) soll die ILB-Methode für alle Trainings- bzw. Leistungsstufen anwendbar sein (Strack & Eifler, 2005, S. 160). Mit steigender Leistungsfähigkeit können alle Belastungsparameter innerhalb der Makro- und Mesozyklusplanung progressiv angepasst werden.

Während in einer ersten Trainingsphase (Orientierungsphase) rein über das subjektive Belastungsempfinden trainiert wird (motorisches Lernen der neuen Bewegungsabläufe), dient nach der Orientierungsphase ein X-RM-Test (der sogenannte „Individuelle-Leistungsbild-Test“, im Folgenden mit „ILB-Test“ abgekürzt) als Referenzgröße für die Berechnung der Trainingsintensitäten. Der Kerngedanke des ILB-Tests besteht darin, das maximale Gewicht für diejenige Wiederholungszahl auszutesten, mit der im folgenden Zyklus trainiert werden soll (Strack & Eifler, 2005, S. 154). Aus-

gehend von diesem Referenzwert werden die Trainingsintensitäten berechnet. Mögliche Überlastungserscheinungen und Verletzungen, vor allem bei Krafttrainingsbeginn, sollen somit vermieden werden. Es ist zu erwarten, dass bei der ILB-Methode die kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung in einem für die Zielgruppe der Fitness- und Gesundheitssportler akzeptablen Rahmen liegt. Der Belastungsabbruch vor dem Muskelversagen soll die Gefahr kardiovaskulärer sowie orthopädischer Ereignisse verringern.

Ausschlaggebend für die Steuerung der Belastungsparameter ist bei der ILB-Methode das Trainingsalter. Aus dem sogenannten ILB-Grobraster können alle Belastungsparameter abgeleitet werden (vgl. Tab. 15).

Tab. 15: Grobraster zur Trainingsplanung nach der ILB-Methode (modifiziert nach Strack & Eifler, 2005, S. 153)

Leistungsstufe	Zeitstufe (Monate)	Orga. form	Häufigkeit/ Woche	Übungen/ Muskelgruppe	Sätze/ Übung	Intensität (%X-RM*)
Orientierungsstufe	0-1,5	GK	2	1-2	1-2	gering
Beginner	1,5-6	GK	2	1-2	1-2	50-70
Geübte	6-12	GK	2-3	1-2	2	60-80
Fortgeschrittene	>12	GK/Split	3-4	1-3	2-3	70-90
Leistungs- trainierende	>36	GK/Split	3-6	1-4	2-4	80-100

GK = Ganzkörpertraining; Split = Splittraining

* Wiederholungszahl variiert je nach Trainingsziel

Dieses Grobraster ermöglicht die progressive Anpassung aller Belastungs- und Trainingsparameter mit zunehmender Leistungsstufe. Hinsichtlich der Wiederholungszahlen werden bei der ILB-Methode die folgenden Empfehlungen ausgesprochen:

- Kraftausdauertraining: 15-30 Wiederholungen
- Hypertrophietraining: 8-15 Wiederholungen
- Maximalkrafttraining: 5-8 Wiederholungen

Eine empirische Absicherung dieser Wiederholungszahlvorgaben nach der ILB-Methode liegt jedoch nicht vor. Die hier dargestellten Wiederholungszahlbereiche resultieren aus trainingspraktischen Erfahrungen. Aufgrund der speziellen Zielgruppenorientierung wird bei der ILB-Methode im Unterschied zur klassischen Krafttraini-

ningslehre für das Maximalkrafttraining (z. B. Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 230) eine höhere Wiederholungszahl angesetzt.

Ein Kernelement der ILB-Methode ist die konsequente Periodisierung des Krafttrainings. Mit jedem neuen Mesozyklus werden die Belastungsintensität sowie die Übungsauswahl an den aktuellen Leistungsstand des Sportlers angepasst. Folglich wiederholen sich auch vor jedem neuen Mesozyklus der Vorgang des ILB-Tests und die Berechnung der Trainingsgewichte. In jeder Leistungsstufe bleibt, unabhängig von dem Trainingsziel (Kraftausdauer-, Muskelaufbau-, Maximalkrafttraining), die prozentuale Belastungsintensität in jedem Trainingszyklus gleich. So werden z. B. für einen „Beginner“ sowohl für das Kraftausdauer-, als auch für das Muskelaufbau- und Maximalkrafttraining über die festgelegte Dauer des Mesozyklus 50-70 % der erreichten Ergebnisse des ILB-Tests angesetzt (vgl. Tab. 15). In jedem Mesozyklus wird die Trainingsintensität innerhalb dieser Intensitätsspanne progressiv gesteigert (je nach Umsetzbarkeit jede Woche oder alle zwei Wochen). Die Wiederholungszahl wird für jede ausgewählte Übung des Trainingsplans im Rahmen der Wiederholungszahlvorgaben konkretisiert.

Um bei trainierten Personen langfristig Leistungssteigerungen zu erzielen, sollte nach den vorgegebenen Zeiten des Grobrasters ein Wechsel in die nächsthöhere Leistungsstufe erfolgen. Somit ist vor allem für die zentralen Belastungsnormativa eine für die Leistungssteigerung erforderliche Progression gewährleistet (Fleck & Kraemer, 2004, S. 7-8). Für ein Erhaltungstraining können die Belastungsnormativa der aktuellen Leistungsstufe beibehalten werden.

Im Jahr 2000 wurde die ILB-Methode hinsichtlich ihrer Effektivität erstmalig untersucht (Strack & Eifler, 2005, S. 157). Die gesamte Untersuchung setzte sich aus zwei Gruppen zu jeweils acht Sportstudentinnen und Sportstudenten zusammen. Bei der ersten Gruppe handelte es sich in Anlehnung an das ILB-Grobraster um „Beginner“, bei der zweiten Gruppe um „Fortgeschrittene“ (vgl. Tab. 15).

Für die Untersuchung wurden die Übungen „Bankdrücken an der Multipresse“ und „Beinpresse horizontal liegend“ ausgewählt. Um koordinative Lern- und Gewöhnungseffekte weitgehend auszuschließen, absolvierten alle Probanden vor der eigentlichen Intervention eine zweiwöchige Gewöhnungsphase. Nach der Gewöhnungsphase wurde mit jedem der Probanden für beide Übungen ein ILB-Test mit zwölf Wiederholungen durchgeführt (12-RM). Sowohl in der Gewöhnungsphase als auch beim ILB-Test wurde zusätzlich mittels Borg-Skala das aktuelle subjektive Be-

lastungsempfinden dokumentiert. Anschließend folgte eine sechswöchige standardisierte Trainingsphase (vgl. Tab. 16). Die 12-RM-Testung wurde nach den sechs Trainingswochen wiederholt.

Tab. 16: Untersuchungsdesign der Erstuntersuchung zur ILB-Methode (Strack & Eifler, 2005, S. 158)

	Leistungsstufe „Beginner“	Leistungsstufe „Fortgeschrittene“
Woche 1-2	Gewöhnungsphase	
Woche 3	12-RM-Test	
Woche 4-5	50 % 12-RM	70 % 12-RM
Woche 6-7	60 % 12-RM	80 % 12-RM
Woche 8-9	70 % 12 RM	90 % 12-RM
Woche 10	12-RM-Test	

Als Bewertungskriterium diente in dieser Untersuchung der relative Kraftzuwachs zwischen Pre- und Post-Test. In der Beginnergruppe konnte ein durchschnittlicher Kraftzuwachs von 19,36 % beim „Bankdrücken“ und 20,50 % beim „Beinpressen“ gemessen werden (Strack & Eifler, 2005, S. 158). In der Fortgeschrittenengruppe lag der Kraftzuwachs bei beiden Übungen im Durchschnitt bei 13,88 % (Strack & Eifler, 2005, S. 158). Bei beiden Stichproben waren die Ergebnisse signifikant.

Die Ergebnisse sind durchaus bemerkenswert, zieht man die deutlich submaximale Belastungsintensität in der Beginnergruppe in Betracht. Die Ergebnisse zur ILB-Methode decken sich in Teilen mit den Ergebnissen von Tamse et al. (2010, S. 698), die für Krafttrainingseinsteiger bestätigen, dass auch ein Krafttraining mit moderaten Intensitäten zu nennenswerten und für die Praxis relevanten Kraftsteigerungen führen kann.

Zusammenfassend muss aber auch bei der ILB-Methode die weitgehend fehlende Evidenz kritisiert werden. Weder die Einstufung der Sportler hinsichtlich Trainingsalter noch die Empfehlungen zur Belastungsgestaltung über das ILB-Grobraster basieren auf wissenschaftlichen Befunden, sondern ausschließlich auf Erfahrungswissen von Krafttrainingspragmatikern.

3.2 Induktiver Ansatz der Intensitätssteuerung

Im Folgenden wird die Theorie der induktiven Intensitätssteuerung erläutert sowie ausgewählte Trainingsmethoden vorgestellt, deren Intensitätssteuerung auf diesem Ansatz basieren. Es folgt eine kritische Diskussion zu diesem Ansatz hinsichtlich seiner Praktikabilität im fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining. Zudem erfolgt eine kritische Hinterfragung der Methodik der intuitiven Lastwahl auf der Basis des subjektiven Belastungsempfindens.

3.2.1 Theorie der induktiven Intensitätssteuerung und ausgewählte Trainingsmethoden

Aufgrund der bereits dargestellten Problematik des deduktiven Ansatzes der Intensitätssteuerung empfehlen verschiedene Autoren (z. B. Boeckh-Behrens & Buskies, 2002, S. 47; Buskies, 1999, S. 320; 2001, S. 57; Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 8; 2009, S. 78; Buskies et al., 1996, S. 181; Day, McGuigan, Brice & Foster, 2004, S. 357; Trunz, Freiwald & Konrad, 2002, S. 24), eine Steuerung der Trainingsintensität über das subjektive Belastungsempfinden des Sportlers vorzunehmen.

Bei diesem Ansatz wird für einen Wiederholungsbereich eine Trainingslast bestimmt, die einem definierten subjektiv empfundenen Anstrengungsgrad entsprechen soll. Bei der induktiven Intensitätssteuerung ist die Festlegung der Belastungsintensität somit auch ohne ausbelastenden Krafttest möglich.

Die induktive Intensitätssteuerung kann entweder intuitiv erfolgen (vgl. Kapitel 3.2.3), oder das subjektive Belastungsempfinden wird über Skalen operationalisiert. Ein gängiges Instrument ist in diesem Kontext z. B. die Borg-Skala (Borg, 2004, S. A1016), die in der Tab. 17 vorgestellt wird.

Tab. 17: Borg-Skala zur Kontrolle der Belastungssteuerung (modifiziert nach Borg, 2004, S. A1016)

RPE-Skala	subjektives Belastungsempfinden
6	überhaupt keine Anstrengung
7	extrem leicht
8	
9	sehr leicht
10	
11	leicht
12	
13	etwas schwer
14	
15	schwer
16	
17	sehr schwer
18	
19	extrem schwer
20	größtmögliche Anstrengung

Die subjektive Einschätzung des Belastungsempfindens auf einer Skala von 6-20 kann sich jedoch gerade für Trainingsbeginner als schwierig umsetzbar erweisen. Aus diesem Grund entwickelten Boeckh-Behrens und Buskies (2002, S. 32) eine lediglich siebenstufige Skala, die sich ihrer Ansicht nach in der Trainingspraxis bewährt hat (vgl. Tab. 18). Boeckh-Behrens und Buskies (2002, S. 32) empfehlen für das fitness- und gesundheitsorientierte Krafttraining ein subjektives Belastungsempfinden analog Stufe 4-6 ihrer Skala („mittel“ bis „schwer“).

Tab. 18: Siebenstufige Skala zur Ermittlung des subjektiven Belastungsempfindens (modifiziert nach Boeckh-Behrens & Buskies, 2002, S. 32)

Stufe	subjektives Belastungsempfinden
1	sehr leicht
2	leicht
3	leicht bis mittel
4	mittel
5	mittel bis schwer
6	schwer
7	sehr schwer

Im US-amerikanischen Raum ist die OMNI-Skala populär (Naclerio et al., 2011, S. 1880; Robertson et al., 2003, S. 333-334). Hier werden die Anstrengungsgrade auf einer Skala von 0 („extremely easy“) bis 10 („extremely hard“) definiert. Die Tab. 19 stellt die OMNI-Skala dar.

Tab. 19: OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise (modifiziert nach Naclerio et al., 2011, S. 1880; Robertson et al., 2003, S. 334)

Range	Perceived Exertion
0	extremely easy
1	
2	easy
3	
4	somewhat easy
5	
6	somewhat hard
7	
8	hard
9	
10	extremely hard

Die Übertragbarkeit von Skalen zur Operationalisierung des subjektiven Belastungsempfindens auf das Krafttraining wird von vielen Autoren, unter anderem von Day et al. (2004, S. 357), Gearhart et al. (2001, S. 324; 2002, S. 90-91), Lagally et al. (2002, S. 557), Lagally, McCaw, Young, Medema und Thomas (2004, S. 363), Löllgen (2004, S. 300), Naclerio et al. (2011, S. 1886), O'Connor, Poudevigne und Pasley (2002, S. 865-867), Robertson et al. (2003, S. 340; 2009, S. 1153), Sweet, Foster, McGuigan und Brice (2004, S. 801) sowie Tiggemann et al. (2010, S. 2040), bestätigt.

Basierend auf der Problematik der deduktiven Steuerung der Trainingsintensitäten und der positiven pragmatischen Erfahrungen mit einer induktiv hergeleiteten Trainingsintensität sind speziell im Fitness- und Gesundheitssport verschiedene Krafttrainingsmethoden entstanden, deren Intensitätssteuerung rein induktiv erfolgt. Im Folgenden werden ausgewählte Vertreter dieses trainingsmethodischen Ansatzes vorgestellt.

Boeckh-Behrens und Buskies (2002, S. 48-55) sowie Buskies und Boeckh-Behrens (2009, S. 72) treten für ein stärker gesundheitsorientiertes Krafttraining ein. Sie nen-

nen ihren Ansatz „sanftes Krafttraining“ nach dem subjektiven Belastungsempfinden. Bei dieser Form des Krafttrainings wird generell nicht bis zur muskulären Ausbelastung trainiert. Nach Buskies (1999, S. 320) sollen bei einem sanften Krafttraining aus gesundheitlicher Sicht Effektivität, Belastung und Risikokomponenten in einem deutlich günstigeren Verhältnis zueinander stehen als bei einem Training mit Serien bis zur Muskelerschöpfung.

Die Tab. 20 fasst die wichtigsten Belastungskomponenten des sanften Krafttrainings nach dem subjektiven Belastungsempfinden zusammen.

Tab. 20: Sanftes Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden (modifiziert nach Boeckh-Behrens & Buskies, 2002, S. 47)

Belastungsdosierung	Kraftausdauertraining	Muskelaufbautraining
Wiederholungen	ca. 15-20 (und mehr)	ca. 6-15
Intensität	subj. Belastungsempfinden „mittel“ bis „schwer“	subj. Belastungsempfinden „mittel“ bis „schwer“
Sätze/Übung	Anfänger: 1-3 Fortgeschrittene: 3-5 (und mehr)	Anfänger: 2-3 (wird erst nach mehrwöchigem Kraftausdauertraining empfohlen) Fortgeschrittene: 3-5 (und mehr)
Pausen	nach subjektivem Empfinden (1-3 Min.)	nach subjektivem Empfinden (1-5 Min.)
Bewegungsausführung	technisch korrekt kontinuierlich, ruhig regelmäßige Atmung	technisch korrekt kontinuierlich, ruhig regelmäßige Atmung
Trainingshäufigkeit/ Woche	mind. 1-mal (Untrainierte) 2- bis 4-mal (je nach Trainingszustand und Trainingsziel)	mind. 1- bis 2-mal (Untrainierte) 2- bis 4-mal (je nach Trainingszustand und Trainingsziel)
Trainingseffekte	Verbesserung der Kraftausdauer, Fettabbau, Körperformung, geringer Muskelaufbau, geringe Verbesserung der Maximalkraft	Muskelaufbau, Verbesserung der Maximalkraft, Körperformung, Fettabbau, Verbesserung der Kraftausdauer

In einer aktualisierten Version stellen Buskies und Boeckh-Behrens (2009, S. 78) ihren trainingsmethodischen Ansatz mit angepassten Empfehlungen zur Gestaltung der Trainingsintensität vor (vgl. Tab. 21). In dieser modifizierten Methodik wird für Trainingsbeginner nach wie vor ein sanftes Krafttraining empfohlen, während für fortgeschrittene Sportler ohne gesundheitliche Einschränkungen durchaus auch ein Krafttraining bis zur muskulären Ausbelastung eingeräumt wird.

Tab. 21: Fitnessorientierte Methoden des Krafttrainings im Überblick (modifiziert nach Buskies & Boeckh-Behrens, 2009, S. 78)

Belastungskomponenten			Trainingsziel	
			Kraftausdauer	Muskelaufbau
Trainingsintensität	Wiederholungen		15-30	5-14
	Intensitätsvarianten	A	sanft	sanft
		F	sanft oder Ausbelastung	sanft oder Ausbelastung
Trainingsumfang	Belastungszeit (Sekunden)		45-90	15-45
	Sätze (Serien) pro Übung	A	1	1
		F	2-5	2-5 und mehr
Trainingshäufigkeit	Einheiten pro Woche	A	2-3 ohne Splitting	2-3 ohne Splitting
		F	4-6 mit Splitting	4-6 mit Splitting

A = Anfänger; F = Fortgeschrittene

Empfehlungen zu einem eher sanften und submaximalen Krafttraining sprechen auch Trunz et al. (2002, S. 25) aus (vgl. Tab. 22).

Tab. 22: Belastungsdosierung im gesundheitsorientierten Fitness-Krafttraining (modifiziert nach Trunz et al., 2002, S. 25)

Belastungsdosierung	muskelaufbauorientiert
Wiederholungen/ Intensität	<ul style="list-style-type: none"> • 10-15 Anfänger/8-12 Fortgeschrittene • subjektives Belastungsempfinden 13-14 (Anfänger) bzw. 15-16 (Fortgeschrittene) nach Borg-Skala („etwas anstrengend“ bis „anstrengend“)
Sätze/Umfang	<ul style="list-style-type: none"> • Anfänger: 1-2 Sätze/Übung, 6-8 Übungen • Fortgeschrittene: 2-4 Sätze/Übung, 8-12 Übungen
Pause	<ul style="list-style-type: none"> • Anfänger: 120 Sekunden • Fortgeschrittene: 90 Sekunden
Bewegungsausführung/ Krafteinsatz	<ul style="list-style-type: none"> • langsames, kontrolliertes Bewegungstempo (Anfänger) • zügiges, kontrolliert-dynamisches Bewegungstempo (Fortgeschrittene)
Organisationsform	<ul style="list-style-type: none"> • Stations- oder Zirkeltraining
Trainingshäufigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • mindestens 1- bis 2-mal pro Woche (Anfänger) • 2-4-mal pro Woche (je nach Trainingszustand und -ziel)

Ein Krafttraining auf der Basis des subjektiven Belastungsempfindens ist keineswegs ausschließlich im Fitness- und Gesundheitssport zu finden. Auch im Leistungssport respektive im Leistungsbodybuilding ist dieser Ansatz in der Krafttrainingspraxis weit verbreitet. Die Tab. 23 stellt einen Ansatz von Bredenkamp und Hamm (2000, S. 169) für das leistungsorientierte Krafttraining dar. Hier wird empfohlen, für das

Muskelaufbau- und IK-Training subjektiv „maximale“ bzw. „maximal anstrengende“ Intensitäten zu wählen.

Tab. 23: Leistungsorientiertes Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden (modifiziert nach Bredenkamp & Hamm, 2000, S. 169)

Periode	Zeitraum	Sätze	Wdh.	Gewicht	Bemerkung
Muskelaufbau-training	6-10 Wochen	4-6	6-12	maximal	gleichmäßige Bewegungsausführung
IK-Training	3-5 Wochen	4-6	4-6	maximal	explosive Bewegungsausführung
Regenerations-training	2-4 Wochen	4-6	20-25	mittel	gleichmäßige Bewegungsausführung; zusätzliche Ausdauerbelastung

maximal = subjektiv maximal mögliches Trainingsgewicht für die angegebene Wdh.-Zahl

3.2.2 Diskussion zum induktiven Ansatz der Intensitätssteuerung

Vor allem die Studien von Buskies (1999, 2001) sowie Buskies et al. (1996) beschäftigten sich mit der Gestaltung der Trainingsintensität in einem nicht leistungssportlich orientierten Krafttraining, in dessen Kontext es weder um einen maximal möglichen Leistungszuwachs pro Zeit, noch um eine stetige progressive Leistungsentwicklung geht (Buskies, 1999, S. 320).

In einer Studie von Buskies (1999, S. 317-319) wurden drei Trainingsgruppen (N = 15, 17, 17) sowie eine Kontrollgruppe (N = 15), bestehend aus männlichen Sportstudierenden, hinsichtlich der beschriebenen Beanspruchungseffekte sowie Steigerungen der Kraftleistung untersucht. Der Trainingszeitraum betrug acht Wochen bei jeweils drei Trainingseinheiten pro Woche. Das Krafttrainingsprogramm bestand aus jeweils sechs Übungen. Bei jeder Übung wurden vier Serien absolviert. Die Trainingsgruppen wurden folgendermaßen differenziert: Serienabbruch durch muskuläre Ausbelastung, Serienabbruch bei einem subjektiven Belastungsempfinden „mittel“ sowie „schwer“. Erwartungsgemäß wurden in der Versuchsgruppe „Ausbelastung“ die höchsten und in der Versuchsgruppe „mittlere Belastung“ die geringsten Trainingsintensitäten (relativiert in % 1-RM) realisiert. Die signifikanten Zunahmen der Maximalkraft (1-RM) betrugen übungsabhängig 6,4-11,0 % (subjektives Belastungsempfinden „mittel“), 3,6-21,4 % (subjektives Belastungsempfinden „schwer“) und 8,5-22,4 % (muskuläre Ausbelastung). Die signifikanten Zunahmen der Kraftleistung (hier definiert als Anzahl der Wiederholungen bei 80 % der Maximalkraft) betru-

gen übungsabhängig 25,3-76,0 % (subj. „mittel“), 29,1-83,1 % (subj. „schwer“) und 34,9-102,6 % (Ausbelastung). Die laktazide und kardiale Belastung lag bei der Gruppe „Ausbelastung“ mit durchschnittlich 11,5 mmol/l Laktat, mittleren systolischen Blutdruckwerten übungsabhängig von 260-292 mmHg und mittleren Herzfrequenzen von 151 Schlägen pro Minute signifikant über den Werten bei einem sanften Krafttraining. Als Fazit zogen die Autoren aus dieser Studie, dass aus gesundheitlicher Sicht Nutzen und Risiko bei einem sanften Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden in einem günstigeren Verhältnis zueinander stehen als bei einem Training bis zur muskulären Ausbelastung (Buskies, 1999, S. 320).

Dennoch wird der induktive Ansatz der Intensitätsbestimmung aufgrund der Schwierigkeit der Operationalisierung des Konstruktes „subjektives Belastungsempfinden“ im Krafttraining von einigen Autoren kritisch hinterfragt (z. B. Fröhlich, 2003, S. 62; Fröhlich & Schmidtbleicher, 2003, S. 62; Gutenbrunner, 1990, S. 28-30; Lottmann, 2002, S. 133-134). Verschiedene Studien kamen zu dem Ergebnis, dass der entscheidende Nachteil des induktiven Ansatzes der Intensitätssteuerung die mangelnde Validität der subjektiven Belastungswahrnehmung bei krafttrainingsunerfahrenen Personen ist, die in einem eher suboptimalen Krafttraining mit individuell zu geringen Intensitäten resultiert (z. B. Focht, 2007, S. 187; Glass, 2008, S. 1029; Glass & Stanton, 2004, S. 327; Mazzetti et al., 2000, S. 1183; Ratamess, Faigenbaum, Hoffman & Kang, 2008, S. 111). Fröhlich, Schmidtbleicher und Emrich (2005a) untersuchten den Zusammenhang zwischen Belastung und Beanspruchung mittels multipler Regressionsanalyse. In dieser Untersuchung konnte für ein Kraftausdauertraining bei heterogenen Zielgruppen kein genereller Zusammenhang zwischen Belastung und zugrundeliegender Beanspruchung (auf der Beanspruchungsebene wurde unter anderem die subjektive Belastungseinschätzung erhoben) festgestellt werden (Fröhlich et al., 2005a, S. 264). Fröhlich et al. (2005a, S. 266) schlussfolgern aus den Untersuchungsergebnissen, dass sich auf der Grundlage der Kenntnis über die Beanspruchung keine gezielte Steuerung des Kraftausdauertrainings ermöglicht.

Die Problematik der Operationalisierung der subjektiv wahrgenommenen Belastung spiegelt sich in den teilweise sehr unterschiedlichen Handlungsempfehlungen zur induktiven Intensitätssteuerung wider, die dem Sportler einen weiten bzw. uneinheitlichen Handlungskorridor eröffnen (vgl. Tab. 24).

Tab. 24: Unterschiedliche Empfehlungen zum subjektiven Belastungsempfinden

Autoren	Empfehlungen zum subj. Belastungsempfinden
Boeckh-Behrens & Buskies (2002, S. 47)	Hypertrophie- und Kraftausdauertraining: „mittel“ bis „schwer“
Bredenkamp & Hamm (2001, S. 169)	Muskelaufbautraining: „maximal“ IK-Training: „maximal“ Regenerationstraining: „mittel“
Buskies & Boeckh-Behrens (2009, S. 78)	Muskelaufbau- und Kraftausdauertraining: Anfänger: „sanft“ Fortgeschrittene: „sanft oder Ausbelastung“
Kieser (2003, S. 55)	Muskelaufbautraining: „bis zur lokalen Erschöpfung des Muskels“
Trunz et al. (2002, S. 25)	Muskelaufbautraining: Anfänger: „etwas anstrengend“ Fortgeschrittene: „anstrengend“

Des Weiteren muss kritisiert werden, dass viele Studien zum induktiven Ansatz der Intensitätssteuerung ausschließlich Sportstudierende testeten (z. B. Buskies, 1999, S. 317; 2001, S. 46; Buskies et al., 1996, S. 171, S. 174 sowie S. 175), also eine Klientel, der man aufgrund ihrer sportlichen Anamnese auch ohne vorhergehende Krafttrainingserfahrung ein höheres Maß an subjektivem Belastungsempfinden im Vergleich zu sportlich weniger affinen Personen einräumen kann. An diesem Punkt stellt sich die Frage, wie repräsentativ eine Intensitätssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden bei einer teilweise unsportlichen und heterogenen Kundenklientel im Setting „Fitness-Studio“ ist.

3.2.3 Diskussion zur intuitiven Intensitätssteuerung

Während viele Autoren die Eignung von Skalen zur Kontrolle des subjektiven Belastungsempfindens bestätigen (z. B. Day et al., 2004, S. 357; Gearhart et al., 2001, S. 324; 2002, S. 90-91; Lagally et al., 2002, S. 557; 2004, S. 363; Löllgen, 2004, S. 300; Naclerio et al., 2011, S. 1886; O'Connor et al., 2002, S. 865-867; Robertson et al., 2003, S. 340; 2009, S. 1153; Sweet et al., 2004, S. 801; Tiggemann et al., 2010, S. 2040), zeigen empirische Befunde, dass intuitiv gewählte Lasten tendenziell zu niedrig im Hinblick auf die anvisierten Krafttrainingseffekte sind.

Glass und Stanton (2004, S. 325; 2005, S. 175-176) untersuchten die intuitiv gewählten Lasten bei Untrainierten. Insgesamt wurden 13 Männer und 17 Frauen getestet. Alle Versuchspersonen hatten die zurückliegenden sechs Monate kein Krafttraining absolviert. Die Probanden wurden aufgefordert, eine Last zu wählen, die ihnen zur

Kraftsteigerung geeignet erschien. Eine Wiederholungszahl wurde nicht vorgegeben. Diese Prozedur wurde in einem Zeitkorridor zwischen 48 und 72 Stunden nach der ersten Krafttrainingseinheit wiederholt. 48 Stunden nach der letzten Trainingseinheit wurde ein 1-RM-Test mit den Probanden durchgeführt (Glass & Stanton, 2004, S. 325). Als Ergebnis konnten Glass und Stanton (2004, S. 326; 2005, S. 177-178) festhalten, dass sowohl Männer als auch Frauen mit Lasten zwischen 40-60 % des 1-RM arbeiteten und zudem auch weniger Wiederholungen absolvierten, die in diesem Intensitätsbereich zu erwarten wären. Die am 1-RM relativierten Trainingslasten unterschieden sich nicht geschlechterspezifisch. Glass und Stanton (2004, S. 327; 2005, S. 180) konstatieren auf der Basis ihrer Befunde, dass intuitiv gewählte Lasten nicht hoch genug ausfallen, um praxisrelevante Kraftsteigerungen oder Hypertrophieprozesse auszulösen, sofern die Sportler keine Vorerfahrungen mit dem subjektivem Belastungsempfinden aufweisen.

Zu vergleichbaren Ergebnissen kam Focht (2007). In der Untersuchung von Focht (2007, S. 184) absolvierten 19 krafttrainingsunerfahrene College-Studentinnen zwei verschiedene Krafttrainingsprogramme. In jeder Einheit wurden vier Übungen mit jeweils drei Sätzen absolviert. In der ersten Einheit trainierten die Probandinnen mit zehn Wiederholungen und einer Last von 75 % des 1-RM. In der zweiten Einheit wurden die Probandinnen aufgefordert, eine Last zu wählen, die komfortabel zu bewältigen ist und die als Krafttrainingsreiz geeignet erscheint. Im Ergebnis zeigte sich, dass die Probandinnen in der Einheit mit intuitiv gewählter Last im Durchschnitt mit lediglich 56 % des 1-RM arbeiteten (Focht, 2007, S. 184). Focht (2007, S. 187) schlussfolgert auf der Basis dieser Befunde, dass untrainierte Frauen nicht in der Lage sind, intuitiv eine effektive Trainingslast zu wählen.

Kemmler et al. (2005, S. 166-167) untersuchten die Effekte eines 12-wöchigen Krafttrainings mit Lastvorgabe versus eines Trainings mit subjektiver Intensitätswahl auf die dynamische Maximalkraft bei postmenopausalen Frauen im Crossover-Design. Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Studien wurden hier ausschließlich Personen mit Krafttrainingserfahrung untersucht. Die Teilnehmerinnen sollten intuitiv eine Last wählen, die bei vorgegebener Wiederholungszahl zur Ausbelastung führen sollte (Kemmler et al., 2005, S. 167). Obgleich beide Ansätze zur Intensitätssteuerung zu signifikanten Verbesserungen der Maximalkraft führten, zeichnete sich eine tendenzielle Überlegenheit des Trainings mit Lastvorgabe ab, wobei nur bei einer Übung („Brustdrücken“) ein signifikanter Unterschied festgestellt wurde (Kemmler et al.,

2005, S. 168). Kemmler et al. (2005, S. 169) schlussfolgern, dass die geringeren Kraftzuwächse bei intuitiv gewählter Last darauf zurückzuführen sind, dass die Probandinnen die Lasten im höheren Intensitätsbereich aufgrund der hohen Beanspruchung eher zurückhaltender wählten.

Ratamess et al. (2008) untersuchten den Einfluss eines Personaltrainers auf die intuitive Steuerung der Trainingsintensitäten bei krafttrainingserfahrenen Frauen. Die Probandinnen sollten intuitiv eine Last wählen, welche die Absolvierung von zehn Wiederholungen in einem Satz ermöglichen sollte. Eine Versuchsgruppe wurde durch einen Personaltrainer unterstützt, eine weitere Versuchsgruppe trainierte ohne Betreuung. Nach einer Pause wurde die dynamische Maximalkraft (1-RM) bestimmt und die Trainingslasten in Relation zu dieser Größe gesetzt (Ratamess et al., 2008, S. 104). In dieser Untersuchung zeigte sich, dass die Trainingsgruppe ohne Personaltrainer mit einer durchschnittlichen Trainingsintensität von lediglich 42,3 % des 1-RM arbeitete, während die Trainingsgruppe mit Personaltrainer eine durchschnittliche Trainingsintensität von 51,4 % des 1-RM realisierte (Ratamess et al., 2008, S. 108). In Anbetracht der Ergebnisse bleibt festzuhalten, dass beide Versuchsgruppen intuitiv Lasten wählten, die deutlich unter den gängigen Empfehlungen für ein Krafttraining mit zehn Wiederholungen liegen (z. B. Empfehlungen nach Güllich & Schmidbleicher, 1999, S. 229).

Die hier vorgestellten Befunde deuten darauf hin, dass ein Training mit intuitiv gewählten Lasten einem Training mit Lastvorgabe unterlegen ist. In Anbetracht der Tatsache, dass zur Auslösung minimaler Krafttrainingseffekte nach Güllich und Schmidbleicher (1999, S. 226) eine Intensitätsschwelle von 50 % des 1-RM überschritten werden muss, zeigen die vorliegenden Befunde zur intuitiven Lastwahl, dass dieser trainingsmethodische Ansatz kritisch hinterfragt werden muss. Vor allem bei krafttrainingsunerfahrenen Personen scheint es hier eine deutliche Diskrepanz zwischen intuitiv gewählter Last und gängigen trainingswissenschaftlichen Vorgaben bzw. Empfehlungen zur Intensitätsgestaltung zu geben. Inwieweit eine Gewöhnungsphase bei Untrainierten das subjektive Belastungsempfinden verbessert, ist umstritten. Takahashi (2011, S. S69) empfiehlt für Trainingsbeginner ein vorgeschaltetes Gewöhnungstraining mit deduzierten Lasten, um die Genauigkeit der intuitiven Intensitätswahl im späteren Trainingsverlauf zu verbessern. Die Versuche von Glass (2008, S. 1029), das subjektive Belastungsempfinden durch eine Lerneinheit zu

schärfen, zeigten jedoch keinen Benefit hinsichtlich einer Optimierung der intuitiven Intensitätssteuerung.

Fasst man die empirischen Befunde zum induktiven Ansatz der Intensitätssteuerung zusammen, so könnte geschlussfolgert werden, dass ein Training mit einer kontrollierten Intensitätssteuerung über Skalen einem Training mit intuitiv gewählten Intensitäten überlegen ist. Jedoch konnte auch nach umfangreicher Literaturrecherche zu diesem spezifischen Themenfeld keine empirische Untersuchung gefunden werden, welche die Effekte dieser beiden Ansätze zur induktiven Intensitätssteuerung im direkten Vergleich analysiert. In Anbetracht der Tatsache, dass im Fitness-Krafttraining die induktive Intensitätssteuerung weitaus verbreiteter ist als ein Training mit Lastvorgabe, ergibt sich hieraus ein Forschungsdesiderat für die vorliegende Studie (vgl. Kapitel 3.4).

3.3 Weitere Ansätze zur Intensitätssteuerung

Neben den in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Ansätzen zur Steuerung der Trainingsintensität, wurden in der Trainingswissenschaft auch verschiedene alternative Möglichkeiten zur Vorhersage geeigneter Trainingsintensitäten untersucht. Die folgenden Kapitel stellen empirische Befunde zu ausgewählten alternativen Intensitätssteuerungsmechanismen vor. Diese Ansätze verfolgen in der Regel das Ziel, auf der Basis von Referenzparametern auf das 1-RM schließen zu können.

Auf Darstellungen zur Intensitätssteuerung mithilfe apparativer Unterstützung (z. B. Akzelerometer, Dynamometer, isokinetische oder isometrische Testapparaturen) soll im Folgenden verzichtet werden. Ohne den Beitrag solcher Messverfahren zur Kraftdiagnostik in Frage stellen zu wollen, ist die Praktikabilität und Umsetzbarkeit solcher apparativer Verfahren zur Steuerung der Trainingsintensitäten in einem fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining aufgrund der oftmals fehlenden apparativen Ressourcen nicht gegeben. Daher sollen diese Alternativen zur Intensitätssteuerung nicht weiter thematisiert werden.

3.3.1 Intensitätssteuerung auf der Grundlage von Wiederholungszahlen mit submaximaler Last

Um die Problematik der 1-RM-Testung zu umgehen, wurden Versuche gestartet, auf der Basis von Wiederholungszahlen auf den prozentualen Anteil am 1-RM zu schließen (z. B. Brechue & Mayhew, 2009, S. 2478; Horvat, Franklin & Born, 2007, S. 1019; Kemmler, Lauber, Wassermann & Mayhew, 2006, S. 838-839; Mayhew et al., 2002, S. 304; Mayhew, Johnson, Lamonte, Lauber & Kemmler, 2008, S. 1571-1572; Reynolds, Gordon & Robergs, 2006, S. 585; Schwingel, Porto, Dias, Moreira & Zoppi, 2009, S. 1046; Whisenant, Panton, East & Broeder, 2003, S. 222).

Für das rehabilitative Krafttraining veröffentlichten Kolster et al. (2008, S. 19) die in der Tab. 25 dargestellten Relationen zwischen Belastungsintensität (in % 1-RM) und Wiederholungszahl. Theoretisch könnte mit diesem Ansatz die Durchführung eines 1-RM-Tests umgangen werden, da anhand einer realisierten Wiederholungszahl die Relation zum 1-RM nachvollzogen werden könnte.

Tab. 25: Relation von Belastungsintensität und Wiederholungszahl (modifiziert nach Kolster et al., 2008, S. 19)

Belastungsintensität in % der Maximalkraft	zu realisierende Wiederholungszahl
100	1
95	2
90	3-4
85	5-6
80	7-8
75	9-10
70	11-13
65	14-16
60	17-20
55	21-24

Auch Steininger und Buchbauer (1994, S. 11) lehnen die Durchführung eines 1-RM-Tests für das rehabilitative Krafttraining eindeutig ab und empfehlen, die prozentualen Intensitätsangaben eher näherungsweise zu geben. Laut Steininger und Buchbauer (1994, S. 11) besteht folgender Zusammenhang: Kann ein Gewicht zehnmal bewegt werden und verspürt der Sportler beim zehnten Mal bereits eine muskuläre Belastung, so liegt er in einem Kraftleistungsbereich von ca. 60-70 % des 1-RM. Bei

25 Wiederholungen und spürbarer muskulärer Anstrengung liegt er in einem Kraftleistungsbereich von ca. 40 % des 1-RM.

Das zentrale Problem bei diesen Relationen zwischen Intensitäten (in % 1-RM) und zu realisierenden Wiederholungszahlen liegt jedoch darin, dass die Wiederholungszahlen in Abhängigkeit von Bewegung, Muskelgruppe, Leistungsstand und individueller Muskelfaserzusammensetzung beträchtlich variieren können (Zatsiorsky, 1996, S. 108).

Auch Brechue und Mayhew (2009, S. 2486) sowie Reynolds et al. (2006, S. 591) konstatieren, dass eine Vorhersage des 1-RM lediglich bei geringen Wiederholungszahlen (< 10) zuverlässig möglich ist. Wird mit Lasten trainiert, die mehr als zehn Wiederholungen zulassen, so ist nach Reynolds et al. (2006, S. 590) keine treffende Vorhersage des 1-RM mehr möglich.

Die Tab. 26 verdeutlicht diese Variationsbreite der Wiederholungszahlen in Relation zum 1-RM. Hier werden die maximal realisierten Wiederholungszahlen bei unterschiedlichen Intensitätsbereichen (90-50 % 1-RM) für verschiedene Übungen dargestellt (Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 6).

Tab. 26: Durchschnittlich realisierte Wiederholungszahlen bei unterschiedlichen Belastungsintensitäten (in % 1-RM) und verschiedenen Übungen (modifiziert nach Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 6)

	90 %	80 %	70 %	60 %	50 %
Beinpressen im 90°Kniewinkel	10,0 (± 4,0)	22,9 (± 6,0)	28,3 (± 6,9)	42,3 (± 11,3)	54,4 (± 21,2)
Beinpressen im 45°Kniewinkel	6,7 (± 3,2)	13,3 (± 4,7)	19,8 (± 6,4)	32,5 (± 11,1)	50,3 (± 24,1)
Trizepsdrücken beidarmig	9,7 (± 4,5)	17,6 (± 6,1)	23,4 (± 5,7)	38,7 (± 10,8)	55,5 (± 16,4)
Bizepscurls einarmig	4,4 (± 2,1)	7,6 (± 3,0)	10,6 (± 4,8)	16,5 (± 4,6)	22,5 (± 3,9)
Bankdrücken	5,5 (± 1,6)	11,1 (± 1,7)	16,9 (± 2,4)	22,0 (± 3,3)	31,4 (± 6,4)
Latissimus-Ziehen	5,4 (± 1,3)	11,6 (± 2,7)	19,4 (± 2,8)	22,1 (± 2,8)	36,4 (± 7,2)

Hoeger, Hopkins, Barette und Hale (1990, S. 51-52) konnten darlegen, dass Trainingsstatus und Geschlecht ebenso einen Einflussfaktor auf die maximal zu realisierenden Wiederholungszahlen bei Intensitätsangaben in % 1-RM darstellen können. Die Tab. 27 verdeutlicht die Variation der maximal realisierten Wiederholungszahlen bei untrainierten sowie trainierten Sportlern beiderlei Geschlechts bei verschiedenen

Übungen. Alle Wiederholungszahlen beziehen sich auf eine Trainingsintensität von 80 % des 1-RM.

Tab. 27: Durchschnittlich realisierte Wiederholungszahlen bei 80 % 1-RM bei untrainierten und trainierten Männern und Frauen bei verschiedenen Übungen (modifiziert nach Hoeger et al., 1990, S. 51)

	untrainierte Männer	trainierte Männer	untrainierte Frauen	trainierte Frauen
Leg press	15,2 (± 6,5)	19,4 (± 9,0)	11,9 (± 7,0)	22,4 (± 10,7)
Lateral pulldown	9,8 (± 3,9)	12,2 (± 3,7)	10,0 (± 5,6)	10,2 (± 3,9)
Bench press	9,8 (± 3,6)	12,2 (± 2,8)	10,3 (± 4,2)	14,3 (± 4,4)
Knee extension	9,3 (± 3,4)	11,6 (± 4,4)	7,9 (± 2,9)	9,4 (± 4,3)
Sit-up	8,3 (± 4,1)	12,2 (± 6,4)	7,1 (± 5,2)	12,0 (± 6,5)
Arm curl	7,6 (± 3,5)	11,4 (± 4,1)	5,9 (± 3,6)	6,9 (± 3,1)
Leg curl	6,3 (± 2,7)	7,2 (± 3,0)	5,9 (± 2,6)	5,3 (± 2,6)

Nach Kemmler, Lauber, Mayhew und Wassermann (2008, S. 36) müssen bei dem Versuch der Vorhersage des 1-RM über die maximal möglichen Wiederholungszahlen im submaximalen Bereich die Faktoren Geschlecht, Trainingsstatus bzw. Trainingsalter, Krafttrainingsübung bzw. Arbeitsmuskulatur sowie Wiederholungszahlbereich ausdifferenziert werden. Kemmler et al. (2008, S. 55) konstatieren, dass unter Berücksichtigung der oben genannten Einflussfaktoren eine Vorhersage des 1-RM über ausbelastende Wiederholungszahlen im submaximalen Bereich durchaus möglich ist, die theoretischen 1-RM-Werte allerdings nur als Annäherungswerte an das tatsächliche 1-RM gesehen werden sollten.

3.3.2 Intensitätssteuerung mittels Berechnungsformeln

Des Weiteren wurde versucht, das theoretische 1-RM auf der Basis von Berechnungsformeln zu bestimmen. Die Tab. 28 stellt ausgewählte Berechnungsformeln dar. Nach Fröhlich, Schmidtbleicher und Emrich (2005b, S. 40) ist die Aussagekraft dieser Formeln allerdings eher eingeschränkt zu beurteilen, da kein Zusammenhang zwischen Trainingsintensität und möglicher Wiederholungszahl über die Sätze existiert und zudem zu viele individuelle Störgrößen die Zusammenhänge zwischen Intensität und Wiederholungszahl beeinflussen können.

Tab. 28: Ausgewählte Formeln zur Berechnung des theoretischen 1-RM (modifiziert nach Mayhew et al., 1995, S. 110)

Quelle	Berechnungsformel
Landers (1984)	$\% \text{ 1-RM} = 101,3 - 2,67123 \times \text{Wdh.}$
Epley (1985)	$\% \text{ 1-RM} = (0,0033 \times \text{Wdh.}) \times \text{Gewicht} + \text{Gewicht}$
O'Conner, Simmons & O'Shea (1989)	$\% \text{ 1-RM} = 0,025 \times (\text{Gewicht} \times \text{Wdh.}) + \text{Gewicht}$
Brzycki (1993)	$\% \text{ 1-RM} = 102,78 - 2,78 \times \text{Wdh.}$

3.3.3 Intensitätssteuerung auf der Grundlage anthropometrischer Merkmale

Verschiedene Autoren untersuchten einen eventuell vorhandenen Zusammenhang zwischen konzentrischer Maximalkraft und unterschiedlichen anthropometrischen Parametern (z. B. Bale, Colley, Mayhew, Piper & Ware, 1994, S. 383; Cormie, McBride & McCaulley, 2007, S. 1042; Cummings & Finn, 1998, S. 262; Ghena, Mayhew, Kurth & Thompson, 1991, S. 187; Hart, Ward & Mayhew, 1991, S. 89; Hauptert, 2007, S. 80; Hetzler, Schroeder, Wages, Stickley & Kimura, 2010, S. 1429; Hortobagyi, Katch, Katch, LaChance & Behnke, 1990, S. 349; Horvat et al., 2003, S. 1018; Kravitz, Akalan, Nowicki & Kinzey, 2003, S. 167; Mayhew, Piper & Ware, 1993, S. 159; Mayhew et al., 2004, S. 572).

Nach Hauptert (2007, S. 15) zeigen die regressionsanalytisch gewonnenen Daten meist mittlere bis hohe Zusammenhänge zwischen anthropometrischen Parametern und dem 1-RM. Auch Tittel und Wutscherk (1994, S. 185) konstatieren, dass zwischen Gesamtkörper- und Muskelmasse eine sehr enge Korrelation besteht und sich somit aus der Gesamtkörpermasse Schlussfolgerungen über die Maximalkraft ableiten lassen. In der Regel wurden diese Zusammenhänge allerdings bei homogenen Gruppen aus dem Leistungssport beobachtet (z. B. Gewichtheber; Tittel & Wutscherk, 1994, S. 197). Für die heterogene Klientel im Setting „Fitness-Studio“ sowie für Trainingsbeginner ist die Befundlage zur Intensitätsbestimmung auf der Grundlage anthropometrischer Parameter aber eher defizitär (Hauptert, 2007, S. 16; Tittel & Wutscherk, 1994, S. 197).

Willardson und Bressel (2004) versuchten das 10-RM bei der Freihantelübung „Kniebeuge“ sowohl bei Trainingsbeginnern als auch bei fortgeschrittenen Kraftsportlern mithilfe der folgenden Prädiktoren vorherzusagen: 10-RM an der Übung „Beinpresse“, Körpergewicht und Beinlänge. Letztendlich konnte jedoch nur das 10-RM bei der Übung „Beinpresse“ als signifikanter Prädiktor identifiziert werden (Willardson &

Bressel, 2004, S. 569). Im Hinblick auf die Intensitätssteuerung mithilfe anthropometrischer Faktoren ist der Erkenntnisgewinn der Untersuchung von Willardson und Bressel (2004) letztendlich nur gering, da eine Vorhersage des 10-RM bei der Übung „Kniebeuge“ nur auf der Basis einer Referenzübung möglich war.

Hetzler et al. (2010) versuchten mithilfe der Ergebnisse aus dem NFL-225-Test (Testung X-RM bei der Übung „Bankdrücken“ mit 225 lbs bzw. 102,3 kg) in Kombination mit verschiedenen anthropometrischen Faktoren das 1-RM bei der Übung „Bankdrücken“ vorherzusagen. Auch wenn in der Prädiktorkombination „Ergebnis NFL-225-Test + Armumfang + Armlänge“ bei 43,7 % der Probanden eine ungefähre Vorhersage (± 10 lbs bzw. 4,55 kg) des 1-RM möglich war (Hetzler et al., 2010, S. 1434-1436), ist auch hier der Erkenntnisgewinn nur gering, da die anthropometrischen Prädiktoren nicht isoliert, sondern in Kombination mit einem X-RM-Test untersucht wurden.

Die aktuellen Daten zur Vorhersage des 1-RM bzw. eines X-RM sind insgesamt uneinheitlich. Die empirischen Befunde zeigen, dass eine hinreichend genaue Vorhersage des 1-RM oder X-RM mithilfe anthropometrischer Parameter ohne die Hinzunahme weiterer testabhängiger Prädiktoren nicht möglich ist (Hauptert, 2007, S. 78; Mayhew et al., 2004, S. 576). Eine Studie von Hauptert (2007) verfolgte das Ziel, ein Verfahren zu entwickeln, welches testunabhängig zur Vorhersage einer Trainingslast auf der Grundlage anthropometrischer Parameter dienen könnte. Hierzu wurden für verschiedene ein-, zwei- und mehrgelenkige Übungen („Armstreckmaschine“, „Beinstreckmaschine“, „Brustpresse horizontal“, „Rückenzug vertikal“, „Beinpresse vertikal“, „Beinpresse horizontal“) anthropometrische Prädiktoren zur Bestimmung der Trainingslast für ein Muskelaufbautraining identifiziert (globale anthropometrische Parameter, wie z. B. Körpergewicht, sowie daraus ableitbare Indizes bei mehrgelenkigen Übungen; strukturelle anthropometrische Parameter, z. B. fettfreie Muskelmasse, Umfänge, Gliedmaßen- bzw. Segmentlängen, bei zwei- und eingelenkigen Übungen). Letztendlich kam auch Hauptert (2007, S. 193) zu dem Ergebnis, dass eine hinreichend genaue Vorhersage einer testunabhängigen Trainingslast allein auf der Basis leicht zu erfassender anthropometrischer Parameter nicht möglich ist.

3.3.4 Intensitätssteuerung auf der Grundlage von Referenzübungen

Als weitere Möglichkeit zur Intensitätsbestimmung bzw. zur Vorhersage des 1-RM wurden in einigen Studien Referenzübungen hinzugezogen. Verschiedene Autoren untersuchten z. B. die maximal mögliche Wiederholungszahl bei Kraftübungen mit dem eigenen Körpergewicht als Prädiktor des 1-RM bei biomechanisch vergleichbaren gerätegestützten Kriteriumsübungen. Dean, Foster und Thompson (1987, S. S63), Hart, Ward, Mayhew und Ball (1990, S. 287) sowie Mayhew, Ball, Arnold und Bowen (1991, S. 16) untersuchten die Übung „Liegestütz“ zur Vorhersage des 1-RM bei der Freihantelübung „Bankdrücken“. Ball, Mayhew und Bowen (1995, S. 206) sowie Berger (1967, S. 330) untersuchten die Übung „Barrenstütz/Dips“ zur Vorhersage des 1-RM beim „Bankdrücken“. Des Weiteren untersuchten Chandler, West, Larkin, Crady und Mayhew (1995, S. 205), Chandler, Ware und Mayhew (2001, S. 25) sowie Halet, Mayhew, Murphy und Fanthorpe (2009, S. 1496) die Übung „Klimmzüge“ zur Vorhersage des 1-RM bei der Übung „Latzug“. Auch wenn in den Studienergebnissen durchaus hohe Varianzaufklärungen erzielt wurden, konnte eine exakte Vorhersage des 1-RM der Kriteriumsübung nicht erreicht werden. Hauptert (2007, S. 77) sieht hierfür die grundsätzliche Problematik der Standardisierung von Testübungen mit dem eigenen Körpergewicht sowie die aus koordinativer und metabolischer Sicht offensichtlich zu geringe Spezifik zur Kriteriumsübung als ursächlich an.

Einen anderen Ansatz verfolgten Simpson, Rozenek, Garhammer, LaCourse und Storer (1997, S. 104). Sie untersuchten die Zusammenhänge zwischen 1-RM bei Freihantelübungen und 1-RM bei biomechanisch vergleichbaren Maschinenübungen. Hier wurden die Zusammenhänge zwischen 1-RM bei der Freihantelübung „Bankdrücken“ und 1-RM bei der Maschinenübung „Brustpresse“ sowie die Zusammenhänge zwischen 1-RM bei der Freihantelübung „Kniebeuge“ und 1-RM bei der Maschinenübung „Beinpresse“ untersucht. Bei den Übungen für die Brustmuskulatur konnte eine deutlich bessere Abschätzung des 1-RM bei Freihantel- und Maschinenvariante im Vergleich zu den Beinübungen erfolgen. Simpson et al. (1997, S. 105) sehen hierfür die deutlicheren Unterschiede im Bewegungsablauf zwischen den Übungen „Kniebeuge“ und „Beinpresse“ als verantwortlich an.

Lyons, McLester, Arnett und Thoma (2010) untersuchten ebenso die Übertragbarkeit von 1-RM-Testergebnissen bei Maschinenübungen auf vergleichbare Übungen mit

freien Gewichten. Hier zeigte sich, dass die 1-RM-Werte bei den Maschinenübungen signifikant höher ausfielen und eine exakte Übertragbarkeit auf Freihantelübungen nicht möglich ist (Lyons et al., 2010, S. 2987).

Im Kontext der Intensitätssteuerung über Referenzübungen existiert auch der Ansatz, Vorhersagen im Hinblick auf Wiederholungsmaxima bei biomechanisch ähnlichen Übungen oder bei Übungen mit vergleichbarer Zielmuskulatur zu treffen. Ebben et al. (2008) untersuchten die Übertragbarkeit eines 6-RM bei der Übung „Kniebeuge“ auf die Übungen „Kreuzheben“, „Ausfallschritte“, „Step-up“ und „Beinstrecken“. Hier stellte sich heraus, dass eine exakte Übertragbarkeit der Testergebnisse bei der Übung „Kniebeuge“ auf die verwandten Übungsbeispiele nicht möglich ist, das 6-RM bei der „Kniebeuge“ aber zumindest als ungefähre Anhaltspunkt bei der Intensitätsbestimmung für die vergleichbaren Übungen herangezogen werden kann (Ebben et al., 2008, S. 1948-1949). Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen Wong et al. (2010, S. 3078), die ebenfalls das 6-RM bei der Übung „Kniebeuge“ als Kriterium zur Vorhersage der Trainingslast bei verschiedenen Übungen für die unteren Extremitäten bei Karate-Kämpfern heranzogen. Inwieweit diese Ergebnisse allerdings auf fitness- und gesundheitsorientierte Freizeitsportler übertragbar sind, bleibt an dieser Stelle offen und steht zur Diskussion.

3.4 Fazit zur Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining und Desiderat für die empirische Studie

Nach Fröhlich (2003, S. 62) ist die anzusteuernde Beanspruchung die zentrale Orientierungsgröße für die Steuerung und Regelung des Krafttrainings. Insofern stellt die Belastungsintensität respektive deren Bestimmung und Steuerung im Trainingsprozess nach Meinung einiger Experten die zentrale Belastungsgröße im Krafttraining dar (Olivier et al., 2008, S. 120; Stone & O’Byrant, 1987, S. 104). Die im Fitness-Krafttraining anvisierten trainingsinduzierten Adaptationen der Skelettmuskulatur (insbesondere die Muskelhypertrophie) hängen letztendlich von der spezifischen molekularen und zellulären Antwort ab, welche primär durch die Trainingsreize bestimmt wird (Toigo, 2006a, S. 101). Relevante Skelettmuskeladaptationen setzen qualitativ und quantitativ hochwertige Trainingsreize voraus (Toigo, 2006b, S. 128). Dies betont die Bedeutung der möglichst optimalen Gestaltung der Belastungspara-

meter respektive der Trainingsintensität. Nach Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 226) müssen Trainingsintensitäten im Krafttraining mindestens 50 % der individuellen Maximalkraft betragen, um nennenswerte Effekte erzielen zu können. Aus diesen Darstellungen lässt sich schlussfolgern, dass die Frage nach einer praktikablen und effektiven Form der Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining von zentraler Bedeutung ist.

Krafttrainingsmethoden mit deduktiv hergeleiteten Trainingsintensitäten auf der Basis des 1-RM (z. B. Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 228-233) sind für das Fitness-Krafttraining eher unpraktikabel, da die in der Literatur zu findenden Zusammenhänge zwischen Maximalkraft und Wiederholungszahlen im submaximalen Bereich durch empirische Befunde in Frage gestellt werden (Fröhlich et al., 2002a, S. 81; Marschall & Fröhlich, 1999, S. 313).

Um diese Problematik zu umgehen, wurde speziell für das fitness- und gesundheitsorientierte Krafttraining die Individuelle-Leistungsbild-Methode (ILB-Methode) konzipiert, bei der die Trainingsintensität mithilfe eines Mehrwiederholungskrafttests bestimmt wird. So soll, je nach Trainingsziel (Kraftausdauer, Hypertrophie, Maximalkraft), ein individuelles Leistungsbild die Basis für die Berechnung der Trainingsintensitäten sein (Strack & Eifler, 2005, S. 154). Das Konzept der ILB-Methode wurde allerdings nur in einer einzigen Studie mit Sportstudierenden und unter Laborbedingungen evaluiert, so dass die Befunde dieser Studie nur bedingt auf die heterogene Klientel der Fitness- und Gesundheitssportler übertragbar sind. Zusammenfassend muss bei der ILB-Methode die weitgehend fehlende Evidenz kritisiert werden. Das gesamte Konzept der ILB-Methode beruht auf Erfahrungswerten von Trainingspragmatikern, nicht auf wissenschaftlichen Befunden.

Trainingsintensitäten induktiv herzuleiten bzw. über das subjektive Belastungsempfinden zu quantifizieren, ist im Fitness-Krafttraining der am weitesten verbreitete Ansatz zur Intensitätssteuerung. Diese Form der Intensitätssteuerung wird von einigen Autoren auf der Basis empirischer Befunde als effektive Möglichkeit im fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining angesehen (z. B. Boeckh-Behrens & Buskies, 2002, S. 48-49; Buskies, 1999, S. 320; 2001, S. 53; Day et al., 2004, S. 357). Allerdings testeten viele Studien zum induktiven Ansatz der Intensitätssteuerung ausschließlich Sportstudierende (z. B. Buskies, 1999, S. 317; 2001, S. 46; Buskies et al., 1996, S. 171, S. 174 sowie S. 175), eine Klientel, deren subjektive Belastungswahr-

nehmung nicht als repräsentativ für die heterogene Klientel im fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining betrachtet werden darf.

Aufgrund der Schwierigkeit der Operationalisierung des Konstruktes „subjektives Belastungsempfinden“ im Krafttraining wird der induktive Ansatz der Intensitätssteuerung von einigen Autoren auch kritisch hinterfragt (z. B. Fröhlich, 2003, S. 62; Fröhlich & Schmidtbleicher, 2003, S. 57; Gutenbrunner, 1990, S. 28-30; Lottmann, 2002, S. 133-134). Zudem kamen verschiedene Studien zu dem Ergebnis, dass aus der mangelnden Validität der subjektiven Belastungswahrnehmung gerade bei krafttrainingsunerfahrenen Personen zu geringe Trainingsintensitäten resultieren (z. B. Focht, 2007, S. 187; Glass, 2008, S. 1029; Glass & Stanton, 2004, S. 327; Mazzetti et al., 2000, S. 1183; Ratamess et al., 2008, S. 111). Ob in diesem Kontext eine kontrollierte Steuerung der subjektiven Belastungswahrnehmung über RPE-Skalen einem Krafttraining mit intuitiver Wahl der Trainingslast überlegen ist, konnte bisher empirisch nicht geklärt werden.

Aus der Befundlage zur Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining kann als Fazit geschlussfolgert werden, dass eine deduktive Intensitätssteuerung auf der Basis eines zielorientierten X-RM-Tests (z. B. Ansatz der ILB-Methode) sowie eine induktive Intensitätssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden zumindest in der Theorie praktikable Ansätze für ein fitness- und gesundheitsorientiertes Krafttraining darstellen. Die vorangegangenen Kapitel haben gezeigt, dass durchaus umfangreiche Handlungsempfehlungen zur Belastungsgestaltung im Krafttraining des Freizeit- und Breitensportlers existieren. Wie diese Handlungsempfehlungen allerdings in der Krafttrainingsroutine in Fitness-Studios umgesetzt werden, kann nicht eindeutig anhand belastbarer Daten belegt werden.

Aus diesen Darstellungen lässt sich ein Forschungsdesiderat für die vorliegende Studie ableiten. In der nachfolgend beschriebenen Untersuchung sollen weiterführende empirische Befunde zu den oben genannten trainingsmethodischen Ansätzen zur Intensitätssteuerung mit der für das Setting „Fitness-Studio“ repräsentativen heterogenen Klientel in Form eines Feldtests gesammelt werden.

4 Untersuchungsziele und operationale Hypothesen

Basierend auf den bisherigen theoretischen Ausführungen, speziell im Hinblick auf die Problematik der Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining (Kapitel 3), lassen sich für die vorliegende Arbeit verschiedene Untersuchungsziele ableiten, die im Folgenden beschrieben werden.

Da die meisten Studien zu spezifischen Ansätzen der Intensitätssteuerung im fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining unter Laborbedingungen und mit einer relativ homogenen Zielklientel durchgeführt wurden (z. B. Buskies, 1999, S. 317; 2001, S. 46; Buskies et al., 1996, S. 171, S. 174 sowie S. 175; Strack & Eifler, 2005, S. 157), liegen bis dato kaum Daten aus Untersuchungen zur Intensitätssteuerung unter den realen Rahmenbedingungen des Krafttrainings im Setting „Fitness-Studio“ mit der dort repräsentativen heterogenen Zielklientel vor. Ein zentrales Ziel der vorliegenden Untersuchung beschäftigt sich mit der Forschungsfrage, ob es zu Veränderungen der Kraftleistung bei ausgewählten Ansätzen zur Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining kommt. In diesem Kontext wird in Anlehnung an Kapitel 3 zum einen zwischen einer deduktiven und einer induktiven Intensitätssteuerung differenziert. Zum anderen wird die Kontrolle der Intensitätssteuerung (kontrolliert per Lastvorgabe, kontrolliert mithilfe der Borg-Skala, unkontrolliert bzw. intuitiv) als Parameter zur Ausdifferenzierung der trainingsmethodischen Ansätze herangezogen. Daraus abgeleitet werden folgende Ansätze zur Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining untersucht:

1. Krafttraining mit einer deduktiv hergeleiteten Trainingsintensität nach dem Ansatz der ILB-Methode (Lastvorgabe)
2. Krafttraining mit einer induktiv hergeleiteten Trainingsintensität (kontrolliert mittels Borg-Skala)
3. Krafttraining mit einer induktiv hergeleiteten Trainingsintensität (unkontrolliert bzw. intuitiv)

Ein erstes Untersuchungsziel der vorliegenden Studie besteht darin, zu überprüfen, ob es durch die oben genannten trainingsmethodischen Ansätze zur Intensitätssteuerung zu Veränderungen der Kraftleistung kommt (operationalisiert über die Kraftleistung in einem 20-RM-, 10-RM- und 1-RM-Test). Die Untersuchung soll mit

der für das Setting „Fitness-Studio“ repräsentativen Klientel und unter den realen Rahmenbedingungen einer kommerziellen Fitness-Anlage als Feldtest stattfinden. Hieraus lassen sich folgende operationale Hypothesen ableiten:

- H_{1.1}** Ein sechswöchiges fitnessorientiertes Krafttraining mit verschiedenen Ansätzen zur Steuerung der submaximalen Intensitäten führt zu Veränderungen der Kraftleistung im 20-RM.
- H_{1.2}** Ein sechswöchiges fitnessorientiertes Krafttraining mit verschiedenen Ansätzen zur Steuerung der submaximalen Intensitäten führt zu Veränderungen der Kraftleistung im 10-RM.
- H_{1.3}** Ein sechswöchiges fitnessorientiertes Krafttraining mit verschiedenen Ansätzen zur Steuerung der submaximalen Intensitäten führt zu Veränderungen der Kraftleistung im 1-RM.

Nach Sarris (1992, S. 147) besteht bei einem Pre-Post-Test-Design die Gefahr, dass die Durchführung eines Pre-Tests das Ergebnis des Post-Tests beeinflusst. In der vorliegenden Untersuchung besteht die Möglichkeit, dass die Pre-Tests über Anpassungserscheinungen (Lern- und Trainingseffekte) zu Determinanten der Post- und Follow-up-Test-Ergebnisse werden. Ein weiterer schwierig zu kalkulierender Faktor könnte das Wissen über die erzielte Kraftleistung in einem Pre-Test sein, welche die Probanden in einem Post-Test zu überbieten versuchen (Bortz & Döring, 2006, S. 504). Dieser unkalkulierbare Motivationsfaktor könnte zusätzliche Leistungsreserven über das normale Maß hinaus ermöglichen und somit eine höhere Kraftleistung im Sinne motivational bedingter höherer Krafttestwerte auslösen. Aus diesem Grund besteht ein zweites Untersuchungsziel der vorliegenden Studie darin, den Einfluss eines Pre-Tests auf die Kraftleistungen in Post- und Follow-up-Tests zu untersuchen. Hieraus lassen sich folgende operationale Hypothesen ableiten:

- H_{2.1}** Die Kraftleistungen im 20-RM Post-Test unterscheiden sich zwischen Experimentalgruppen mit Pre-Test und Kontrollgruppen ohne Pre-Test.
- H_{2.2}** Die Kraftleistungen im 10-RM Post-Test unterscheiden sich zwischen Experimentalgruppen mit Pre-Test und Kontrollgruppen ohne Pre-Test.
- H_{2.3}** Die Kraftleistungen in den 1-RM Post- und Follow-up-Tests unterscheiden sich zwischen Experimentalgruppen mit Pre-Test und Kontrollgruppen ohne Pre-Test.

Im Rahmen von Untersuchungen zur Intensitätssteuerung im Krafttraining werden fitness- und gesundheitsorientierte Krafttrainingsmethoden, deren Kennzeichen submaximale Trainingsintensitäten sind, nahezu ausschließlich mit klassischen Krafttrainingsmethoden aus dem leistungsorientierten Krafttraining verglichen, die eine muskuläre Erschöpfung anstreben (Buskies, 1999, S. 317; 2001, S. 47; Buskies et al., 1996, S. 171-177). Ein drittes zentrales Untersuchungsziel der vorliegenden Arbeit besteht daher darin, einen Vergleich zwischen den ausgewählten Fitness-Krafttrainingsmethoden hinsichtlich der Trainingseffekte durchzuführen. Hieraus lassen sich folgende operationale Hypothesen ableiten:

- H_{3.1}** Die Veränderungen der Kraftleistung im 20-RM unterscheiden sich innerhalb der trainingsmethodischen Ansätze zur Intensitätssteuerung.
- H_{3.2}** Die Veränderungen der Kraftleistung im 10-RM unterscheiden sich innerhalb der trainingsmethodischen Ansätze zur Intensitätssteuerung.
- H_{3.3}** Die Veränderungen der Kraftleistung im 1-RM unterscheiden sich innerhalb der trainingsmethodischen Ansätze zur Intensitätssteuerung.

Da Anpassungsprozesse im Krafttraining durch das Trainingsalter beeinflusst werden und davon ausgegangen werden kann, dass Personen mit geringer Leistungsfähigkeit höhere Trainingseffekte erzielen als Personen mit hoher Leistungsfähigkeit (Fröhlich, 2010, S. 39; Fröhlich et al., 2012, S. 17; Rhea et al., 2003, S. 458; Wolfe et al., 2004, S. 43), werden in der Untersuchung verschiedene Leistungsstufen getestet. Die Klassifizierung der Leistungsstufen beruht auf den Vorgaben der ILB-Methode und wurde zwecks Standardisierung der Untersuchung auf die weiteren Ansätze zur Intensitätssteuerung übertragen (vgl. Kapitel 3.1.3, Tab. 15; Leistungsstufen „Begin-

ner“, „Geübte“, „Fortgeschrittene“ sowie „Leistungsstrainierende“). Als viertes Untersuchungsziel soll in diesem Kontext untersucht werden, ob sich die Veränderungen der Kraftleistung auf der Ebene der Leistungsstufen unterscheiden. Hieraus lassen sich folgende operationale Hypothesen ableiten:

- H_{4.1}** Die Veränderungen der Kraftleistung im 20-RM unterscheiden sich innerhalb der Leistungsstufen.
- H_{4.2}** Die Veränderungen der Kraftleistung im 10-RM unterscheiden sich innerhalb der Leistungsstufen.
- H_{4.3}** Die Veränderungen der Kraftleistung im 1-RM unterscheiden sich innerhalb der Leistungsstufen.

Verschiedene Studien zeigen, dass Frauen deutlich stärker von einem Krafttraining profitieren als Männer (Buford, Rossi, Smith, Douglas & Warren, 2007, S. 1248; Herrick & Stone, 1996, S. 75; Lemmer et al., 2007, S. 733-735; Thomas et al., 2007, S. 338-339). Obgleich Fröhlich et al. (2012, S. 17) sowie Fröhlich et al. (2009, S. 311) diese geschlechterspezifischen Unterschiede im geringeren Ausgangsniveau der Frauen sowie in der Selektivität der Stichproben begründet sehen, soll als fünftes Untersuchungsziel in der vorliegenden Studie überprüft werden, ob sich diese geschlechterspezifischen Effekte des Krafttrainings bei Breiten- und Freizeitsportlern bestätigen lassen. Hieraus lassen sich folgende operationale Hypothesen ableiten:

- H_{5.1}** Die Veränderungen der Kraftleistung im 20-RM unterscheiden sich geschlechterspezifisch.
- H_{5.2}** Die Veränderungen der Kraftleistung im 10-RM unterscheiden sich geschlechterspezifisch.
- H_{5.3}** Die Veränderungen der Kraftleistung im 1-RM unterscheiden sich geschlechterspezifisch.

Die Belastungsintensität stellt nach Olivier et al. (2008, S. 120) eine der wichtigsten Variablen zur Gestaltung des Krafttrainings dar. Der Vergleich verschiedener trainingsmethodischer Ansätze zur Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining ist ein zentraler Gegenstand der vorliegenden Arbeit respektive der durchgeführten Unter-

suchung. In diesem Kontext stellt sich die Frage, mit welchen Intensitäten während der sechswöchigen Intervention trainiert wird. Nach dem Ansatz der ILB-Methode werden die Trainingsintensitäten deduktiv vorgegeben. Die prozentuale Berechnung der Trainingslasten mithilfe des ILB-Grobrasters (vgl. Tab. 15) beruht jedoch nicht auf empirisch abgesicherten Daten, sondern lediglich auf praktischen Erfahrungen. Verschiedene Studien zur induktiven Intensitätssteuerung belegen, dass die mangelnde Validität der subjektiven Belastungswahrnehmung bei krafttrainingsunerfahrenen Personen in einem Krafttraining mit individuell zu geringen Intensitäten resultiert (z. B. Focht, 2007, S. 187; Glass, 2008, S. 1029; Glass & Stanton, 2004, S. 327; Mazzetti et al., 2000, S. 1183; Ratamess et al., 2008, S. 111). Somit besteht ein sechstes Untersuchungsziel der Studie in einem Vergleich der Trainingsmethoden hinsichtlich Unterschiede bei den realisierten Trainingsintensitäten (standardisiert in % 1-RM; als Richtwert gilt der 1-RM-Test zum Testzeitpunkt t_0). Eventuelle Unterschiede bei den realisierten Trainingsintensitäten können zudem als Erklärungsansatz im Falle auftretender Effektunterschiede bei den verschiedenen Trainingsmethoden dienen. Da bei der ILB-Methode, als einziger Vertreter einer deduktiven Intensitätssteuerung, alle zwei Wochen eine progressive Steigerung der Trainingslasten erfolgt, werden zum Vergleich bei allen Versuchsgruppen die durchschnittlich realisierten Trainingsintensitäten in Woche 1-2, 3-4 sowie 5-6 zusammengefasst. Hieraus lassen sich folgende operationale Hypothesen ableiten:

- | | |
|------------------------|--|
| H_{6.1} | Die realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) in Woche 1 und 2 unterscheiden sich innerhalb der trainingsmethodischen Ansätze zur Intensitätssteuerung. |
| H_{6.2} | Die realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) in Woche 3 und 4 unterscheiden sich innerhalb der trainingsmethodischen Ansätze zur Intensitätssteuerung. |
| H_{6.3} | Die realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) in Woche 5 und 6 unterscheiden sich innerhalb der trainingsmethodischen Ansätze zur Intensitätssteuerung. |

Da davon ausgegangen werden muss, dass die erzielten Trainingseffekte durch das Trainingsalter beeinflusst werden (Fröhlich, 2010, S. 39; Fröhlich et al., 2012, S. 17; Rhea et al., 2003, S. 458; Wolfe et al., 2004, S. 43), besteht ein siebtes Untersuchungsziel darin, die realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen zu analysieren. Hieraus lassen sich folgende operationale Hypothesen ableiten:

- H_{7.1}** Die realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) in Woche 1 und 2 unterscheiden sich innerhalb der Leistungsstufen.
- H_{7.2}** Die realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) in Woche 3 und 4 unterscheiden sich innerhalb der Leistungsstufen.
- H_{7.3}** Die realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) in Woche 5 und 6 unterscheiden sich innerhalb der Leistungsstufen.

Die in Krafttrainingsstudien zu beobachtenden höheren Trainingseffekte bei Frauen (Buford et al., 2007, S. 1248; Herrick & Stone, 1996, S. 75; Lemmer et al., 2007, S. 733-735; Thomas et al., 2007, S. 338-339) werden z. B. von Fröhlich et al. (2012, S. 17) sowie Fröhlich et al. (2009, S. 311) im geringeren Ausgangsniveau der Frauen sowie in der Selektivität der Stichproben begründet. Ein achttes Untersuchungsziel besteht darin, die realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich geschlechterspezifischer Unterschiede zu analysieren, um daraus Erklärungsansätze für geschlechterspezifische Unterschiede bei den Trainingseffekten ableiten zu können. Hieraus lassen sich folgende operationale Hypothesen ableiten:

- H_{8.1}** Die realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) in Woche 1 und 2 unterscheiden sich geschlechterspezifisch.
- H_{8.2}** Die realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) in Woche 3 und 4 unterscheiden sich geschlechterspezifisch.
- H_{8.3}** Die realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) in Woche 5 und 6 unterscheiden sich geschlechterspezifisch.

5 Untersuchungsmethodik

Zur Überprüfung der in Kapitel 4 formulierten Hypothesen, wurde zum Wintersemester 2008/2009 ein Forschungsprojekt der Deutschen Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement (im Folgenden mit DHfPG abgekürzt) gestartet. Hierzu wurden Daten unter Berücksichtigung der in Kapitel 5 beschriebenen Untersuchungsmethodik in insgesamt 48 unterschiedlichen Fitness-Unternehmen, verteilt über ganz Deutschland, in Form eines Feldtests gesammelt. Die Datenerhebung erfolgte über Bachelor-Studierende der DHfPG als Multiplikatoren im Rahmen ihrer Bachelor-Thesen.

5.1 Treatment- und Probandenstichprobe

Im Folgenden werden zunächst die Abstufungen bzw. Ausdifferenzierungen der Treatmentstichprobe dargestellt. Anschließend erfolgen eine Vorstellung der Probandenstichprobe sowie die Verteilung der Probanden auf die einzelnen, mehrfach abgestuften Stichproben.

5.1.1 Treatmentstichprobe

Die Treatmentstichprobe (unabhängige Variable) wurde mehrfach gestuft. Auf einer ersten Stufe wurde die unabhängige Variable in drei trainingsmethodische Ansätze zur Intensitätssteuerung unterteilt:

- Krafttraining mit einer kontrollierten Intensitätssteuerung nach der ILB-Methode (deduktiver Ansatz der Intensitätssteuerung) – Versuchsgruppe 1
- Krafttraining mit einer kontrollierten Intensitätssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden (induktiver Ansatz der Intensitätssteuerung; Kontrolle des Belastungsempfindens über die Borg-Skala) – Versuchsgruppe 2
- Krafttraining mit einer unkontrollierten bzw. intuitiven Intensitätssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden – Versuchsgruppe 3

Um Pre-Test-Effekte (Lern- und Trainingseffekte) aufzudecken, wurden die unabhängigen Variablen auf einer zweiten Stufe jeweils in eine Experimental- und eine Kontrollgruppe ausdifferenziert:

- Krafttraining nach dem Ansatz der ILB-Methode mit Pre-Test – Versuchsgruppe 1.1 (Experimentalgruppe)
- Krafttraining nach dem Ansatz der ILB-Methode ohne Pre-Test – Versuchsgruppe 1.2 (Kontrollgruppe)
- Krafttraining nach subjektivem Belastungsempfinden (kontrolliert über Borg-Skala) mit Pre-Test – Versuchsgruppe 2.1 (Experimentalgruppe)
- Krafttraining nach subjektivem Belastungsempfinden (kontrolliert über Borg-Skala) ohne Pre-Test – Versuchsgruppe 2.2 (Kontrollgruppe)
- Krafttraining nach subjektivem Belastungsempfinden (unkontrolliert bzw. intuitiv) mit Pre-Test – Versuchsgruppe 3.1 (Experimentalgruppe)
- Krafttraining nach subjektivem Belastungsempfinden (unkontrolliert bzw. intuitiv) ohne Pre-Test – Versuchsgruppe 3.2 (Kontrollgruppe)

Um die Störgröße „Trainingsalter“ zu kontrollieren, wurde die unabhängige Variable auf einer dritten Stufe nochmals in Leistungsstufen ausdifferenziert:

- Leistungsstufe „Beginner“ (B) mit mindestens 2 Monaten Krafttrainingserfahrung
- Leistungsstufe „Geübte“ (G) mit mindestens 6 Monaten Krafttrainingserfahrung
- Leistungsstufe „Fortgeschrittene“ (F) mit mindestens 12 Monaten Krafttrainingserfahrung
- Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ (L) mit mindestens 36 Monaten Krafttrainingserfahrung

Die Auswahl dieser Leistungsstufen beruht auf den Vorgaben der ILB-Methode (Strack & Eifler, 2005, S. 153) und wurde zwecks Standardisierung auf alle in dieser Studie getesteten Ansätze zur Intensitätssteuerung übertragen. „Krafttrainingserfahrung“ wurde im Rahmen dieser Studie als ein im Durchschnitt mindestens 1-2-mal pro Woche regelmäßig durchgeführtes Krafttraining definiert. Die Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ sollte nicht mit Leistungssportlern besetzt werden. Belastbare Freizeit- und Gesundheitssportler mit einem Trainingsalter von mindestens 36 Monaten sollten unter dieser Leistungsstufe untersucht werden. Verschiedene Untersu-

chungen konnten zeigen, dass die Variable „Trainingsalter“ einen weitaus größeren Einfluss auf Krafttrainingseffekte zu haben scheint als die Variable „kalendarisches Alter“ (Fröhlich et al., 2012, S. 17; Kraemer et al., 1999, S. 990). Dennoch wurde das kalendarische Alter als Kovariable bei der Datenauswertung berücksichtigt (vgl. Kapitel 5.5).

Da verschiedene Studien zeigen konnten, dass Frauen deutlich stärker von einem Krafttraining profitieren als Männer (Buford, Rossi, Smith, Douglas & Warren, 2007, S. 1248; Herrick & Stone, 1996, S. 75; Lemmer et al., 2007, S. 733-735; Thomas et al., 2007, S. 338-339), wurde weiterhin in der jeder Stichprobe auf eine weitgehend homogene Geschlechterverteilung geachtet.

Eine detaillierte Beschreibung des Treatments erfolgt in Kapitel 5.3 der vorliegenden Arbeit.

5.1.2 Probandenstichprobe

Alle an der Studie teilnehmenden Probanden wurden über die Multiplikatoren in kommerziellen Fitness-Studios rekrutiert. Die Teilnahme an der Studie erfolgte sowohl für die Multiplikatoren als auch für die Probanden auf freiwilliger Basis. Eine Parallelisierung der Probanden erfolgte über die Klassifikation der Leistungsstufen (basierend auf dem Trainingsalter der Versuchspersonen). Des Weiteren wurden die Multiplikatoren aufgefordert, auf ein weitgehend identisches Geschlechterverhältnis zu achten. Eine Randomisierung erfolgte durch die Auslosung der Versuchsgruppen für die Multiplikatoren. Somit hatten weder Multiplikatoren noch Probanden einen Einfluss auf die Auswahl der Versuchsgruppen.

Ein Kernziel bei der Probandenaquise bestand darin, eine für das Setting „Fitness-Studio“ repräsentative Klientel als Probanden zu rekrutieren. Nach Wirth (2007, S. 5) betreiben die meisten Besucher eines Fitness-Studios ein Krafttraining primär aus präventiven oder ästhetischen Gesichtspunkten. Nach Zimmermann (2002, S. 30) besteht die globale Zielstellung des primärpräventiven Krafttrainings in der Förderung bzw. Festigung von Gesundheit, Wohlbefinden und allgemeiner psychophysischer Leistungsfähigkeit, der Vermeidung von Krankheiten, die aus dem Risikofaktor Bewegungsmangel resultieren sowie der Verzögerung der gesundheitsbeeinträchtigenden Auswirkungen des Alterungsprozesses. Als Versuchspersonen wurden daher ausschließlich gesunde, erwachsene Männer und Frauen rekrutiert, die ein fitness-

oder gesundheitssportlich orientiertes Krafttraining als primär- oder sekundärpräventive Interventionsmaßnahme durchführen. Nicht-repräsentative Minderheiten (z. B. Hochleistungssportler, Kinder und Jugendliche) wurden als Versuchspersonen nicht in Betracht gezogen. Ausschlusskriterien für eine Teilnahme an der Studie waren manifeste Erkrankungen des Herz-Kreislauf-, Atmungs- oder muskuloskeletalen Systems (Tertiärprävention, Rehabilitation). Vor dem Versuchsstart wurden die Probanden über den Zweck der Studie mittels eines Informationsblattes aufgeklärt (vgl. Anhang 9). Danach erfolgten die Erfassung personenspezifischer Variablen sowie eine Anamnese in Form eines standardisierten Fragebogens (vgl. Anhang 10), um eventuelle gesundheitliche Risiken ausschließen zu können. Die Probanden- und Anamnesedaten wurden aus Gründen des Datenschutzes codiert.

Insgesamt nahmen an der Studie 712 Probanden teil. 111 Probanden haben die Studie nicht beendet. Aussagen über die Gründe zum Abbruch der Studie können nicht getroffen werden. Statistisch auswertbare Datensätze liegen folglich von 601 Probanden vor. Voraussetzung zur statistischen Auswertung war die Teilnahme an mindestens 85 % der Trainingstermine (eine Kontrolle erfolgte durch die Multiplikatoren über Anwesenheitslisten sowie elektronische Check-in-Systeme) sowie die Teilnahme an allen Testterminen. Die Tab. 29 stellt eine Probandenstatistik für die 601 Kandidaten vor, welche die Studie beendet haben.

Tab. 29: Deskriptive Statistik aller Probanden (ohne Drop-outs)

Anzahl Probanden gesamt/männlich/weiblich	N = 601/313/288			
	M.	Std.	Max.	Min.
Alter [Jahre]	33,88	9,52	67	18
Körpergröße [cm]	173,60	9,67	200	150
Körpergewicht [kg]	72,95	14,17	135	49
Trainingsalter [Monate]	24,02	30,62	240	2
Trainingshäufigkeit (Ø Einheiten/Woche)	2,60	0,65	5	1
Trainingsumfang (Ø Dauer/Einheit [min.])	65,07	14,57	120	30
zusätzlicher Kraftsport (Ø Std./Woche)	0,17	0,60	8,0	0,0
zusätzlicher sonstiger Sport (Ø Std./Woche)	1,36	1,59	10,0	0,0

Die Tab. 30 stellt die gleichen Parameter für die Drop-outs vor. Hier liegen lediglich die Personendaten sowie bei den Experimentalgruppen die Pre-Test-Ergebnisse vor.

Zwischen den Daten der Probanden, welche die Studie beendet haben, und den Drop-outs konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Tab. 30: Deskriptive Statistik aller Drop-outs

Anzahl Probanden gesamt/männlich/weiblich	N = 111/49/62			
	M.	Std.	Max.	Min.
Alter [Jahre]	31,36	7,47	50	19
Körpergröße [cm]	173,23	10,11	198	156
Körpergewicht [kg]	71,05	14,17	110	50
Trainingsalter [Monate]	23,12	28,22	120	2
Trainingshäufigkeit (Ø Einheiten/Woche)	2,76	0,77	4	2
Trainingsumfang (Ø Dauer/Einheit [min.])	65,41	13,54	90	45
zusätzlicher Kraftsport (Ø Std./Woche)	0,19	0,58	5,0	0,0
zusätzlicher sonstiger Sport (Ø Std./Woche)	1,38	1,57	6,0	0,0

Die Tab. 31 zeigt die Verteilung der 601 Probanden (ohne Drop-outs), geschichtet nach Versuchsgruppen und Geschlecht.

Tab. 31: Anzahl Probanden, geschichtet nach Versuchsgruppen und Geschlecht

Stichprobe	N Probanden gesamt	N Probanden männlich	N Probanden weiblich
V1	198	104	94
V1.1	104	54	50
V1.2	94	50	44
V2	205	106	99
V2.1	109	58	51
V2.2	96	48	48
V3	198	103	95
V3.1	102	54	48
V3.2	96	49	47
Gesamt	601	313	288

V = Versuchsgruppe

Zwischen den Versuchsgruppen (V1, V2, V3) zeigten sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Alter ($F_{(2, 598)} = 1,00$; $p = 0,368$), Körpergröße ($F_{(2, 598)} = 0,35$; $p = 0,702$), Körpergewicht ($F_{(2, 598)} = 0,14$; $p = 0,873$), Trainingsalter ($F_{(2, 598)} = 0,64$; $p = 0,527$), Trainingshäufigkeit ($F_{(2, 598)} = 0,43$; $p = 0,653$) sowie Trainingsumfang ($F_{(2, 598)} = 1,58$; $p = 0,206$).

Zwischen Experimental- (V1.1, V2.1, V3.1) und Kontrollgruppen (V1.2, V2.2, V3.2) zeigten sich ebenso keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Alter ($F_{(1, 599)} = 0,02$; $p = 0,896$), Körpergröße ($F_{(1, 599)} = 0,04$; $p = 0,841$), Körpergewicht ($F_{(1, 599)} = 1,33$; $p = 0,249$), Trainingsalter ($F_{(1, 599)} = 1,36$; $p = 0,244$), Trainingshäufigkeit ($F_{(1, 599)} = 0,05$; $p = 0,833$) sowie Trainingsumfang ($F_{(1, 599)} = 1,51$; $p = 0,220$).

Um den Einfluss zusätzlicher sportlicher Aktivität auf die Effekte des gerätegestützten Krafttrainings überprüfen zu können, wurde in der Anamnese (vgl. Anhang 10) abgefragt, ob zu dem gerätegestützten Krafttraining im Fitness-Studio weitere kraftorientierte sportliche Aktivitäten (Kräftigungsgymnastik, kraftorientierte Disziplinen in der Leichtathletik, Geräteturnen, Klettern etc.) sowie sonstige sportliche Aktivitäten (Ausdauertraining, ausdauerorientiertes Gruppentraining, Ballsportarten, Rückschlagspiele, Kampfsport, Schwimmen etc.) ausgeübt werden. 88,7 % der Probanden übten keine zusätzlichen kraftorientierten sportlichen Aktivitäten aus. 8,0 % der Probanden übten zusätzliche kraftorientierte Aktivitäten in einem Umfang bis zu einer Stunde pro Woche aus (eine Stunde pro Woche = Median). Lediglich 3,3 % der Probanden übten mehr als eine Stunde pro Woche zusätzliche kraftorientierte Aktivitäten aus. 43,1 % der Probanden übten keine zusätzlichen sportlichen Aktivitäten aus. 39,9 % der Probanden übten zusätzliche sportliche Aktivitäten in einem Umfang bis zu zwei Stunden pro Woche aus (zwei Stunden pro Woche = Median). 17,0 % der Probanden übten zusätzliche sportliche Aktivitäten in einem Umfang von mehr als zwei Stunden pro Woche aus.

Zwischen den Versuchsgruppen (V1, V2, V3) zeigte sich lediglich bei dem Umfang der zusätzlichen kraftorientierten Aktivitäten ein signifikanter Unterschied ($F_{(2, 598)} = 6,60$; $p = 0,001$). Hinsichtlich sonstiger zusätzlicher Aktivität konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($F_{(2, 598)} = 0,64$; $p = 0,528$).

Zwischen Experimental- (V1.1, V2.1, V3.1) und Kontrollgruppen (V1.2, V2.2, V3.2) zeigte sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich zusätzlicher kraftorientierter Aktivitäten ($F_{(1, 599)} = 0,50$; $p = 0,479$) sowie sonstiger zusätzlicher sportlicher Aktivitäten ($F_{(1, 599)} = 2,14$; $p = 0,144$).

Die Tab. 32 zeigt abschließend die Verteilung der 601 Probanden (ohne Drop-outs), geschichtet nach Versuchsgruppen, Leistungsstufen und Geschlecht.

Tab. 32: Anzahl Probanden, geschichtet nach Versuchsgruppen, Leistungsstufen und Geschlecht

Stichprobe	N Probanden gesamt	N Probanden männlich	N Probanden weiblich
V1.1-B	26	13	13
V1.1-G	27	14	13
V1.1-F	29	15	14
V1.1-L	22	12	10
V1.2-B	23	12	11
V1.2-G	24	11	13
V1.2-F	26	16	10
V1.2-L	21	11	10
V2.1-B	25	12	13
V2.1-G	27	15	12
V2.1-F	36	20	16
V2.1-L	21	11	10
V2.2-B	26	13	13
V2.2-G	26	12	14
V2.2-F	23	12	11
V2.2-L	21	11	10
V3.1-B	25	13	12
V3.1-G	24	13	11
V3.1-F	33	18	15
V3.1-L	20	10	10
V3.2-B	24	13	11
V3.2-G	27	13	14
V3.2-F	25	13	12
V3.2-L	20	10	10
Gesamt	601	313	288

V = Versuchsgruppe

B = Beginner

G = Geübte

F = Fortgeschrittene

L = Leistungstrainierende

5.2 Variablenstichprobe

Als abhängige Variable wurde in der vorliegenden Untersuchung die Veränderung der Kraftleistung definiert. Aus Gründen der Praktikabilität und guten Standardisierbarkeit (Stemper, 1994, S. 216) wurden sportmotorische Krafttests zur Erfassung der Kraftleistung eingesetzt. In diesem Kontext wurden 20-RM-, 10-RM- sowie 1-RM-Tests durchgeführt, um die Veränderungen der Kraftleistung in verschiedenen Krafttrainingsbereichen messen zu können. Einen Überblick über die zeitliche Positionierung der Tests kann aus Kapitel 5.2.4 entnommen werden.

Um die Problematik der koordinativen Einflüsse (Moritani, 1994, S. 267) bzw. der Notwendigkeit einer zusätzlichen Testgewöhnungsphase (Ritti-Dias, Avelar, Salvador & Cyrino, 2011, S. 1422; Ploutz-Snyder & Giamis, 2001, S. 522) zu umgehen, wurden in der vorliegenden Studie ausschließlich Probanden mit einer Krafttrainingserfahrung von mindestens zwei Monaten zugelassen. Zudem wurden Test- und Trainingsübungen mit einem relativ geringen koordinativen Anspruch ausgewählt (vgl. Kapitel 5.3.2).

Die folgenden Kapitel thematisieren die Durchführungsmodalitäten der in der vorliegenden Studie zum Einsatz kommenden Testverfahren sowie den zeitlichen Ablauf der Tests.

5.2.1 20-RM-Test

Als 20-RM wurde die maximale Last für 20 Wiederholungen definiert. Der Ablauf des 20-RM-Tests wurde in der vorliegenden Untersuchung folgendermaßen standardisiert:

- fünf Minuten allgemeines Aufwärmen auf einem Ergometer nach Wahl des Probanden bei einer Belastungsherzfrequenz von 60 % der theoretischen Hf_{max}
- ein spezifischer Aufwärmesatz mit 50 % der im ersten Testsatz aufgelegten Gewichtslast bei zehn Wiederholungen (die Notwendigkeit eines allgemeinen und spezifischen Aufwärmens betonen Abad, Prado, Ugrinowitsch, Tricoli & Barroso, 2011, S. 2245)
- Durchführung von maximal drei Testsätzen („trial and error“ Prinzip); Einstiegs- gewicht sowie Intensitätssteigerungen werden vom Versuchsleiter abgeschätzt; maximal 20 Wiederholungen pro Testsatz

- drei Minuten Pausendauer zwischen den Testsätzen
- Ausbelastungskriterien: primär technisch unkorrekte Bewegungsausführung sowie Abweichung vom vorgegebenen Bewegungstempo (durchschnittliche TUT: 2/0/2 – nach Sánchez-Medina und González-Badillo (2011, S. 1733) stellt eine Abweichung vom vorgegebenen Bewegungstempo ein valides Instrument zur Erfassung der beginnenden neuromuskulären Ermüdung dar); sekundär konzentrisches Muskelversagen
- identische Übungsreihenfolge zur standardisierten Trainingsphase (vgl. Kapitel 5.3.3)

5.2.2 10-RM-Test

Als 10-RM wurde die maximale Last für zehn Wiederholungen definiert. Der Ablauf des 10-RM-Tests wurde in der vorliegenden Untersuchung folgendermaßen standardisiert:

- fünf Minuten allgemeines Aufwärmen auf einem Ergometer nach Wahl des Probanden bei einer Belastungsherzfrequenz von 60 % der theoretischen Hf_{max}
- ein spezifischer Aufwärmesatz mit 50 % der im ersten Testsatz aufgelegten Gewichtslast bei zehn Wiederholungen
- Durchführung von maximal drei Testsätzen („trial and error“ Prinzip); Einstiegs- gewicht sowie Intensitätssteigerungen werden vom Versuchsleiter abgeschätzt; maximal zehn Wiederholungen pro Testsatz
- drei Minuten Pausendauer zwischen den Testsätzen
- Ausbelastungskriterien: primär technisch unkorrekte Bewegungsausführung sowie Abweichung vom vorgegebenen Bewegungstempo (durchschnittliche TUT: 2/0/2); sekundär konzentrisches Muskelversagen
- identische Übungsreihenfolge zur standardisierten Trainingsphase (vgl. Kapitel 5.3.3)

5.2.3 1-RM-Test

Als 1-RM wurde die maximale Last für eine Wiederholung definiert. Der Ablauf des 1-RM-Tests wurde in der vorliegenden Untersuchung folgendermaßen standardisiert:

- fünf Minuten allgemeines Aufwärmen auf einem Ergometer nach Wahl des Probanden bei einer Belastungsherzfrequenz von 60 % der theoretischen Hf_{max}

- ein spezifischer Aufwärmsetz mit 50 % der im ersten Testsatz aufgelegten Gewichtslast bei zehn Wiederholungen
- zweiter spezifischer Aufwärmsetz mit 80 % der im ersten Testsatz aufgelegten Gewichtslast bei zwei Wiederholungen
- Durchführung von maximal vier Testsätzen („trial and error“ Prinzip); Einstiegs- gewicht sowie Intensitätssteigerungen werden vom Versuchsleiter abgeschätzt; maximal eine Wiederholung pro Testsatz
- drei Minuten Pausendauer zwischen den Testsätzen
- Ausbelastungskriterien: primär technisch unkorrekte Bewegungsausführung so- wie Abweichung vom vorgegebenen Bewegungstempo (durchschnittliche TUT: 2/0/2); sekundär konzentrisches Muskelversagen
- identische Übungsreihenfolge zur standardisierten Trainingsphase (vgl. Kapitel 5.3.3)

Zur Legitimation der 1-RM-Testung bei Fitness- und Freizeitsportlern sei an dieser Stelle auf eine Untersuchung von Lovell, Cuneo und Gass (2011, S. 255-256) ver- wiesen. In dieser Untersuchung wurden Herzfrequenz- und Blutdruckanstieg älterer Menschen (Alterspanne zwischen 70 und 80 Jahre) bei der 1-RM-Testung sowie bei submaximaler Krafttestung erhoben. Hier konnte beobachtet werden, dass sowohl Herzfrequenz- als auch Blutdruckanstieg bei der 1-RM-Testung signifikant geringer im Vergleich zur submaximalen Krafttestung waren. Konträr zu der Meinung einiger Experten (z. B. Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4) kommen Lovell et al. (2011, S. 257) auf der Basis dieser Studienergebnisse zu der Schlussfolgerung, dass die 1- RM-Testung im Hinblick auf kardiovaskuläre Risiken sicherer als eine submaximale Krafttestung ist.

5.2.4 Zeitliche Positionierung der Krafttests

In der vorliegenden Studie wurden verschiedene Testbatterien zur Erfassung der Veränderungen der Kraftleistung eingesetzt. Vor der Interventionsphase wurden Pre- Tests durchgeführt. Nach der Interventionsphase wurden identisch standardisierte Post-Tests durchgeführt. Um überschießende Krafttrainingseffekte messen zu kön- nen, wurden zudem mehrere Follow-up-Tests (hier nur noch Testung 1-RM) durchge- führt. Schlumberger und Schmidtbleicher (1998, S. 35) konnten drei, sieben, zehn,

14 und 21 Tage nach einem Vortest signifikante Steigerungen der dynamischen Maximalkraft bei der Übung „Bankdrücken“ nachweisen. Schlumberger und Schmidtbleicher (1998, S. 38) räumen jedoch ein, dass die Kraftzuwächse ab 14 bis 21 Tage nach dem Vortest nicht mehr eindeutig auf die Treatmentphase zurückgeführt werden können und auch aus einer Testanpassung resultieren können. Dies sollte in der vorliegenden Studie berücksichtigt werden. Da zudem zwischen der Testung sieben und zehn Tage nach dem Vortest kaum ein Unterschied hinsichtlich der Maximalkraft festgestellt werden konnte (Schlumberger & Schmidtbleicher, 1998, S. 35), wurden für die vorliegende Studie Follow-up-Tests drei, sieben und 14 Tage nach dem 1-RM-Post-Test festgelegt. In der Tab. 33 wird der chronologische Ablauf der in der Studie zum Einsatz kommenden Testbatterien dargestellt.

Tab. 33: Inhalte und chronologischer Ablauf der Testbatterien

Testbatterien	Inhalte und Ablauf
Ablauf t_0 (Pre-Test)	<ul style="list-style-type: none"> – 1. Termin: Testung 20-RM (mindestens 3 Tage Pause zum letzten Krafttraining) – 2. Termin: Testung 10-RM (mindestens 3 Tage Pause zum 20-RM-Test) – 3. Termin: Testung 1-RM (mindestens 3 Tage Pause zum 10-RM-Test)
Ablauf t_1 (Post-Test)	<ul style="list-style-type: none"> – 1. Termin: Testung 20-RM (mindestens 3 Tage Pause zum letzten Krafttraining) – 2. Termin: Testung 10-RM (mindestens 3 Tage Pause zum 20-RM-Test) – 3. Termin: Testung 1-RM (mindestens 3 Tage Pause zum 10-RM-Test)
Ablauf t_2 (Follow-up-Test)	Testung 1-RM (3 Tage nach dem 1-RM-Test aus t_1)
Ablauf t_3 (Follow-up-Test)	Testung 1-RM (7 Tage nach dem 1-RM-Test aus t_1)
Ablauf t_4 (Follow-up-Test)	Testung 1-RM (14 Tage nach dem 1-RM-Test aus t_1)

Durch eine strikte Einhaltung der Tagesperiodik sowie einer festen Uhrzeit (Pre- und Post-Tests fanden an den gleichen Wochentagen sowie zu gleichen Uhrzeiten statt; Follow-up-Tests fanden ebenso zu gleichen Uhrzeiten statt) sollten circadianrhythmische Einflüsse auf die Untersuchungsbedingungen möglichst minimiert werden (Oschütz, 1991, S. 12). Da speziell die Testung des 1-RM mit größeren methodischen Schwierigkeiten behaftet ist, wurde über die Reihenfolge der Tests eine sukzessive Annäherung an das 1-RM realisiert und dadurch die Messgenauigkeit erhöht (Soares-Caldeira et al., 2009, S. 2044).

Die Dokumentation der Testergebnisse erfolgte mittels standardisierter Testprotokolle (vgl. Anhang 11 bis 13). Die Motivation gilt als Einflussgröße auf die Kraftleistung (Hatfield & Brody, 2008, S. 166). Um motivationsbedingte Ausreißer mit auffälligen Testergebnissen identifizieren zu können, wurden die Probanden bei jedem Krafttesttermin nach aktueller Motivation und aktueller subjektiv empfundener Tagesform befragt. Zudem wurde der zeitliche Abstand zum letzten Krafttraining sowie das eventuelle Vorliegen einer Muskelkatersymptomatik erfragt.

5.3 Untersuchungsdesign und Untersuchungsablauf

Im Folgenden werden das Untersuchungsdesign, die zum Einsatz kommenden Test- und Trainingsübungen sowie die standardisierte Interventionsphase (Trainingsphase) der vorliegenden Studie im Detail vorgestellt.

5.3.1 Untersuchungsdesign

Die Tab. 34 stellt das Studiendesign bzw. den Studienplan in der Übersicht dar. In den Experimentalgruppen wurde vor der Trainingsphase als Pre-Test (t_0) das 20-, 10- und 1-RM bestimmt (vgl. Kapitel 5.2). Alle Versuchsgruppen absolvierten eine sechswöchige standardisierte Trainingsphase, da ab dieser Zeitspanne mit relevanten messbaren Veränderungen der Kraftleistung zu rechnen ist (Fleck & Kraemer, 2004, S. 67; Strack & Eifler, 2005, S. 158-159).

Nach der Trainingsphase wurden in allen Versuchsgruppen (Experimental- und Kontrollgruppen) als Post-Test (t_1) die gleichen sportmotorischen Krafttests durchgeführt. Um überschießende Kraftsteigerungen zu messen, wurden in allen Versuchsgruppen jeweils drei, sieben und 14 Tage nach dem letzten 1-RM-Test aus der Testbatterie t_1 Follow-up-Tests (t_2 - t_4) durchgeführt (Schlumberger & Schmidtbleicher, 1998, S. 35; vgl. Kapitel 5.2.4). Im Rahmen der Follow-up-Tests wurde lediglich das 1-RM als Testgröße erhoben (Vermeidung von Interaktionseffekten zwischen 1-RM- und X-RM-Tests).

Tab. 34: Studienplan

	V	Pre-Test	Trainingsmethode/Intensitätssteuerung	Post-Test	Follow-up-Tests		
R:	V1.1	t ₀	6 Wochen standardisiertes Krafttraining mit einer kontrollierten Intensitätssteuerung nach der ILB-Methode	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
R:	V1.2	---	6 Wochen standardisiertes Krafttraining mit einer kontrollierten Intensitätssteuerung nach der ILB-Methode	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
R:	V2.1	t ₀	6 Wochen standardisiertes Krafttraining mit einer kontrollierten Intensitätssteuerung nach dem subjektiven Belastungsempfinden	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
R:	V2.2	---	6 Wochen standardisiertes Krafttraining mit einer kontrollierten Intensitätssteuerung nach dem subjektiven Belastungsempfinden	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
R:	V3.1	t ₀	6 Wochen standardisiertes Krafttraining mit einer unkontrollierten Intensitätssteuerung nach dem Zufallsprinzip	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
R:	V3.2	---	6 Wochen standardisiertes Krafttraining mit einer unkontrollierten Intensitätssteuerung nach dem Zufallsprinzip	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄

R = Randomisierung

V = Versuchsgruppe

Bei der Versuchsgruppe V1.2 sah das Studiendesign keinen Pre-Test vor (vgl. Tab. 34). Durch diese Anforderung an das Studiendesign eröffnete sich folgendes Problem: Die Versuchsgruppe V1.2 sollte ein standardisiertes und deduktiv gesteuertes Krafttrainingsprogramm nach der ILB-Methode absolvieren. Das Krafttrainingsprogramm wurde bei allen Versuchsgruppen grundsätzlich mit 10 Wiederholungen durchgeführt. Für die deduktive Herleitung der Trainingsintensitäten nach der ILB-Methode war die Durchführung des 10-RM-Tests vor dem Trainingszyklus somit obligat (20-RM- und 1-RM-Test waren von dieser Problematik nicht betroffen). Um dennoch Einflüsse dieses 10-RM-Tests auf die Testbatterie in t₁ zu vermeiden, musste hier folgende Strategie angewandt werden: Der 10-RM-Test durfte für die Probanden der Versuchsgruppe V1.2 nicht als Test im engeren Sinne ersichtlich sein. Die Durchführung des 10-RM-Tests konnte hier von der Testleiterin bzw. dem Testleiter als „Gewöhnungstermin“ oder „Aufakttermin“ deklariert werden. Die Ergebnisse des 10-RM-Tests mussten für die Steuerung der Trainingsintensitäten dokumentiert werden. Die Ergebnisse durften den Probanden jedoch nicht mitgeteilt werden. Diese Vorgehensweise war ethisch vertretbar; den Probanden entstanden keine Nachteile. Insofern ist diese „Tarnung“ des 10-RM-Tests als legitim zu erachten.

Die Datenerhebung wurde im Rahmen von Bachelor-Thesen an Studierende der DHfPG delegiert. Die Versuchs- bzw. Projektleitung erfolgte zentral über den Autor

der vorliegenden Arbeit. Die jeweiligen Stichproben wurden zugelost. Die Instruktion der als Multiplikatoren fungierenden Studierenden der DHfPG wurde wie folgt standardisiert:

- Die im Kontext dieser Studie untersuchten Krafttrainingsmethoden sowie die zugrundeliegenden Krafttestverfahren sind curriculärer Bestandteil aller Studiengänge der DHfPG. Die teilnehmenden Studierenden verfügten dementsprechend über das notwendige fachliche Hintergrundwissen zur Durchführung der Datenerhebung.
- Das Forschungsprojekt wurde über eine Projektbeschreibung mit allen notwendigen Details zum Studiendesign sowie zum standardisierten Untersuchungsablauf ausgeschrieben.
- Alle teilnehmenden Studierenden wurden vom Projektleiter persönlich instruiert. Ebenso erfolgte die Zulosung der Stichproben zentral über den Projektleiter.
- Alle im Rahmen der Versuchsdurchführung zum Einsatz kommenden Informationsmaterialien, Anamnesebögen sowie Testprotokolle wurden zentral vom Projektleiter erstellt und den Multiplikatoren zur Verfügung gestellt (vgl. Anhang 9 bis 13).

5.3.2 Test- und Trainingsübungen

Die vorliegende Studie verfolgte das Ziel, einen vollständigen Trainingsplan, d. h. eine systematische Zusammenstellung von Übungen für verschiedene Muskelgruppen in einer standardisierten Übungsreihenfolge, im Hinblick auf die Trainingseffekte empirisch zu überprüfen. Die Übungsauswahl sollte möglichst repräsentativ für einen Trainingsplan im Rahmen eines fitnessorientierten Krafttrainings sein. Da diesbezüglich keinerlei Standards oder einheitliche Vorgaben existieren, beruhten Übungsauswahl sowie Übungsreihenfolge primär auf pragmatischen Empfehlungen. Die Tab. 35 stellt die in der vorliegenden Studie zum Einsatz kommenden Test- und Trainingsübungen sowie deren Zielmuskulatur im Überblick dar.

Tab. 35: Test- und Trainingsübungen der Untersuchung

Muskelgruppen	Krafttrainingsübungen
Beinmuskulatur	Beinpresse horizontal
Brustmuskulatur	Brustpresse horizontal
	Butterfly
Rückenmuskulatur	Latzug vertikal zum Nacken
	Rückenzug horizontal
Schultermuskulatur	Kurzhantel-Seitheben
Armmuskulatur	Armstrecken am Seilzug
	Kurzhantel-Armbeugen

Im Folgenden werden die Übungen jeweils mit Ausgangs- und Endposition dargestellt. Die folgenden Abbildungen sind dabei stellvertretend für die Test- und Trainingsübungen zu sehen. In der Studie wurden Geräte von verschiedenen Geräteherstellern verwendet, die in ihrer Konstruktion mit den hier dargestellten Geräten vergleichbar, jedoch nicht zu hundert Prozent identisch waren.

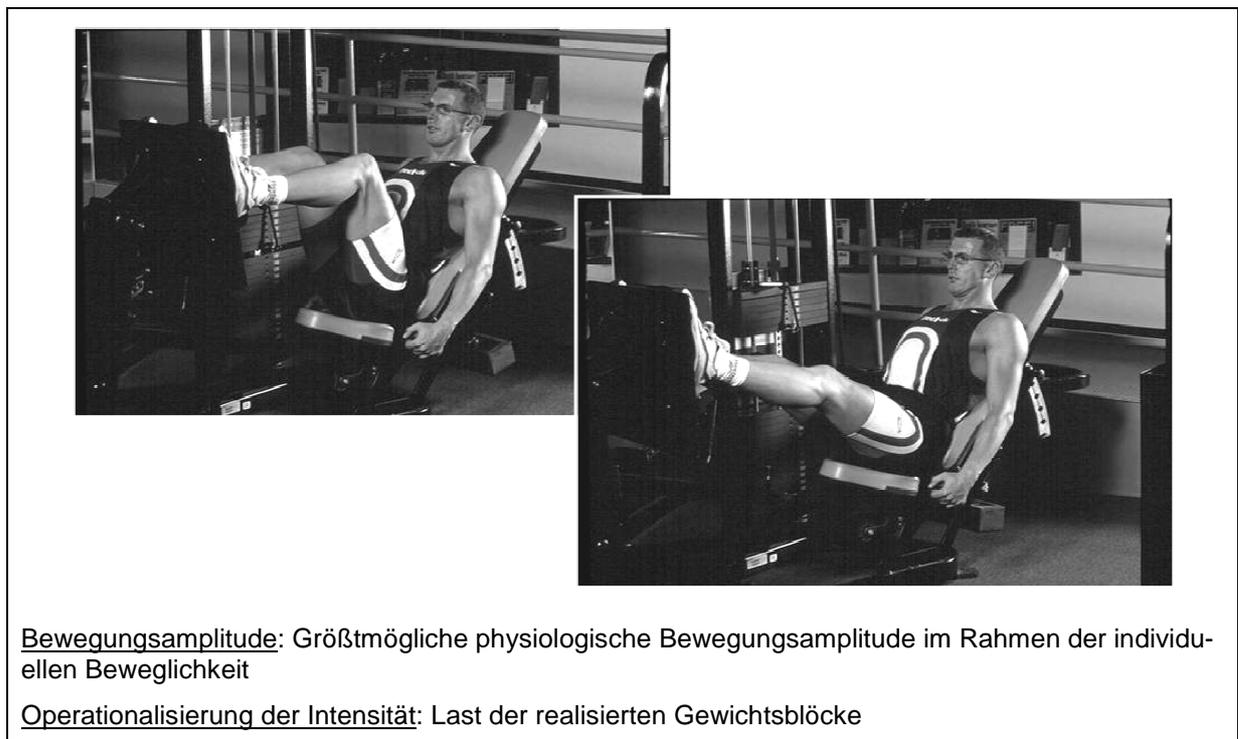


Abb. 7: Test- und Trainingsübung „Beinpresse horizontal“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)



Abb. 8: Test- und Trainingsübung „Brustpresse horizontal“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)

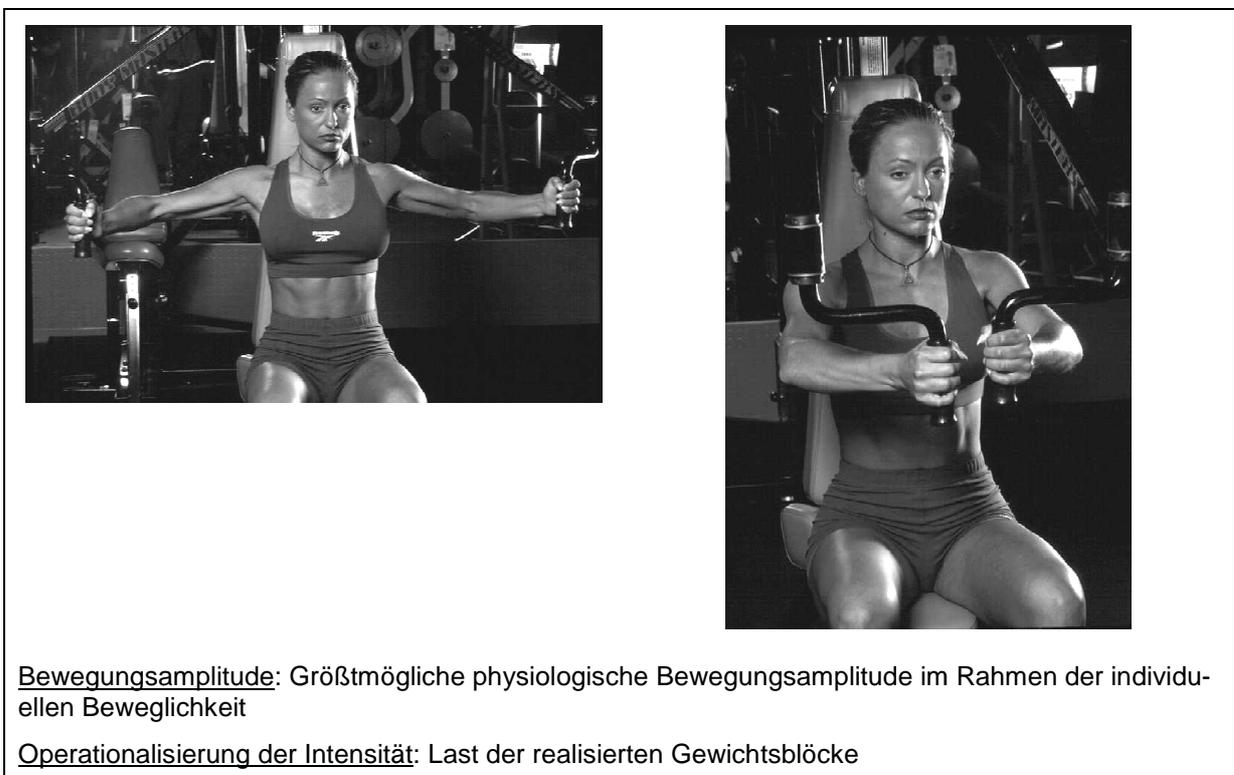


Abb. 9: Test- und Trainingsübung „Butterfly“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)

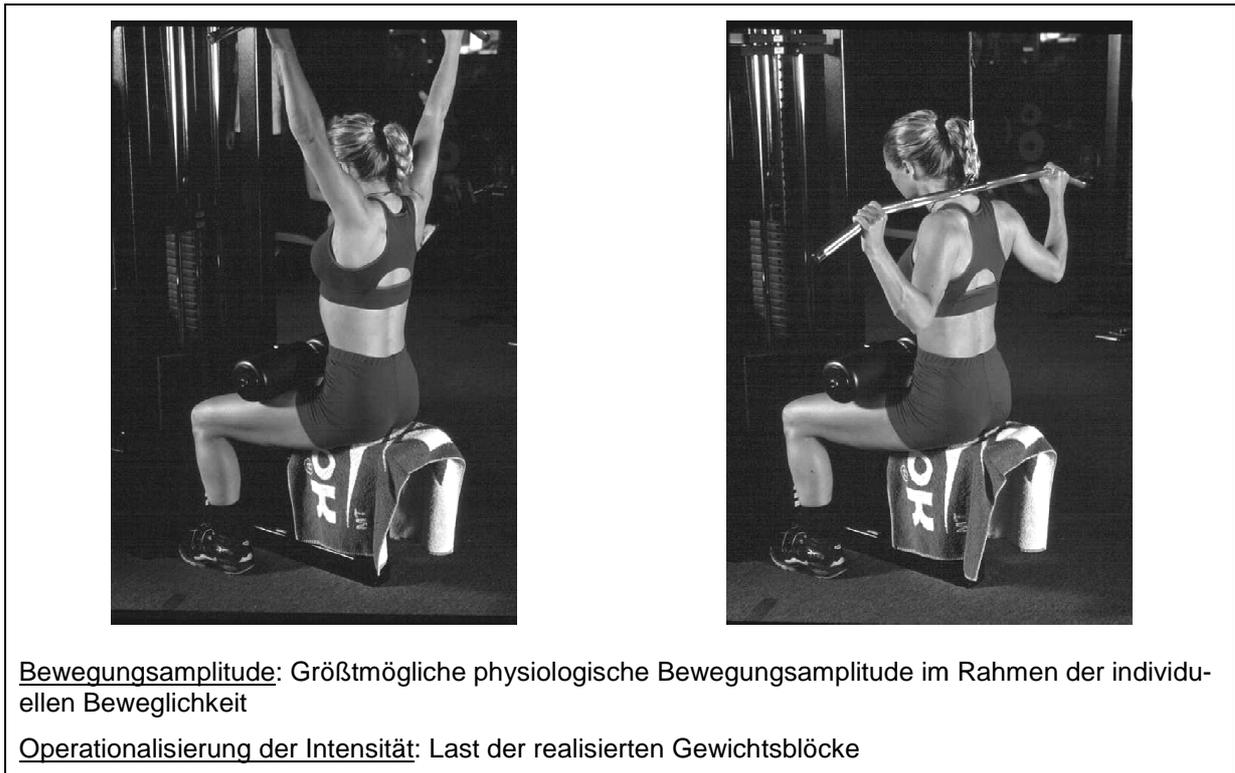


Abb. 10: Test- und Trainingsübung „Latzug vertikal zum Nacken“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)

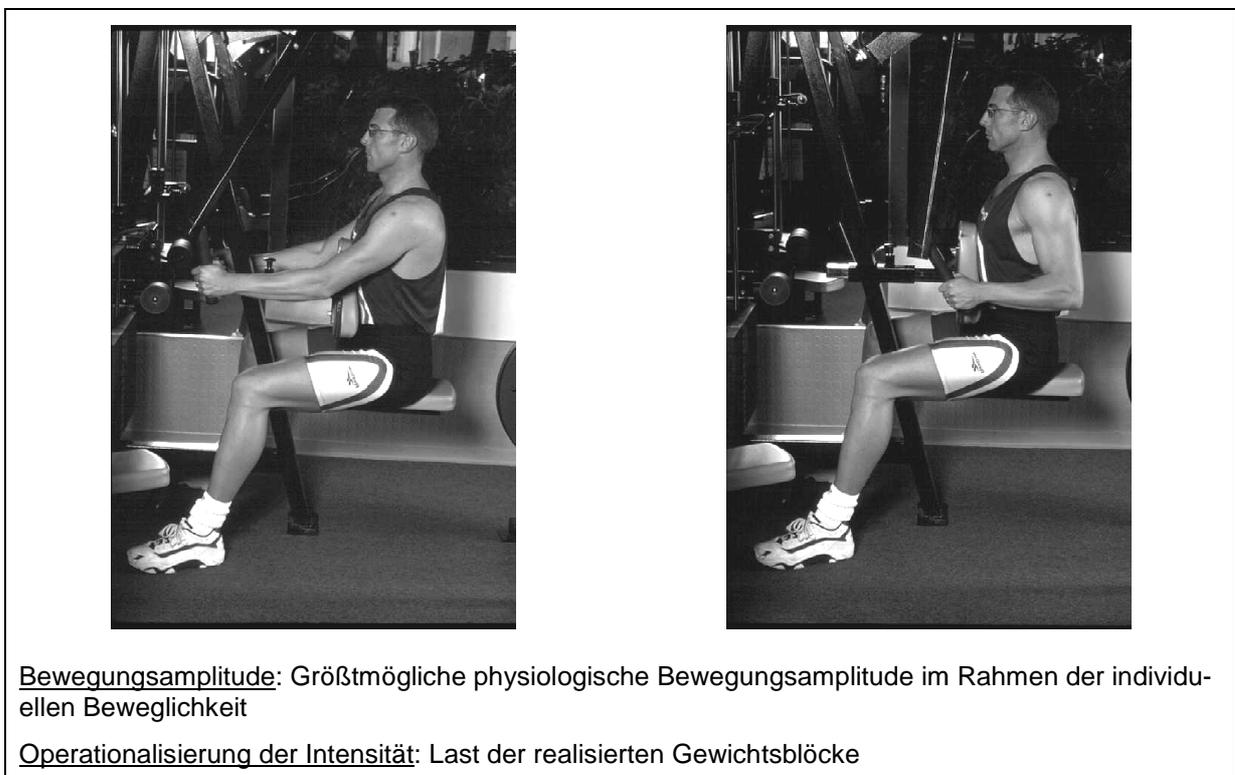


Abb. 11: Test- und Trainingsübung „Rückenzug horizontal“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)

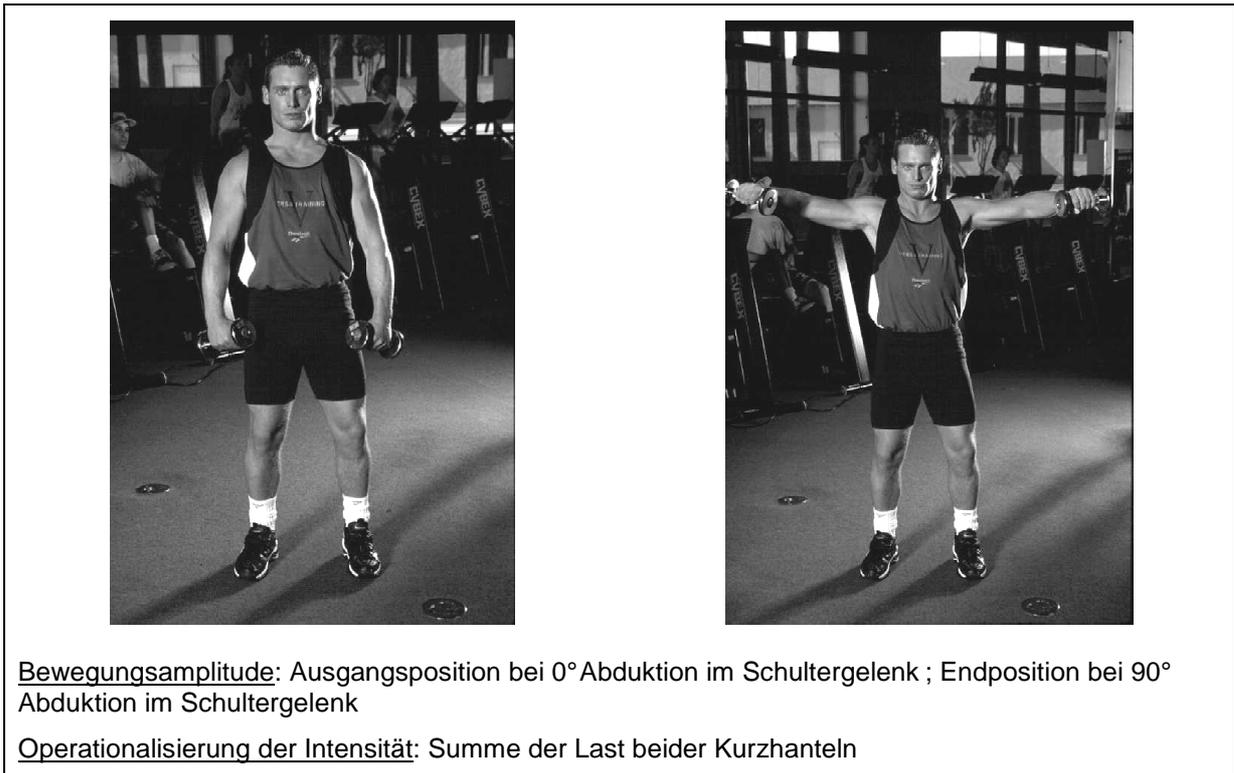


Abb. 12: Test- und Trainingsübung „Kurzhandtel-Seitheben“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)

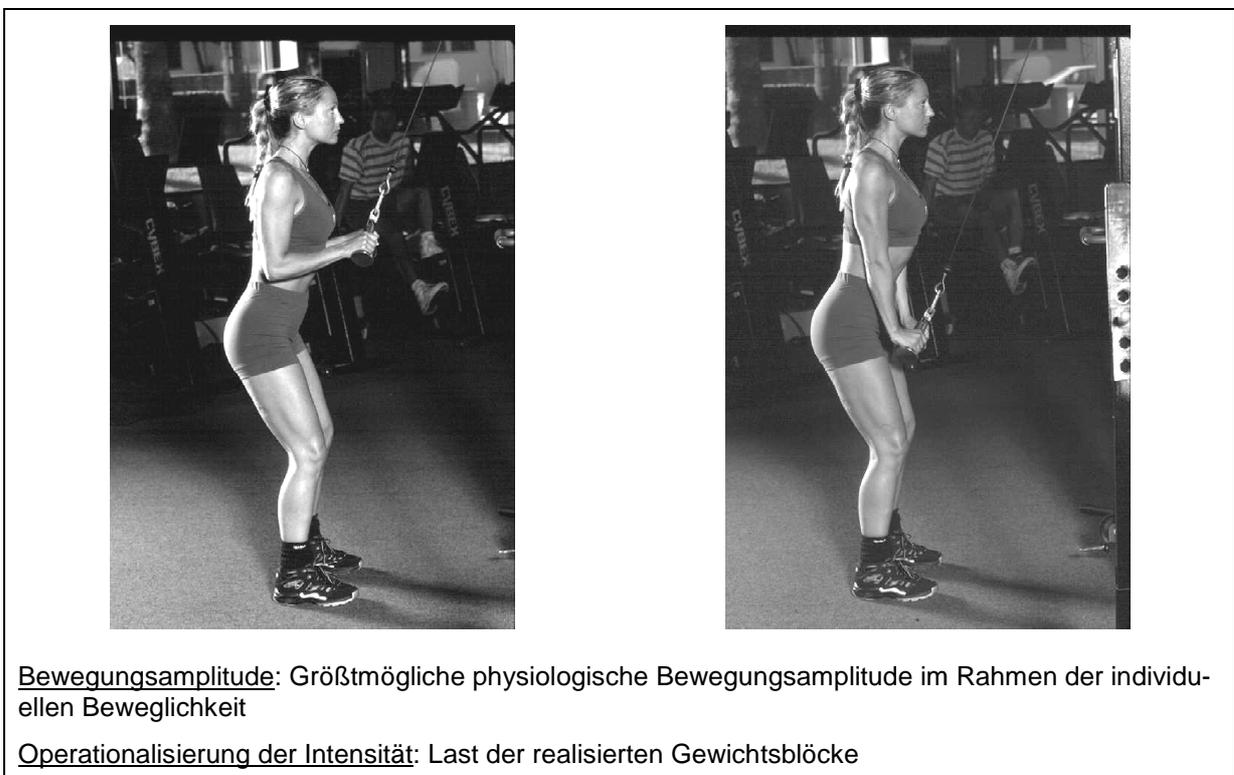


Abb. 13: Test- und Trainingsübung „Armstrecken am Seilzug“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)

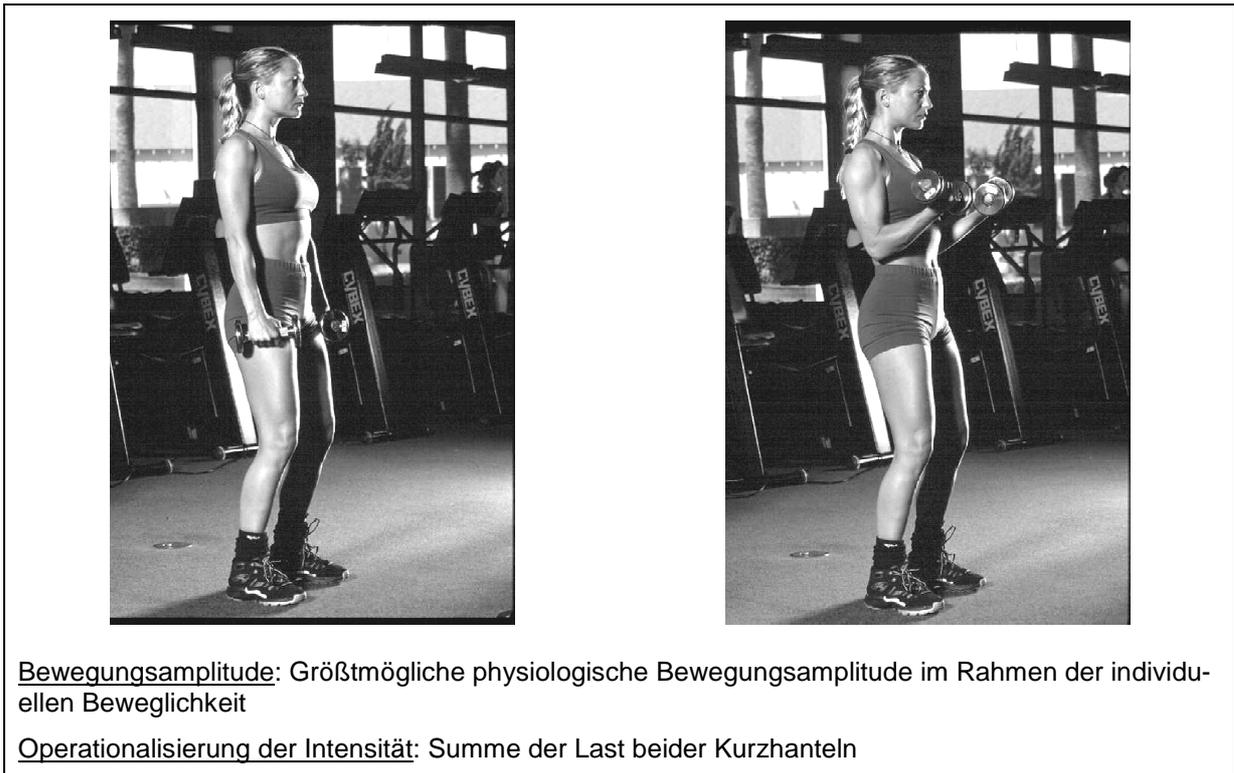


Abb. 14: Test- und Trainingsübung „Kurzhantel-Armebeugen“ (Abbildung mit Genehmigung der BSA-Akademie)

An den Krafttrainingsmaschinen und Seilzügen konnten Gewichtsabstufungen von mindestens 2,5 kg (teilweise durch die Nutzung von fein abstufbaren Zusatzgewichten), bei den Kurzhantelübungen Abstufungen von 1 kg realisiert werden. Somit wurden die vorgesehenen progressiven Intensitätssteigerungen ermöglicht. Alle Übungen wurden sowohl bei den Krafttests als auch bei den Trainingseinheiten der Interventionsphase über die größtmögliche physiologische Bewegungsamplitude im Rahmen der individuellen Beweglichkeit ausgeführt (Toigo, 2006b, S. 129; Gottlob, 2001, S. 85; vgl. Kapitel 2.3.6).

In der vorliegenden Studie wurden zum überwiegenden Anteil Krafttrainingsübungen an Maschinen eingesetzt („Beinpresse“, „Brustpresse“, „Butterfly“, „Rückenzug“). Die Vorteile der Maschinenübungen liegen in der geringen Übungsvarianz, in der exakteren Standardisierung der Übungsausführung sowie in dem geringeren Einfluss koordinativer Prozesse auf die Kraftleistung (Baechle et al., 2008, S. 387). Die Maschinenübungen wurden durch ausschließlich eingelenkige Freihantelübungen („Kurzhantel-Seitheben“, „Kurzhantel-Armebeugen“) sowie durch koordinativ einfache Seilzugübungen („Latzug vertikal zum Nacken“, „Armstrecken am Seilzug“) ergänzt. Aufgrund der geringen Anzahl an Freiheitsgraden (Meinel & Schnabel, 1998, S. 38) ist

der koordinative Einflussfaktor auch bei diesen Freihantel- und Seilzugübungen als eher gering einzustufen.

Im Hinblick auf die Reihenfolge von Krafttrainingsübungen im Rahmen eines Trainingsplanes ist die Studienlage different. Auf jeden Fall scheint die Reihenfolge der Übungen aber einen Einfluss auf die Krafttrainingseffekte zu haben (Farinatti, Simão, Monteiro & Fleck, 2009, S. 1043). Baechle et al. (2008, S. 391), Bompa und Carrera (2005, S. 69), Farinatti, DaSilva und Monteiro (2013, S. 784) sowie Simão et al. (2007, S. 27-28) empfehlen, mehrgelenkige vor eingelenkigen Übungen zu absolvieren, um eine Vorerermüdung von Synergisten zu vermeiden. Diese Übungsreihenfolge wird durch Studienergebnisse von Spreuwenberg et al. (2006, S. 142-143) unterstützt. Die Arbeitsgruppe um Spreuwenberg konnte belegen, dass bei der Übung „Kniebeuge“ mehr Wiederholungen möglich sind, wenn diese zu Beginn einer Trainingseinheit absolviert wird. Konträr dazu empfehlen z. B. Bellezza, Hall, Miller und Bixby (2009, S. 208) oder Gentil et al. (2007, S. 1085) eine umgekehrte Reihenfolge (Übungen für kleine Muskelgruppen vor Übungen für große Muskelgruppen), um eine erwünschte Vorerermüdung der Zielmuskulatur zu provozieren. Speziell im Leistungsbodybuilding wird bisweilen diese gezielte Vorerermüdung von großen Muskelgruppen durchgeführt (Brennecke et al., 2009, S. 1933; Fröhlich & Gießing, 2006, S. 40; Raubuch et al., 2012, S. 109-110). Spinetti et al. (2010, S. 2968) empfehlen, die Übungsreihenfolge an der Priorität der Muskelgruppen auszurichten (Übungen für Muskelgruppen mit hoher Priorität zu Beginn der Trainingseinheit).

In der vorliegenden Studie wurde, den Empfehlungen von Baechle et al. (2008, S. 391), Bompa und Carrera (2005, S. 69) sowie Simão et al. (2007, S. 27-28) folgend, eine Übungsreihenfolge gewählt, die zunächst mehrgelenkige Übungen für große Muskelgruppen berücksichtigt und anschließend eingelenkige Übungen für kleinere Muskelgruppen integriert. Diese Reihenfolge der Krafttrainingsübungen geht auch mit den Empfehlungen der National Strength and Conditioning Association konform (Pearson et al., 2000, S. 20). Die Abb. 7 bis Abb. 14 zeigen die Übungen in ihrer chronologischen Reihenfolge während der Test- und der Trainingsphase.

Bei der Konzeption von Trainingsplänen ist grundsätzlich zu beachten, dass es zu Interferenzen zwischen den Übungen durch die zunehmende zentralnervöse und energetische Ermüdung kommen kann (Baechle et al., 2008, S. 390; Bompa & Carrera, 2005, S. 69; Hooper et al., 2013, S. 151). Um diese Störgröße konstant zu hal-

ten, wurde die oben beschriebene Übungsreihenfolge sowohl in der Test- als auch in der Trainingsphase stets beibehalten.

Für die Dauer des Forschungsprojektes durften die Probanden keine weiteren Kräftigungsübungen für die im Rahmen dieser Studie beanspruchten Muskelgruppen absolvieren, um die Studienergebnisse nicht zu verfälschen. Übungen für die Rumpfmuskulatur konnten in die Planung integriert werden; diese waren allerdings kein Bestandteil der Studie.

5.3.3 Standardisierte Trainingsphase

Die Trainingsparameter der verschiedenen trainingsmethodischen Ansätze wurden mit Ausnahme der Trainingsintensität identisch gestaltet. Da das Trainingsvolumen zu Beginn des Trainings als genauso entscheidende Größe wie die Trainingshäufigkeit angesehen wird (Candow & Burke, 2007, S. 207), wurde für alle Versuchsgruppen ein volumenorientiertes Krafttraining mit den in der Tab. 36 dargestellten Belastungsnormativa konzipiert.

Tab. 36: Darstellung der übergreifenden Belastungsparameter

Belastungsparameter	B	G	F	L
Gesamtdauer (Wochen)	6	6	6	6
Einheiten/Woche	2	2	3	3
Übungen/Einheit	8	8	8	8
Sätze/Übung	2	2	3	3
Satzpausen (Sek.)	60	60	60	60
Wiederholungen	10	10	10	10
TUT	abhängig von der jeweiligen Stichprobe			
Intensität	abhängig von der jeweiligen Stichprobe			

B = Beginner, G = Geübte, F = Fortgeschrittene, L = leistungstrainierende

5.3.3.1 Übergeordnete Standardisierungsmerkmale

Alle Stichproben durchliefen eine insgesamt sechswöchige Trainingsphase (vgl. Kapitel 5.3.1). Unter Bezug auf die Ergebnisse der Metaanalysen von Fröhlich und Schmidtbleicher (2008, S. 8), Fröhlich et al. (2007a, S. 93), Fröhlich et al. (2007b, S. 10-11), Peterson et al. (2004, S. 379-380), Rhea et al. (2003, S. 458) sowie in Anlehnung an die Empfehlungen des American College of Sports Medicine (Ratamess et al., 2009, S. 695) wurden für die Leistungsstufen „Beginner“ und „Geübte“ jeweils

zwei Trainingseinheiten pro Woche festgelegt. Unter Berücksichtigung der höheren Belastbarkeit der Probanden wurden für die Stichproben „Fortgeschrittene“ und „Leistungstrainierende“ drei Trainingseinheiten pro Woche definiert. Die Trainingseinheiten fanden an nicht konsekutiven Tagen statt.

Alle Stichproben absolvierten in jeder Trainingseinheit die in Kapitel 5.3.2 dargestellten Übungen in der dort definierten Reihenfolge. Unter Bezug auf die Metaanalysen von Fröhlich (2006, S. 273-275), Fröhlich et al. (2010, S. 161-162), Peterson et al. (2004, S. 380), Wolfe et al. (2004, S. 43-46) sowie in Anlehnung an die Empfehlungen des American College of Sports Medicine (Ratamess, 2009, S. 691) absolvierten die Stichproben „Beginner“ und „Geübte“ jeweils zwei Sätze, die Stichproben „Fortgeschrittene“ und „Leistungstrainierende“ jeweils drei Sätze pro Übung. Da bei allen Ansätzen zur Intensitätssteuerung in dieser Studie mit submaximalen Intensitäten trainiert wurde, erfolgten bei allen Stichproben mit jeweils 60 Sekunden relativ kurze Satzpausen (Buresh et al., 2009, S. 65-66; Rahimi et al., 2010, S. 1854-1855).

Da die leistungssteigernden Wirkungen eines allgemeinen Aufwärmprogrammes hinreichend belegt sind (z. B. Meta-Analyse von Fradkin, Zazryn & Smoliga, 2010, S. 147), startete jede standardisierte Trainingseinheit mit einem fünfminütigen allgemeinen Aufwärmen auf einem Ergometer nach individueller Wahl des Probanden. Als Intensität wurde eine Belastungsherzfrequenz von 60 % der theoretischen Hf_{max} festgelegt.

In einigen Publikationen wird im Kontext des Aufwärmens ein Dehnen der im Hauptteil der Einheit primär beanspruchten Muskulatur empfohlen (z. B. Quenzer & Nepper, 1997, S. 107). Da die Effekte eines Dehnprogramms im Rahmen des Aufwärmens im Hinblick auf eine Verletzungsprophylaxe sowie eine erhöhte Leistungsbereitschaft empirisch nicht bestätigt werden konnten (z. B. Manoel, Harris-Love, Danoff & Miller, 2008, S. 1533; Marschall & Ruckelshausen, 2004, S. 41-42; Robbins & Scheuermann, 2008, S. 785; Turbanski, Sandig & Schmidtbleicher, 2008, S. 133; Yamaguchi & Ishii, 2005, S. 682), wurde auf ein vorgeschaltetes Dehnen der Arbeitsmuskulatur im Aufwärmprogramm verzichtet.

Die Probanden aller Versuchsgruppen absolvierten ein hypertrophieorientiertes Training mit jeweils zehn Wiederholungen pro Serie. „Wiederholung“ wurde in diesem Kontext als die Kombination aus konzentrischer und exzentrischer Bewegungsphase bei einer Krafttrainingsübung definiert. Zehn Wiederholungen wurden gewählt, da

diese Wiederholungszahl nach Ratamess et al. (2008, S. 104) in Krafttrainingsprogrammen weit verbreitet ist.

Alle drei Ansätze zur Intensitätssteuerung wurden auf der Basis einer Blockperiodisierung konzipiert (Fröhlich et al., 2009, S. 308; Kraemer & Fleck, 2007, S. 6). Als Organisationsform des Krafttrainings wurde ein Stationstraining (Mießner, 2006, S. 41-42; Weineck, 1997, S. 296) in Form eines Ganzkörpertrainings (Mießner, 2006, S. 42-43) gewählt.

Die Probanden der Versuchsgruppe 1 (kontrollierte Steuerung der Trainingsintensität nach ILB-Schema) sowie der Versuchsgruppe 2 (kontrollierte Steuerung der Trainingsintensität über das subjektive Belastungsempfinden) trainierten mit einer standardisierten Bewegungsgeschwindigkeit von 2/0/2 für eine Wiederholung (Ratamess et al., 2009, S. 695). Da die Probanden der Versuchsgruppe 3 (unkontrollierte Steuerung der Trainingsintensität über das subjektive Belastungsempfinden) die Trainingsintensitäten intuitiv herleiten sollten, wurde in dieser Versuchsgruppe auch die Bewegungsgeschwindigkeit, als maßgebliche Determinante der realisierbaren Trainingsintensität (Olivier et al., 2008, S. 120; Ratamess et al., 2009, S. 692; Sakamoto & Sinclair, 2006, S. 525-526; Tanimoto et al., 2008, S. 1935; Toigo, 2006a, S. 102; 2006b, S. 124), intuitiv gewählt.

Alle Probanden wurden zu einem eigenständigen Training ohne permanente Trainingsbeobachtung bzw. Trainingskontrolle aufgefordert. Nach Mazzetti et al. (2000, S. 1180) sowie Ratamess et al. (2008, S. 111) wird das Trainingsverhalten durch die Anwesenheit eines Trainers manipuliert. Gentil und Bottaro (2010, S. 642-643) konnten belegen, dass eine intensive Trainingsbetreuung die Wahl der Trainingsintensitäten durch den Sportler beeinflusst. Sie fanden heraus, dass bei einem Krafttraining mit intensiver Trainingsbetreuung (Trainer-Athleten-Relation 1:5) im Vergleich zu einem Krafttraining mit eher moderater Trainingsbetreuung (Trainer-Athleten-Relation 1:25) die Sportler mit höheren Trainingslasten arbeiteten und dementsprechend höhere Kraftzuwächse erzielen konnten. Mazzetti et al. (2000, S. 1179) konnten bei einem Krafttraining mit Betreuung im Vergleich zu einem unbetreuten Training signifikant höhere Trainingslasten verzeichnen. Da die vorliegende Studie das Ziel verfolgt, die angesprochenen trainingsmethodischen Ansätze unter möglichst authentischen Bedingungen eines kommerziellen Fitness-Anbieters als Feldtest durchzuführen, wurde daher auf eine permanente Trainingsüberwachung bewusst verzichtet. Die Multiplikatoren wurden allerdings aufgefordert, die Einhaltung der definierten

Trainingseinheiten pro Woche zu überprüfen. Diesbezüglich durften die Testdaten nur von denjenigen Probanden ausgewertet werden, die mindestens 85 % der geplanten Trainingseinheiten wahrgenommen hatten.

Ergänzend zu den hier beschriebenen übergeordneten Standardisierungsmerkmalen im Hinblick auf Belastungsparameter und Ausführungskriterien werden in den folgenden Kapiteln die Spezifika der verschiedenen Ansätze zur Intensitätssteuerung dargestellt.

5.3.3.2 Krafttraining mit einer deduktiv hergeleiteten und kontrollierten Intensitätssteuerung nach der ILB-Methode

Probanden der Versuchsgruppe 1 absolvierten ein Krafttraining mit einer deduktiv hergeleiteten und kontrollierten Intensitätssteuerung nach der ILB-Methode. In der Tab. 37 werden die Belastungskomponenten für dieses Krafttraining dargestellt.

Tab. 37: Belastungsgefüge für ein Krafttraining mit einer deduktiv hergeleiteten und kontrollierten Intensitätssteuerung nach der ILB-Methode

Belastungsparameter	B	G	F	L
Gesamtdauer (Wochen)	6	6	6	6
Einheiten/Woche	2	2	3	3
Übungen/Einheit	8	8	8	8
Sätze/Übung	2	2	3	3
Satzpausen (Sek.)	60	60	60	60
Wiederholungen	10	10	10	10
TUT	2/0/2	2/0/2	2/0/2	2/0/2
Intensität (in % 10-RM)	50-70	60-80	70-90	80-100

B = Beginner, G = Geübte, F = Fortgeschrittene, L = Leistungstrainierende

Die Intensitätsangaben der einzelnen Leistungsstufen basieren auf den Vorgaben des ILB-Grobrasters (vgl. Tab. 15 in Kapitel 3.1.3). Ein zentrales Kennzeichen der ILB-Methode sind die progressiv ansteigenden Trainingsintensitäten innerhalb eines Mesozyklus. In der vorliegenden Studie wurden die Intensitäten alle zwei Wochen um jeweils 10 % gesteigert. Die Tab. 38 stellt die Konfiguration der Trainingsintensitäten bei den verschiedenen Leistungsstufen dar.

Tab. 38: Progressive Intensitätssteigerung im Rahmen der Intensitätssteuerung über die ILB-Methode

	B	G	F	L
Woche 1-2 (% 10-RM)	50	60	70	80
Woche 3-4 (% 10-RM)	60	70	80	90
Woche 5-6 (% 10-RM)	70	80	90	100

5.3.3.3 Krafttraining mit einer induktiv hergeleiteten und kontrollierten Intensitätssteuerung nach dem subjektiven Belastungsempfinden

Probanden der Versuchsgruppe 2 absolvierten ein Krafttraining mit einer induktiv hergeleiteten und mit der Borg-Skala kontrollierten Intensitätssteuerung nach dem subjektiven Belastungsempfinden. Die Tab. 39 stellt das Belastungsgefüge der einzelnen Leistungsstufen für diesen trainingsmethodischen Ansatz dar.

Tab. 39: Belastungsgefüge für ein Krafttraining mit einer induktiv hergeleiteten und kontrollierten Intensitätssteuerung nach dem subjektiven Belastungsempfinden

Belastungsparameter	B	G	F	L
Gesamtdauer (Wochen)	6	6	6	6
Einheiten/Woche	2	2	3	3
Übungen/Einheit	8	8	8	8
Sätze/Übung	2	2	3	3
Satzpausen (Sek.)	60	60	60	60
Wiederholungen	10	10	10	10
TUT	2/0/2	2/0/2	2/0/2	2/0/2
Intensität (RPE nach Borg)	RPE 13-14 etwas schwer	RPE 15-16 schwer	RPE 17-18 sehr schwer	RPE 19-20 extrem schwer

B = Beginner, G = Geübte, F = Fortgeschrittene, L = Leistungstrainierende

In Anlehnung an Borg (2004, S. A1016) und Löllgen (2004, S. 300) wurde zur kontrollierten Steuerung des subjektiven Belastungsempfindens die Borg-Skala verwendet (vgl. Tab. 17 in Kapitel 3.2.1). Die Testleiter stellten den Probanden die Borg-Skala vor dem Start der Test- und Trainingsphase vor. Die subjektiv empfundene Belastung sollte sich auf die Wahrnehmung für einen Satz mit 10 Wiederholungen beziehen. Es musste davon ausgegangen werden, dass die Intensität in einem zweiten oder dritten Satz in einer Trainingseinheit reduziert werden musste, um den geforderten Anstrengungsgrad zu erzielen (Fröhlich et al., 2002a, S. 81). Diesbezüglich wurden die Probanden von den Testleitern vor dem Trainingsprogramm aufgeklärt.

Eine progressive Steigerung der Trainingsintensität über die sechs Wochen Trainingsdauer oblag den Probanden. Die Probanden erhielten von den Testleitern die Anweisung, die Trainingsintensitäten sowohl in einer Einheit als auch über die Gesamtdauer des Trainingsprogramms jeweils so anzupassen, dass in jedem Satz der geforderte Anstrengungsgrad erzielt wird.

5.3.3.4 Krafttraining mit einer induktiv hergeleiteten und unkontrollierten bzw. intuitiven Intensitätssteuerung

Probanden der Versuchsgruppe 3 absolvierten ein Krafttraining mit einer induktiv hergeleiteten, aber im Vergleich zu Versuchsgruppe 2 unkontrollierten bzw. intuitiven Intensitätssteuerung nach dem subjektiven Belastungsempfinden. Durch die fehlende Kontrolle der Trainingsintensitäten erfolgte die Intensitätssteuerung nach dem Zufallsprinzip. Die Tab. 40 stellt die Belastungskomponenten für die einzelnen Leistungsstufen dieses trainingsmethodischen Ansatzes dar. Neben der Wahl der Intensität war hier auch die Wahl der Bewegungsgeschwindigkeit den Probanden überlassen.

Tab. 40: Belastungsgefüge für ein Krafttraining mit einer induktiv hergeleiteten und unkontrollierten bzw. intuitiven Intensitätssteuerung

Belastungsparameter	B	G	F	L
Gesamtdauer (Wochen)	6	6	6	6
Einheiten/Woche	2	2	3	3
Übungen/Einheit	8	8	8	8
Sätze/Übung	2	2	3	3
Satzpausen (Sek.)	60	60	60	60
Wiederholungen	10	10	10	10
TUT	X	X	X	X
Intensität	X	X	X	X

*B = Beginner, G = Geübte, F = Fortgeschrittene, L = Leistungstrainierende
X = intuitive Auswahl durch Versuchsperson*

5.4 Methodenkritik

Im Folgenden werden die methodische Vorgehensweise bei der Studie sowie die verwendeten Messverfahren einer kritischen Betrachtung unterzogen. Des Weiteren wird dargelegt, an welchen Stellen eine Kompromisslösung notwendig war.

5.4.1 Problematik des Feldtestdesigns

Die vorliegende Studie wurde als Feldtest geplant und durchgeführt. In diesem Kontext muss kritisch reflektiert werden, inwieweit der Anspruch auf Gültigkeit der Untersuchungsbefunde besteht bzw. wie hoch die interne und die externe Validität ausgeprägt sind. Bezogen auf die vorliegende Untersuchung stellt sich die Frage, inwieweit die erhobenen Steigerungen der Kraftleistung (abhängige Variable) eindeutig auf das standardisierte Krafttraining (unabhängige Variable) zurückzuführen sind und inwieweit alternative Erklärungsansätze für die Kraftsteigerungen ausgeschlossen werden können (Bortz & Schuster, 2010, S. 8).

5.4.1.1 Interne Validität

Im Folgenden wird dargestellt, welche Maßnahmen in der vorliegenden Untersuchung ergriffen wurden, um eine Maximierung der Primärvarianz, eine Kontrolle der Sekundärvarianz sowie eine Minimierung der Fehlervarianz zur Sicherung der internen Validität zu erreichen (Bös, Hänsel & Schott, 2004, S. 53-60).

Zur Maximierung der Primärvarianz wurden die folgenden Maßnahmen getroffen:

- Die abhängige Variable „Kraftleistung“ sowie deren Variationen wurden mithilfe standardisierter sportmotorischer Tests erfasst. Um möglichst alle Dimensionen der motorischen Fähigkeit Kraft zu quantifizieren, wurden Krafttests in mehreren Wiederholungsbereichen durchgeführt (20-RM, 10-RM sowie 1-RM).
- Die drei gegeneinander abzugrenzenden trainingsmethodischen Ansätze zur Intensitätssteuerung wurden ausschließlich über den Faktor „Intensität“ (sowie beim Ansatz der intuitiv gewählten Intensität zusätzlich über die Bewegungsgeschwindigkeit) differenziert. Alle weiteren Belastungsfaktoren und Untersuchungsinhalte wurden identisch gehalten.
- Da davon auszugehen ist, dass das Trainingsalter einen Einfluss auf die Ausprägung der abhängigen Variable hat, wurden vier verschiedene Leistungsstufen mit jeweils unterschiedlichen Treatments differenziert.

-
- Da sich geschlechterspezifische Unterschiede im Hinblick auf die Variation der abhängigen Variable zeigen, wurde darauf geachtet, den Anteil an Männern und Frauen in allen Stichproben möglichst homogen zu halten.

Zur Kontrolle der Sekundärvarianz wurden die folgenden Maßnahmen getroffen:

- Als abhängige Variable wurde in der vorliegenden Untersuchung die Veränderung der Kraftleistung definiert. Veränderungen (insbesondere Steigerungen) der Kraftleistung können grundsätzlich durch mehrere Faktoren ausgelöst werden. Neben strukturellen Anpassungen im Sinne von Hypertrophieeffekten kann auch eine Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination zu Kraftsteigerungen führen (Moritani, 1994, S. 267-268). Nach Toigo (2006a, S. 102) ist ein Kraftzuwachs (als funktioneller Effekt) kein sicheres Indiz für eine Muskelmassezunahme. Da nur durch aufwendige Diagnostikverfahren eine valide Messung von Hypertrophieeffekten möglich ist (Ultraschallmessung oder Magnetresonanztomographie), wurde bewusst nicht weiter ausdifferenziert, welcher primär auslösende Effekt zu den Veränderungen der Kraftleistung führt.
- Da sowohl das Trainingsalter als auch das Geschlecht die abhängige Variable beeinflussen können, wurden Leistungsstufen definiert und das Geschlechterverhältnis weitgehend konstant gehalten.
- Eine weitere Störvariable auf die Untersuchungsbefunde stellt die Motivation der Probanden dar. Eine hohe Motivation kann die Mobilisierung zusätzlicher Leistungsreserven über das normale Maß hinaus ermöglichen. Da diese Störgröße nicht konstant gehalten oder eliminiert werden kann, wurden bei allen Tests standardisierte Fragen zu Motivation und subjektiv empfundener Tagesform gestellt (vgl. Anhang 11 bis 13), um daraus Erklärungsansätze für eventuell auftretende auffällige Messergebnisse ziehen zu können.
- Eine weitere Einflussgröße auf die Messgenauigkeit stellt der Grad der Vorer müdung dar. Auch wenn innerhalb der Testbatterien eine ausreichende Erholungsphase zwischen den einzelnen Testterminen eingeräumt wurde (vgl. Kapitel 5.2), muss dennoch innerhalb einer Testeinheit mit einer zunehmenden muskulären und zentralnervösen Ermüdung von Übung zu Übung gerechnet werden. Um diese Störgröße konstant zu halten, war die Übungsreihenfolge bei allen Tests

identisch. Zudem wurde die Übungsreihenfolge in der Trainingsphase gleichermaßen konstant gehalten.

- Aus biomechanischer Sicht muss berücksichtigt werden, dass die Kraftleistung bei einer Übung keine Konstante ist, sondern in hohem Maße von der Gelenkwinkelstellung bzw. dem Ausgangswinkel der bewegungsbezogenen Gliedmaßen beeinflusst wird (Hay, 1994, S. 200). Diese Tatsache hat entscheidende Konsequenzen für die Kraftmessung bei verschiedenen Muskelgruppen (Grosser & Zintl, 1994, S. 44). Nach Fleck und Kraemer (2004, S. 75) sowie Hunter und Harris (2008, S. 8) hängt die Kraftentwicklung von dem Überlappungsgrad der Aktin- und Myosinfilamente ab und beeinflusst dadurch die unterschiedlich hohe Kraftentwicklung in verschiedenen Gelenkwinkelbereichen. Die damit in Verbindung stehende Vordehnung des Muskels spielt eine sehr wichtige Rolle für die maximale Kraftleistung (Harman, 2008, S. 77). Veränderungen oder Differenzen bezüglich des Arbeitswinkels bei Kraftübungen führen zu erheblichen Unterschieden in der Kraftentfaltung (Gottlob, 2001, S. 76-77). Daraus kann geschlossen werden, dass Veränderungen des Arbeitswinkels bei Kraftmessungen zu unterschiedlichen Messergebnissen führen. Da zwischen jedem Individuum interindividuelle biomechanische Unterschiede bestehen (z. B. unterschiedlich lange Extremitäten und daraus resultierend divergierende Widerstands- und Kraftkurven bei identischen Übungen), wurden die Bewegungsamplituden der Test- und Trainingsübungen wie in Kapitel 5.3.2 dargestellt definiert. Bei einem Großteil der Übungen wurde die individuell maximal mögliche Bewegungsamplitude als Ausführungskriterium definiert. In Anbetracht des Leistungslevels der Probanden (Breiten- und Freizeitsportler) konnte bei der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass sich eventuell bestehende Beweglichkeitsdefizite durch das Ausreizen der maximalen Bewegungsamplitude im Laufe der Untersuchung verbesserten (Alter, 2004, S. 130) und sich dadurch leicht veränderte Arbeitswinkel bei den Post- und Follow-up-Tests ergaben. Die Bewegungsamplitude einzuschränken, würde im Umkehrschluss jedoch bedeuten, künstliche Ausführungskriterien zu definieren, welche nicht im Sinne eines Festtests sind. Insofern musste an dieser Stelle ein Kompromiss eingegangen werden. Es darf aber davon ausgegangen werden, dass sich eventuelle Effekte auf die Beweglichkeit in Anbetracht der Untersuchungsdauer in einem minimalen und somit tolerablen Bereich bewegten.

Im Folgenden wird dargestellt, welche Maßnahmen zur Minimierung der Fehlervarianz getroffen wurden. Nach Sarris (1992, S. 147) können die folgenden Aspekte die Testergebnisse verfälschen:

- Zeiteinflüsse: Ereignisse zwischen Pre- und Post-Test können die Ergebnisse verfälschen. Bezogen auf die vorliegende Studie bestand die Gefahr, dass über das standardisierte Krafttraining hinaus weitere Trainingsmaßnahmen von den Probanden durchgeführt wurden (z. B. zusätzliches Krafttraining). Um dies weitgehend zu verhindern, wurde an alle Probanden über ein standardisiertes Informationsblatt (vgl. Anhang 9) der Appell gerichtet, während der Test- und Trainingsphase ausschließlich die vorgegebenen Maßnahmen auszuführen. Die Multiplikatoren wurden angewiesen, Probanden im Falle eines Nichteinhaltens dieser Forderung von der weiteren Studie auszuschließen.
- Entwicklung: Bei länger dauernden Untersuchungen können Veränderungen bzw. Entwicklungen bei den Probanden die Untersuchungsbefunde verfälschen. Die Interventionsdauer bei der vorliegenden Untersuchung betrug sechs Wochen, so dass anzunehmen ist, dass dieser Effekt hier eine untergeordnete Bedeutung spielt. Da in der Untersuchung auch ausschließlich Erwachsene getestet wurden, können ontogenetische Entwicklungen bei den Probanden ausgeschlossen werden.
- Testeffekte: Bedingt durch Lern- und Trainingseffekte kann die Durchführung des Pre-Tests das Post-Test-Ergebnis beeinflussen. Die Aufdeckung von Pre-Test-Effekten war eine der Forschungsfragen in der vorliegenden Untersuchung (vgl. Kapitel 4). Im Studiendesign wurde daher zu jeder Stichprobe eine Kontrollgruppe gebildet, die exakt das gleiche Treatment, jedoch ohne Pre-Tests durchlief. Ein klassischer Solomon-Viergruppen-Versuchsplan konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht realisiert werden, da es sich bei allen Probanden um freiwillig teilnehmende Kunden in Fitness-Studios handelte. Ein Aussetzen der Interventions- bzw. Treatmentphase hätte hier einen Verzicht auf Training bei gleichzeitiger Weiterzahlung der Mitgliedschaftsbeiträge bedeutet. Um möglichst viele Probanden für die Untersuchung zu gewinnen, musste hier ein Kompromiss eingegangen werden.
- Veränderung der Messinstrumente: Unter diesen Aspekt fallen Wechsel der Versuchsleiter sowie jegliche Veränderungen an den Messinstrumentarien. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Versuchsleiter in Pre-, Post- und Follow-

up-Tests konstant gehalten. Messmethodik (Standardisierung der Übungsausführung inkl. Geräteeinstellung, Bewegungsamplitude, Bewegungstempo), Ablauf der Messung (zeitliche Struktur der Testabläufe, Testeinweisung der Probanden, Übungsreihenfolge) sowie Messinstrumente (Krafttrainingsgeräte, Testprotokolle) waren bei Pre-, Post- und Follow-up-Testung identisch. Bedingt durch die konsequente Standardisierung der Datenerhebung kann dieser Faktor als Störgröße weitgehend ausgeschlossen werden. Ebenso wurden die milieuspezifischen Rahmenbedingungen so weit wie möglich standardisiert, d. h. die Tests fanden jeweils an den gleichen Tagen und (sofern möglich) zu den gleichen Tageszeiten statt.

- Statistische Regression: Bei Krafttrainingsstudien muss damit gerechnet werden, dass Probanden mit hoher Kraftleistungsfähigkeit weitaus geringere Trainingseffekte erzielen können wie Probanden mit gering ausgeprägter Kraftleistungsfähigkeit (Boden- und Deckeneffekte). Da vor allem das Trainingsalter hier eine bedeutende Rolle spielt, wurden die Probanden in unterschiedliche Leistungsstufen differenziert. Um extreme Testwerte im Pre-Test durch Messungenauigkeiten auszuschließen, wurden in der vorliegenden Studie auch bei der Stichprobe „Beginner“ keine komplett krafttrainingsunerfahrenen Probanden in die Untersuchung mit einbezogen (vgl. Kapitel 5.3.1).
- Auswahlverzerrung: Die Versuchsbedingungen wurden nach dem Zufallsprinzip zugeordnet (Randomisierung). Um zu verhindern, dass sich Probanden innerhalb einer Stichprobe im Hinblick auf wesentliche Merkmale unterscheiden, wurden ausgehend vom Trainingsalter verschiedene Leistungsstufen differenziert (Parallelisierung). Unter Berücksichtigung der motorischen Leistungsfähigkeit wurde das Geschlechterverhältnis nahezu gleich gehalten. Um die sportliche Aktivität als Einflussfaktor auf die abhängige Variable einzugrenzen, wurden Leistungssportler von der Studie ausgeschlossen (vgl. Kapitel 5.1). Zusätzliche sportliche Aktivitäten der Probanden wurden vor Beginn der Studie über einen standardisierten Fragebogen dokumentiert (vgl. Anhang 10). Hier zeigten sich bei keinem der Probanden Auffälligkeiten, die zu einem Ausschluss aus der Probandenstichprobe hätten führen müssen. Bedingt durch die freiwillige Teilnahme an der Studie können Selektionseffekte, trotz aller Maßnahmen zur Kontrolle dieser Störgröße, nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

- Experimentelle Einbußen: Die Drop-out-Quote betrug in der vorliegenden Untersuchung 16 %. Die Gründe zum Abbruch der Studie (z. B. Motivationsverlust, Verletzung, Krankheit, Zeitmangel) konnten nicht erhoben werden. Über ausreichend große Stichproben wurde der Drop-out-Aspekt aber kompensiert.
- Versuchsleitereffekte: Verhalten und Eigenschaften der Versuchsleiter können die Untersuchungsbefunde beeinflussen. Das Verhalten der Versuchsleiter wurde in der vorliegenden Untersuchung soweit wie möglich standardisiert. Die Einweisung der Versuchsleiter in ihre Rolle als Multiplikatoren im Rahmen dieser Studie erfolgte ebenfalls nach einem standardisierten Schema (vgl. Kapitel 5.3.1).
- Interaktive Effekte: Verschiedene experimentelle Bedingungen können zu Interaktionen zwischen den bisher dargestellten Faktoren führen. Durch die konsequente Standardisierung der Test- und Trainingsbedingungen wurde versucht, interaktive Effekte weitgehend zu verhindern. Solche Effekte gänzlich auszuschließen, ist im Feldtestdesign jedoch nicht möglich.

5.4.1.2 Externe Validität

Im Folgenden wird dargestellt, welche Maßnahmen in der vorliegenden Untersuchung zur Sicherung der externen Validität ergriffen wurden. Nach Bortz und Döring (2006, S. 504) wird die externe Validität durch die folgenden Einflussgrößen gefährdet:

- Mangelnde instrumentelle Validität: Das Untersuchungsinstrument erfasst nicht das, was es eigentlich erfassen sollte. In der vorliegenden Studie wurden Veränderungen der Kraftleistung durch verschiedene Treatments untersucht. Die Kraftleistung wurde über verschiedene sportmotorische Krafttests in unterschiedlichen Wiederholungszahlbereichen (20-RM, 10-RM, 1-RM) erfasst, so dass von einer ausreichenden instrumentellen Validität ausgegangen werden darf.
- Stichprobenfehler bzw. experimentelle Reaktivität: Untersuchungsergebnisse einer Stichprobe dürfen nicht auf Grundgesamtheiten verallgemeinert werden, für die die Stichprobe nicht repräsentativ ist (Stichprobenfehler). Vor allem bei Laboruntersuchungen ist zu beachten, dass die Ergebnisse nur unter den Bedingungen valide sind, unter denen sie ermittelt wurden (experimentelle Reaktivität). Im Hinblick auf die Populationsvalidität muss bei vielen sportwissenschaftlichen

Untersuchungen kritisiert werden, dass als Versuchspersonen homogene Zielgruppen (z. B. Sportstudenten, Leistungssportler der Sportart X) herangezogen werden. Es stellt sich die Frage, inwieweit Ergebnisse aus solchen Studien auf die eher heterogene Klientel der Freizeit- und Breitensportler übertragbar sind. Da sich die Kernfragestellung der vorliegenden Untersuchung der Thematik der Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining widmet, wurden ausschließlich fitness- und gesundheitsorientierte Freizeitsportler im Setting „Fitness-Studio“ rekrutiert. Insofern darf von einer hohen Populationsvalidität ausgegangen werden (kein Vorliegen eines Stichprobenfehlers).

- Pre-Test-Effekte: Die Durchführung eines Pre-Tests kann die Ergebnisse in Post- und Follow-up-Tests beeinflussen. Wie bereits im Kontext der internen Validität dargelegt, konnten Pre-Test-Effekte a priori nicht ausgeschlossen werden. Über eine Differenzierung in Experimental- und Kontrollgruppen bestand ein Ziel der Untersuchung in der Aufdeckung etwaiger Pre-Test-Effekte.
- Hawthorne-Effekte: Das Bewusstsein, Teilnehmer einer wissenschaftlichen Studie zu sein, beeinflusst das Probandenverhalten. Dieser Effekt konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht ausgeschlossen werden, da die Teilnahme an der Studie grundsätzlich freiwillig erfolgte und sich somit automatisch ein Selektionseffekt einstellt (vgl. hierzu auch Kapitel 5.1).

Nach Rustenbach (2003, S. 2) muss im Hinblick auf die relative Gültigkeit empirischer Stichprobenergebnisse im Sinne der Übertragbarkeit und Generalisierungsfähigkeit beachtet werden, dass jede Studie an einem singulären Ort, in einem eng umgrenzten Zeitraum, einem bestimmten Setting, mit spezifischen Interventionen und begrenztem Interventionspersonal durchgeführt wird. Eine Möglichkeit zur Verbesserung der externen Validität besteht daher darin, Untersuchungen unter anderen Bedingungen, zu anderen Zeitpunkten und mit anderen Versuchspersonen zu replizieren. Die Daten zur vorliegenden Untersuchung wurden über einen Zeitraum von zwei Jahren in insgesamt 48 verschiedenen Fitness-Anlagen in ganz Deutschland mit dementsprechend unterschiedlichen Rahmenbedingungen und unterschiedlichen Probanden erhoben. Unter Berücksichtigung der Anforderungen an die externe Validität sowie unter Abwägung der Maßnahmen zur Ausschaltung bzw. Kontrolle von Störgrößen, darf in der vorliegenden Untersuchung insgesamt betrachtet von einer hohen externen Validität ausgegangen werden.

5.4.2 Gerätetechnische und testimmanente Umsetzungsschwierigkeiten

Umsetzungsprobleme bei der Datenerhebung und Intervention ergaben sich in geringem Umfang aus gerätetechnischen Defiziten sowie testimmanenten methodischen Aspekten. Aus gerätetechnischer Sicht gestalteten sich sowohl bei den Tests als auch bei den Trainingsterminen die Gewichtsabstufungen teilweise als problematisch. Bei den Übungen mit Gewichtsmagazinen („Beinpresse horizontal“, „Brustpresse horizontal“, „Butterfly“, „Latzug vertikal zum Nacken“, „Rückenzug horizontal“, „Armstrecken am Seilzug“) konnten grobe Gewichtsabstufungen bei den Geräten in der Praxis durch Zusatz- bzw. Zwischengewichte in Form von Hantelscheiben problemlos kompensiert werden. In seltenen Fällen reichten die Gewichtsmagazine zur Erhebung des 1-RM nicht aus. Auch hier konnte über Zusatzgewichte Abhilfe geschaffen werden. Bei den Kurzhantel-Übungen („Kurzhantel-Seitheben“, „Kurzhantel-Armbeugen“) konnten Zwischengewichte derart nicht realisiert werden. Obgleich die Kurzhanteln im niedrigen Intensitätsbereich sogar in 1 kg-Schritten abstufbar waren, konnten die individuell ermittelten Intensitäten nicht durchgehend realisiert werden. Speziell bei der Lastvorgabe in den Versuchsgruppen V1.1 und V1.2 (Training nach der ILB-Methode) konnten die vorgesehenen progressiven Intensitätssteigerungen bei den Kurzhantelübungen teilweise nur grob, d. h. mit im Vergleich zum errechneten Trainingsgewicht deutlich auf- oder abgerundeten Lasten, umgesetzt werden. Eine weitere gerätetechnisch bedingte Problematik bestand darin, dass in der Studie die Datenerhebung an unterschiedlichen Orten (verschiedene Fitness-Unternehmen) mit unterschiedlichen gerätetechnischen Voraussetzungen erfolgte. Je nach Gerätehersteller bzw. Gerätebauart können die realisierbaren Lasten bei vorgegebener Beanspruchung stark variieren. So kann es z. B. durchaus möglich sein, dass ein Proband an einer „Beinpresse horizontal“ des Herstellers A bei identischer Wiederholungszahl sowie identischer Beanspruchung mit höheren Lasten arbeiten kann wie an einer „Beinpresse horizontal“ des Herstellers B. In der Untersuchung konnten Testübungen sowie Testablauf a priori standardisiert werden. Die unterschiedlichen Gerätetypen (spezifische Bauformen je nach Gerätehersteller) konnten jedoch, bedingt durch die Randomisierung der Stichproben, nicht vorab standardisiert werden. Um diesen Störfaktor zu berücksichtigen, wurden grundsätzlich Pre-, Post- und Follow-up-Tests stets an den gleichen Geräten absolviert, so dass diese Störgröße bei Pre-Post-Test-Vergleichen konstant gehalten wurde.

Ein Umsetzungsproblem aus methodischer Sicht ergab sich daraus, dass die Probanden teilweise Probleme hatten, die noch zu realisierende Anzahl an Wiederholungen bis zum Testabbruch (maximale Leistungsfähigkeit) subjektiv einzuschätzen. Unter Berücksichtigung der Probandenklientel (Fitness- und Gesundheitssportler) darf in der vorliegenden Studie angenommen werden, dass die Ursache hierfür in der fehlenden Erfahrung mit muskulärer Ausbelastung liegt. Bedingt durch die begrenzte Anzahl von Testsätzen pro Testtermin, musste zusätzlich zur individuellen Selbsteinschätzung der Probanden die Interpretation der Testleiter zur Abschätzung der prozentualen Lasterhöhungen in den Testsätzen hinzugezogen werden.

Trotz dieser Problematik wurde in der vorliegenden Untersuchung darauf verzichtet, prozentuale Vorgaben zur Laststeigerung in den Testsätzen zu definieren, da bedingt durch die unterschiedlichen Übungen und den enorm hohen Schwankungen bezüglich eingesetzter Muskulatur, ein und dieselbe prozentuale Steigerung sehr unterschiedliche absolute Laststeigerungen bedingen würde.

5.5 Datenauswertung und Statistik

Zur Datenverarbeitung sowie zur statistischen Auswertung der Daten wurden die Softwareprogramme Microsoft Excel 2007 und SPSS 15.0 eingesetzt.

Die deskriptive Statistik beinhaltete bei allen Hypothesenkomplexen die Berechnung von Mittelwerten, Standardabweichungen, Konfidenzintervallen (95 %) sowie Minimum und Maximum (siehe Anhang 1 bis 8). Die Prüfung der einzelnen Datensätze auf Normalverteilung erfolgte bei allen Berechnungen mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test mit Lilliefors-Korrektur (Bortz, Lienert & Boehnke, 2000, S. 321-323). Die kritische Irrtumswahrscheinlichkeit wurde bei allen statistischen Berechnungen jeweils mit $\alpha = 0,05$ festgelegt. Nach Bortz (1999, S. 114) liegt demnach ein signifikantes Ergebnis bei $p < 0,05$, ein sehr signifikantes Ergebnis bei $p < 0,01$ und ein hoch signifikantes Ergebnis bei $p < 0,001$ vor.

Zur Überprüfung der Veränderungen der Krafftleistung durch die ausgewählten trainingsmethodischen Ansätze zur Intensitätssteuerung (Hypothesenkomplex 1), wurden die Veränderungen der absoluten Kraffttestwerte zwischen Pre-, Post-, und Follow-up-Tests ausgewertet. Da zum Follow-up-Testzeitpunkt t_4 bei allen Kraffttrainingsübungen das höchste durchschnittliche Testgewicht erzielt wurde, beschränken

sich die Ergebnisdarstellungen zum 1-RM auf die Veränderungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten t_0 und t_1 sowie zwischen t_0 und t_4 . Die Überprüfung der Veränderungen der Kraftleistung erfolgte aufgrund der durchgehend nicht normalverteilten Daten mit dem Wilcoxon-Test.¹ Die Test-Retest-Reliabilität wurde aufgrund der nicht normalverteilten Daten mit dem Korrelationstest nach Spearman (r_s) überprüft (DuPrel, Röhrig, Hommel & Blettner, 2010, S. 345). Nach Willimczik (1999, S. 75) besteht bei $0,4 < r \leq 0,7$ ein mittlerer, bei $0,7 < r < 1,0$ ein hoher und bei $r = 1,0$ ein vollständiger idealer Zusammenhang.

Zur Bewertung der praktischen Relevanz der Trainingsmaßnahmen, wurde bei signifikanten Ergebnissen die Effektstärke nach Cohen (1988, S. 40) berechnet. Da hier mit Stichprobenkennziffern von jeweils zwei abhängigen Variablen gearbeitet wurde (Pre-Post-Test-Vergleich), war die Stichprobenstärke konstant und die Standardabweichungen annähernd homogen. Somit konnte die Effektstärke (d) nach der folgenden Formel berechnet werden (Cohen, 1988, S. 40; Fröhlich & Pieter, 2009, S. 141):

$$d = \frac{(\bar{X}_{Post-Test} - \bar{X}_{Pre-Test})}{s}$$

Die Streuung (s) im Nenner dieser Formel wurde wie folgt berechnet (Cohen, 1988, S. 44; Fröhlich & Pieter, 2009, S. 141; Bortz & Döring, 1995, S. 569):

$$s = \frac{\sqrt{s_{Post-Test}^2 + s_{Pre-Test}^2}}{2}$$

Die Effektstärke wird nach Cohen (1988, S. 40) sowie nach Bortz und Döring (2006, S. 606) wie folgt klassifiziert: kleiner Effekt bei $d = 0,20$, mittlerer Effekt bei $d = 0,50$, großer Effekt bei $d = 0,80$. Nach Fröhlich und Pieter (2009, S. 142) sollten diese Klassifizierungs- bzw. Bewertungsmodelle der Effektstärke jedoch nur als Orientierungsgröße gehandhabt werden. Fröhlich und Pieter (2009, S. 142) konstatieren,

¹ Dem Autor der vorliegenden Arbeit ist durchaus bewusst, dass zur statistischen Auswertung des Hypothesenkomplexes 1 auch der t-Test für gepaarte Stichproben (als parametrisches Verfahren) eine Testalternative darstellt. In Anbetracht der vorliegenden Stichprobengröße reagiert der t-Test relativ robust gegenüber einer Verletzung der Normalverteilung (Bortz & Schuster, 2010, S. 125-126). Dennoch wurde mit dem Wilcoxon-Test ein nicht-parametrisches Verfahren zur Datenanalyse gewählt. Dies impliziert jedoch nicht, dass die Daten qualitativ schlecht sind. Die Intention des Autors bestand bei der Testauswahl eher darin, ein möglichst konservatives Verfahren zur Datenanalyse auszuwählen (vgl. hierzu Hosenfeld & Höft, 1999, S. 373).

dass die ermittelten Effektstärken in der jeweiligen Forschungsdisziplin bzw. Forschungsdomäne beurteilt und eingeschätzt werden sollten. In der vorliegenden Untersuchung diene die in der Tab. 41 dargestellte Skalierung zur Einschätzung der Effektstärken im Kontext der Krafttrainingsforschung nach Rhea (2004, S. 919).

Tab. 41: Skala zur Einschätzung der Effektstärken in der Krafttrainingsforschung (modifiziert nach Rhea, 2004, S. 919)

Magnitude	Untrained	Recreationally trained	Highly trained
Trivial	< 0.50	< 0.35	< 0.25
Small	0.50-1.25	0.35-0.80	0.25-0.50
Moderate	1.25-1.9	0.80-1.50	0.50-1.0
Large	> 2.0	> 1.50	> 1.0

Nach Rhea (2004, S. 919) fallen unter die Rubrik „Untrained“ Kraftsportler mit einer Trainingserfahrung < 1 Jahr. Unter „Recreationally trained“ fallen Kraftsportler mit einer Trainingserfahrung von 1-5 Jahren. Als „Highly trained“ werden Kraftsportler mit einer Krafttrainingserfahrung > 5 Jahre eingestuft. Die mittlere Krafttrainingserfahrung der Probanden in der vorliegenden Untersuchung lag bei 23,93 Monaten bzw. 1,99 Jahren. Insofern kann die mittlere Tabellenspalte („Recreationally trained“) als Bewertungsmaßstab zur Beurteilung der Effektstärken herangezogen werden.

Zur Überprüfung der Unterschiede bei den Testwerten in den Post- und Follow-up-Tests zwischen Stichproben mit und ohne Pre-Test (Hypothesenkomplex 2), wurden die absoluten Testwerte der Post- und Follow-up-Tests ausgewertet. Da durchgehend eine Varianzhomogenität der Variablen vorlag (überprüft mit dem Levene-Test), wurde trotz nicht normalverteilter Daten eine einfaktorielles Varianzanalyse durchgeführt (Bortz, 1999, S. 274). In Anbetracht der nahezu gleichen Stichprobengrößen und der Stichprobenumfänge erweist sich die einfaktorielles Varianzanalyse als relativ robust bei nicht normalverteilten Daten (Bortz & Schuster, 2010, S. 232).

Zur Überprüfung einer Overall-Signifikanz beim Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Trainingsmethoden (Hypothesenkomplex 3), den Leistungsstufen (Hypothesenkomplex 4) sowie den Geschlechtern (Hypothesenkomplex 5) wurde eine mehrfaktorielles Varianzanalyse durchgeführt (Bortz, 1999, S. 302). Die Überprüfung einer Overall-Signifikanz im Hinblick auf Unterschiede bei den realisierten Trainingsintensitäten zwischen den Trainingsmethoden (Hypothesenkomplex 6), den Leistungsstufen (Hypothesenkomplex 7) sowie den Geschlech-

tern (Hypothesenkomplex 8) fand ebenso mittels mehrfaktorieller Varianzanalyse statt. Die Homogenität der Varianzen wurde jeweils mithilfe des Levene-Tests überprüft.

Auch wenn die Daten weder durchgehend normalverteilt waren, noch durchgehend eine Varianzhomogenität vorlag, wurde die Varianzanalyse als parametrisches Verfahren aufgrund der größeren Aussagekraft sowie zur Vermeidung einer α -Fehler-Kumulierung durchgeführt. Nach Bortz (1999, S. 276) sind varianzanalytische Verfahren bei gleichgroßen Stichproben gegenüber Verletzung ihrer Voraussetzungsprüfungen (Normalverteilung, Homogenität der Varianzen) relativ robust. Zudem konstatiert Bortz (1999, S. 276), dass die Voraussetzungen der Varianzanalyse mit wachsendem Umfang der untersuchten Stichprobe an Bedeutung verlieren. Annähernd gleichgroße sowie hinreichend große Stichprobenumfänge lagen in der Untersuchung vor.

Um Unterschiede zwischen den einzelnen Treatmentstufen herauszufinden, wurden a posteriori Einzelvergleiche durchgeführt. Zur Vermeidung einer α -Fehler-Kumulierung wurde eine Bonferroni-Korrektur vorgenommen. Für jeden paarweisen Vergleich konnte somit das adjustierte Signifikanzniveau verwendet werden (Kähler, 2010, S. 436). Mithilfe des Bonferroni-Tests wurden die paarweisen Vergleiche auf dem adjustierten Testniveau durchgeführt (Kähler, 2010, S. 436).

Die Varianzaufklärung (η^2_p) wurde bei signifikanten Ergebnissen über den Quotienten aus QS_{treat} und QS_{tot} berechnet. Nach Bortz (1999, S. 269) sowie Janssen und Laatz (2007, S. 365) gibt die Varianzaufklärung denjenigen Varianzanteil der abhängigen Variable an, der auf die unabhängige Variable zurückzuführen ist. Varianzaufklärungen werden wie folgt interpretiert (Bortz & Döring, 2006, S. 606): trivialer Effekt bei $\eta^2_p < 0,01$, kleiner Effekt bei $\eta^2_p = 0,01$ bis $\eta^2_p = 0,10$, moderater Effekt bei $\eta^2_p = 0,10$ bis $\eta^2_p = 0,25$, großer Effekt ab $\eta^2_p = 0,25$.

In der vorliegenden Untersuchung konnte der Einfluss des kalendarischen Alters sowie der Einfluss der bis zum Versuchsstart zusätzlich zum Fitness-Krafttraining betriebenen sportlichen Aktivität weder ausgeschlossen, noch eliminiert werden. Um die Beeinflussung der abhängigen Variablen durch diese personengebundenen Störvariablen zu kontrollieren (Bortz & Döring, 2006, S. 527), wurde bei der multifaktoriellen Varianzanalyse der Einfluss der Kovariablen „Alter“, „zusätzlicher Kraftsport“ und „zusätzlicher sonstiger Sport“ berechnet.²

² Die Kovariablen wurden über einen Anamnesebogen vor Beginn der Untersuchung erfasst (vgl. Anlage 10). Die Kovariablen „zusätzlicher Kraftsport“ sowie „zusätzlicher sonstiger Sport“ wurden quantifiziert über eine Angabe der durchschnittlich realisierten zusätzlichen Aktivität in Stunden pro Woche. Die Analyse dieser Daten ergab eine linksgipflige Verteilung. Auf eine Kategorisierung der Daten (Umkonvertierung auf Ordinalskalenniveau) wurde verzichtet. In die Berechnung wurden die intervallskalierten metrischen Daten mit einbezogen.

6 Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellungen in diesem Kapitel orientieren sich an der chronologischen Reihenfolge der Übungen in der Test- und Trainingsphase (vgl. Kapitel 5.3.2) sowie an der chronologischen Reihenfolge der Hypothesen (vgl. Kapitel 4).³

Deskriptive Statistiken sind nicht Gegenstand der folgenden Darstellungen. Diese sind aus Übersichtsgründen in Anhang 1 bis 8 zu finden.

6.1 Ergebnisdarstellung Übung „Beinpresse horizontal“

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung für die Übung „Beinpresse horizontal“ vorgestellt. Alle Darstellungen schließen jeweils mit den Ergebnissen der Hypothesenüberprüfung ab.

6.1.1 Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1

Die Analyse hinsichtlich Veränderungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten (vgl. Abb. 15) lieferte folgende Ergebnisse:

- Veränderung *20-RM* zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,40$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,76$, kleiner Effekt
- Veränderung *10-RM* zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,99$): $Z = -15,41$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,66$, kleiner Effekt
- Veränderung *1-RM* zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,99$): $Z = -15,43$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,61$, kleiner Effekt
- Veränderung *1-RM* zwischen t_0 und t_4 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,43$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 1,07$, moderater Effekt

³ Die Analyse der Interaktionseffekte sowie hinsichtlich des Einflusses der Kovariablen ergab keine konsistenten Ergebnisse. Von Übung zu Übung sowie von Variable zu Variable zeigten sich unterschiedliche Interaktionseffekte sowie unterschiedliche Ergebnisse zum Einfluss der Kovariablen. In den Fällen signifikanter Ergebnisse ergab die Varianzaufklärung in der überwiegenden Anzahl der Fälle lediglich geringe Effektstärken. Insofern dürfen die Effekte für die Trainingspraxis als eher unbedeutend eingestuft werden. Auf detaillierte Darstellungen sowie den Versuch einer Interpretation der inkonsistenten Ergebnisse wird daher in den folgenden Kapiteln verzichtet.

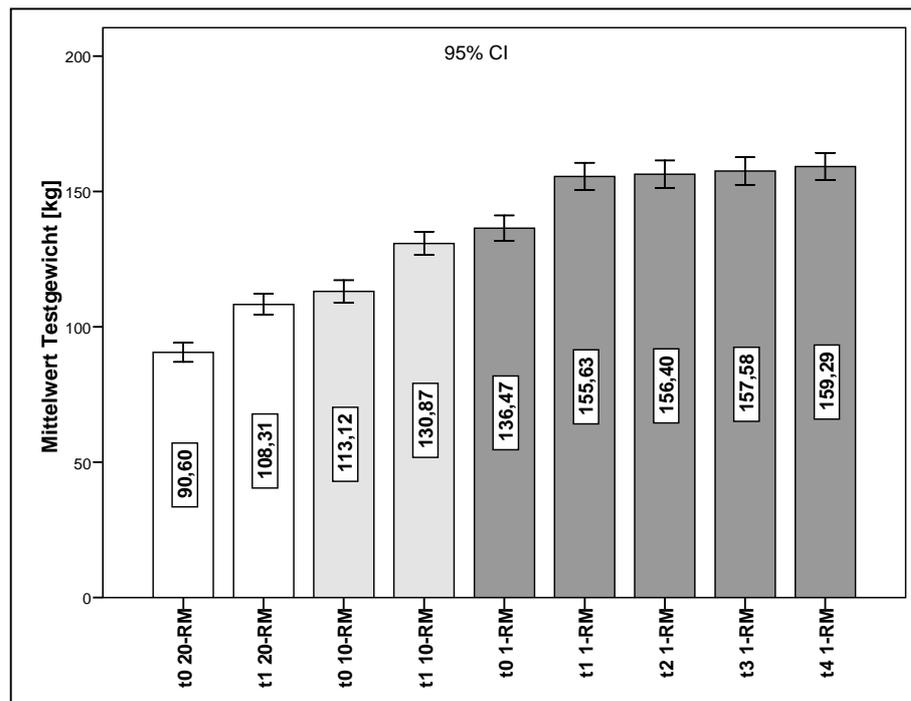


Abb. 15: Beinpresse horizontal: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{1,1}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,2}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,3}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.

6.1.2 Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2

Die Analyse hinsichtlich Unterschiede bei den Post- und Follow-up-Testwerten zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (vgl. Abb. 16) lieferte folgende Ergebnisse:

- t_1 20-RM: $F_{(1, 599)} = 0,02$; $p = 0,883$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 10-RM: $F_{(1, 599)} = 0,07$; $p = 0,799$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,06$; $p = 0,812$, kein signifikanter Unterschied
- t_2 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,11$; $p = 0,742$, kein signifikanter Unterschied
- t_3 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,09$; $p = 0,767$, kein signifikanter Unterschied
- t_4 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,05$; $p = 0,831$, kein signifikanter Unterschied

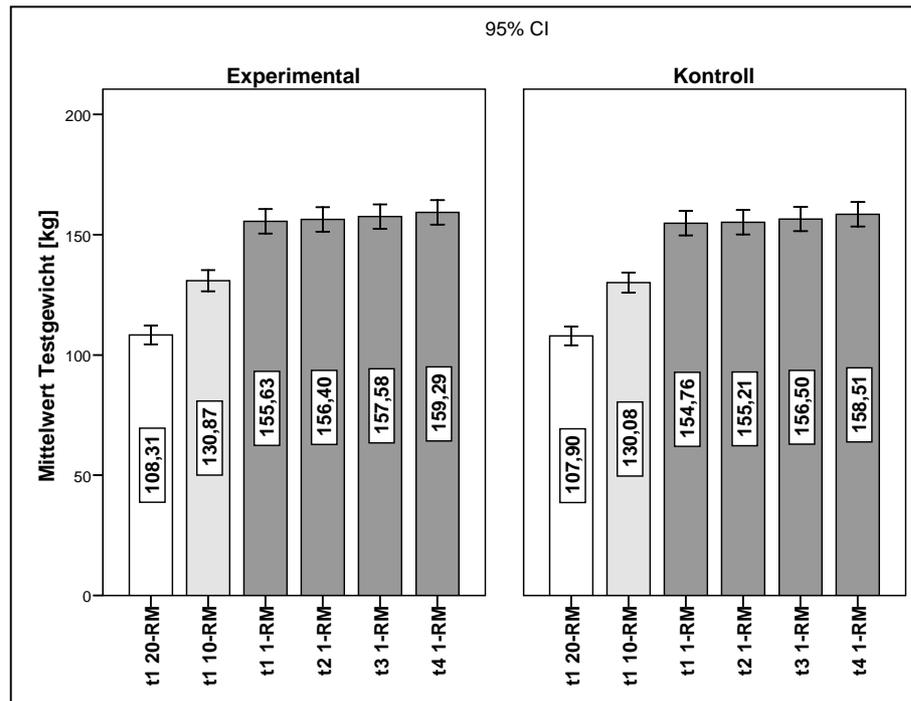


Abb. 16: Beinpresse horizontal: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{2,1}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2,2}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2,3}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ verworfen.

6.1.3 Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 3-5 dargestellt (Untersuchung zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.1.3.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 17) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(2, 312)} = 2,31$; $p = 0,101$, kein signifikanter Unterschied
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(2, 312)} = 3,78$; $p = 0,024$, signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,03$, kleiner Effekt

- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(2, 312)} = 4,33$; $p = 0,014$, signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,03$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(2, 312)} = 3,79$; $p = 0,024$, signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,03$, kleiner Effekt

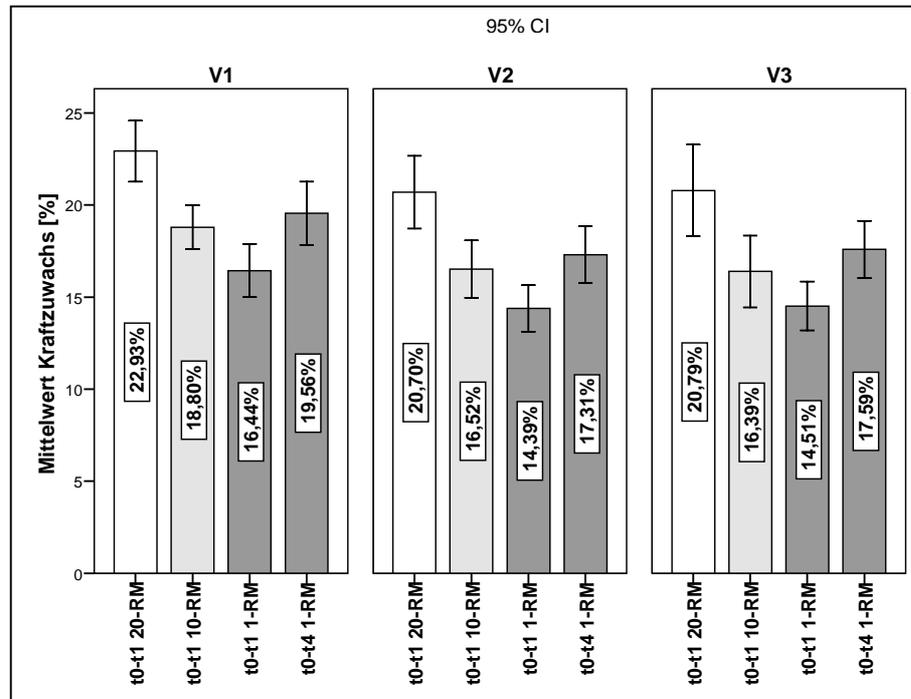


Abb. 17: Beinpresse horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 42 dargestellt. Die Einzelvergleiche zeigten tendenziell höhere, aber nicht durchgehend signifikante Kraftzuwächse bei der Versuchsgruppe V1. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnte kein Unterschied festgestellt werden.

Tab. 42: Beinpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Δt_0-t_1 10-RM		V1	V2	V3
	V1		0,059	0,049
	V2	0,059		1,000
	V3	0,049	1,000	
Δt_0-t_1 1-RM		V1	V2	V3
	V1		0,027	0,044
	V2	0,027		1,000
	V3	0,044	1,000	
Δt_0-t_4 1-RM		V1	V2	V3
	V1		0,041	0,070
	V2	0,041		1,000
	V3	0,070	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{3.1}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{3.2}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{3.3}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.

6.1.3.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 18) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(3, 311)} = 25,17$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,21$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(3, 311)} = 24,35$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,20$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(3, 311)} = 50,26$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,34$, großer Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(3, 311)} = 64,60$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,40$, großer Effekt

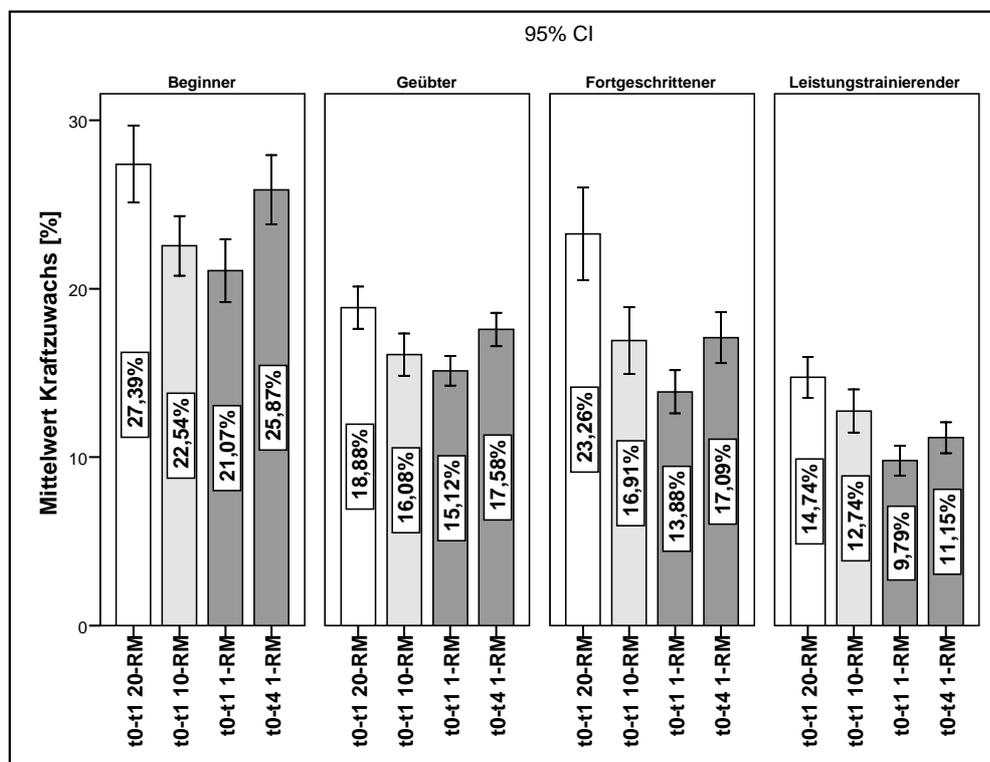


Abb. 18: Beinpresse horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 43 dargestellt. Die höchsten relativen Kraftsteigerungen konnte die Leistungsstufe „Beginner“ erzielen. Die geringsten relativen Kraftsteigerungen erzielten die „Leistungsstrainierenden“. Im Vergleich der Leistungsstufen „Geübte“ und „Fortgeschrittene“ konnte nur bei der Variable Δt_0-t_1 20-RM ein signifikanter Unterschied registriert werden. Bei den restlichen Variablen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen beiden Leistungsstufen.

Tab. 43: Beinpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Δt_0-t_1 20-RM	B		0,000	0,020	0,000
	G	0,000		0,014	0,036
	F	0,020	0,014		0,000
	L	0,000	0,036	0,000	
Δt_0-t_1 10-RM	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		1,000	0,025
	F	0,000	1,000		0,000
	L	0,000	0,025	0,000	
Δt_0-t_1 1-RM	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		1,000	0,000
	F	0,000	1,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Δt_0-t_4 1-RM	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		1,000	0,000
	F	0,000	1,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{4.1}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.2}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.3}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.

6.1.3.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 19) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(1, 313)} = 16,10$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,05$, kleiner Effekt

- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(1, 313)} = 17,82$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,06$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(1, 313)} = 8,47$; $p = 0,004$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,03$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(1, 313)} = 15,82$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,05$, kleiner Effekt

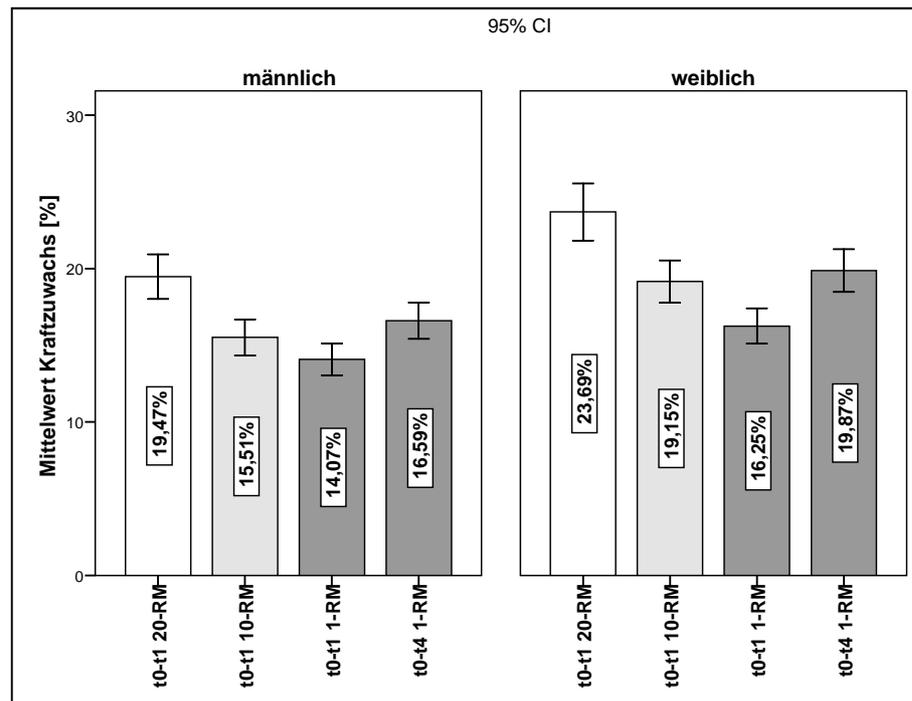


Abb. 19: Beinpresse horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{5,1}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5,2}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5,3}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.

6.1.4 Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 6-8 dargestellt (Untersuchung zu den realisierten Trainingsintensitäten im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.1.4.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 20) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(2, 312)} = 18,48$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,11$, moderater Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(2, 312)} = 8,76$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,06$, kleiner Effekt
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(2, 312)} = 83,12$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,37$, großer Effekt

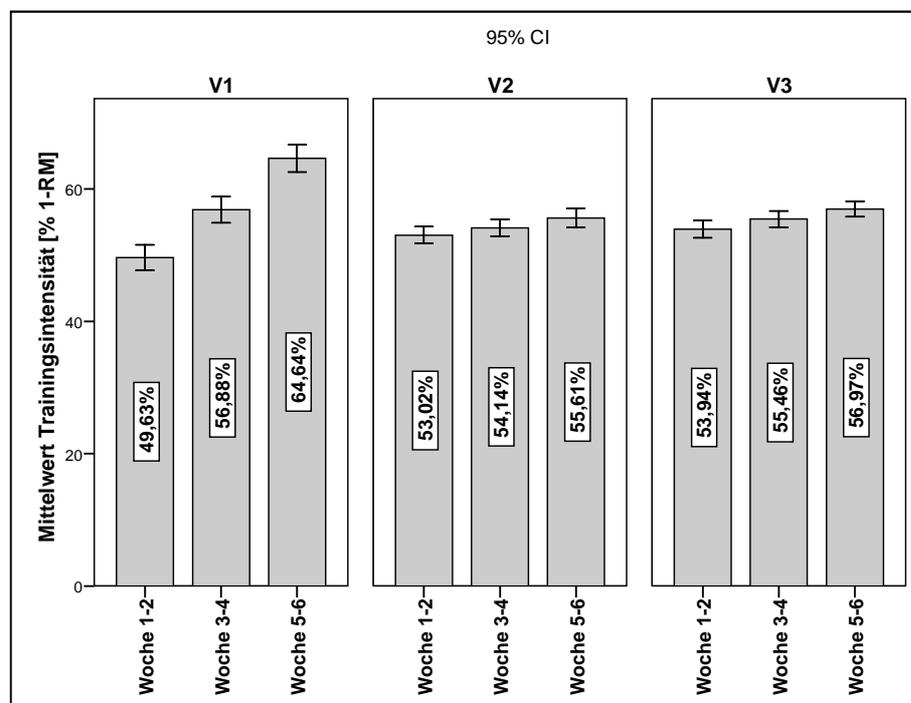


Abb. 20: Beinpresse horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 44 dargestellt. In Woche 1-2 trainierte die Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu den Versuchsgruppen V2 und V3 mit signifikant geringeren Intensitäten. In Woche 3-4 trainierte die Versuchsgruppe V1 hingegen mit tendenziell höheren Intensitäten (signifikanter Effekt lediglich im Vergleich zu Versuchsgruppe V2). In Woche 5-6 trainierte die Versuchsgruppe V1 mit durchgehend signifikant höheren Intensitäten. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnten durchgehend keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Tab. 44: Beinpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Intensität Woche 1-2		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		0,626
	V3	0,000	0,626	
Intensität Woche 3-4		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,112
	V2	0,000		0,128
	V3	0,112	0,128	
Intensität Woche 5-6		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		0,163
	V3	0,000	0,163	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{6.1}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.2}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.3}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.

6.1.4.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 21) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(3, 311)} = 157,35$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,62$, großer Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(3, 311)} = 138,17$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,59$, großer Effekt
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(3, 311)} = 122,80$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,56$, großer Effekt

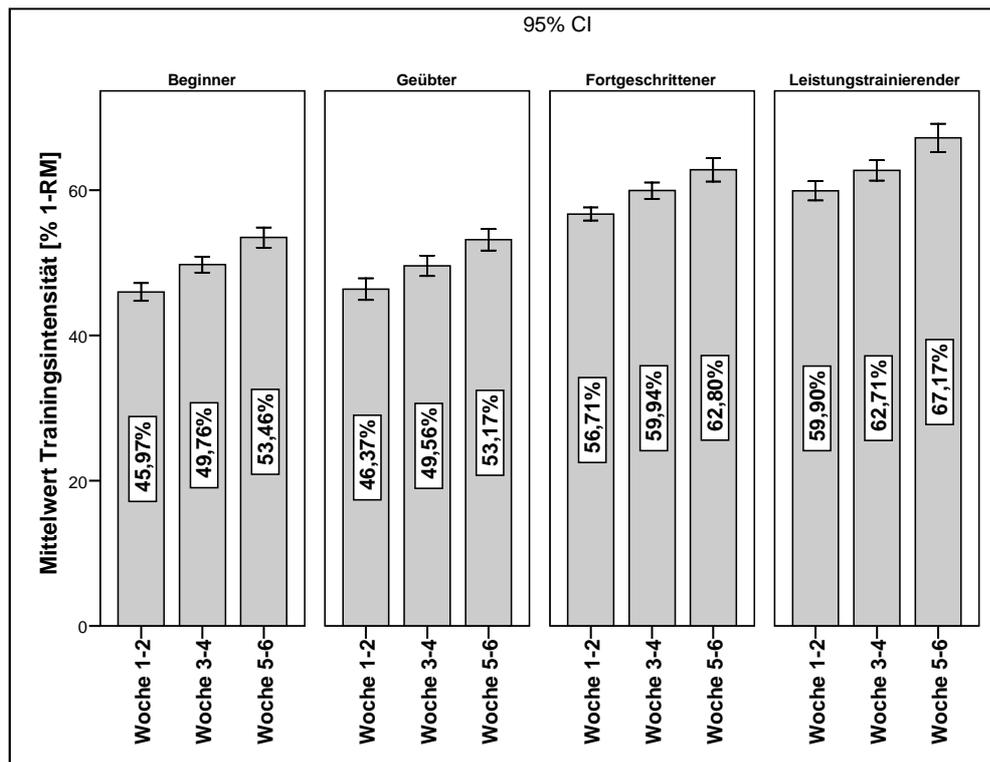


Abb. 21: Beinpresse horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 45 dargestellt. Bei allen Variablen zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Leistungsstufen „Beginner“ und „Geübte“. Diese Leistungsstufen trainierten über die komplette Interventionsdauer mit den niedrigsten Intensitäten. Die höchsten Trainingsintensitäten wurden durch die Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ realisiert.

Tab. 45: Beinpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Intensität		B	G	F	L
Intensität Woche 1-2	B		1,000	0,000	0,000
	G	1,000		0,000	0,000
	F	0,000	0,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Intensität Woche 3-4	B		1,000	0,000	0,000
	G	1,000		0,000	0,000
	F	0,000	0,000		0,012
	L	0,000	0,000	0,012	
Intensität Woche 5-6	B		1,000	0,000	0,000
	G	1,000		0,000	0,000
	F	0,000	0,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{7.1}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.2}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.3}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.

6.1.4.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 22) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(1, 313)} = 6,52$; $p = 0,011$, signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,02$, kleiner Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(1, 313)} = 7,05$; $p = 0,008$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,02$, kleiner Effekt
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(1, 313)} = 11,07$; $p = 0,001$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,04$, kleiner Effekt

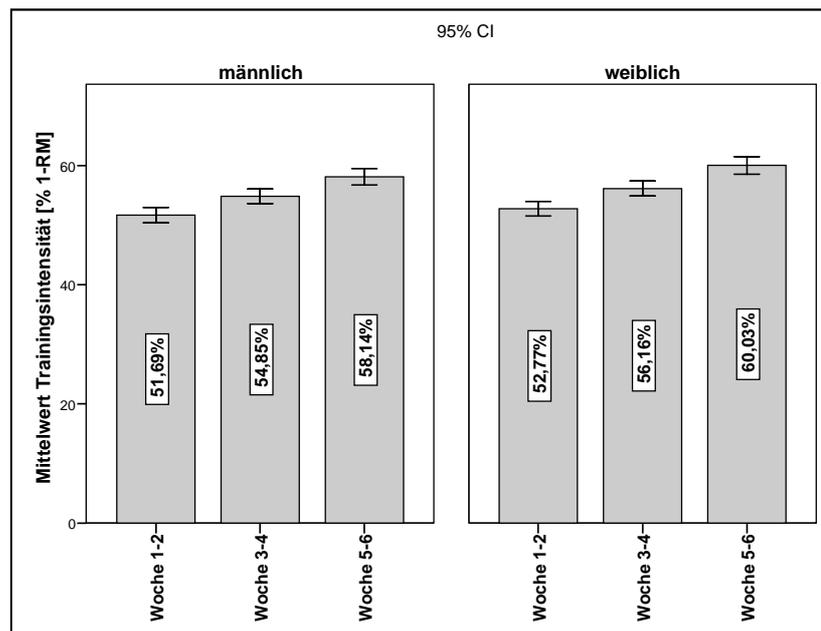


Abb. 22: Beinpresse horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{8.1}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{8.2}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{8.3}$ wird bei der Übung „Beinpresse horizontal“ angenommen.

6.2 Ergebnisdarstellung Übung „Brustpresse horizontal“

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung für die Übung „Brustpresse horizontal“ vorgestellt. Alle Darstellungen schließen jeweils mit den Ergebnissen der Hypothesenüberprüfung ab.

6.2.1 Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1

Die Analyse hinsichtlich Veränderungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten (vgl. Abb. 23) lieferte folgende Ergebnisse:

- Veränderung 20-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,99$): $Z = -15,54$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,63$, kleiner Effekt
- Veränderung 10-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,99$): $Z = -15,51$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,56$, kleiner Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,99$): $Z = -15,47$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,49$, kleiner Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_4 ($r_s = 0,99$): $Z = -15,51$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,61$, kleiner Effekt

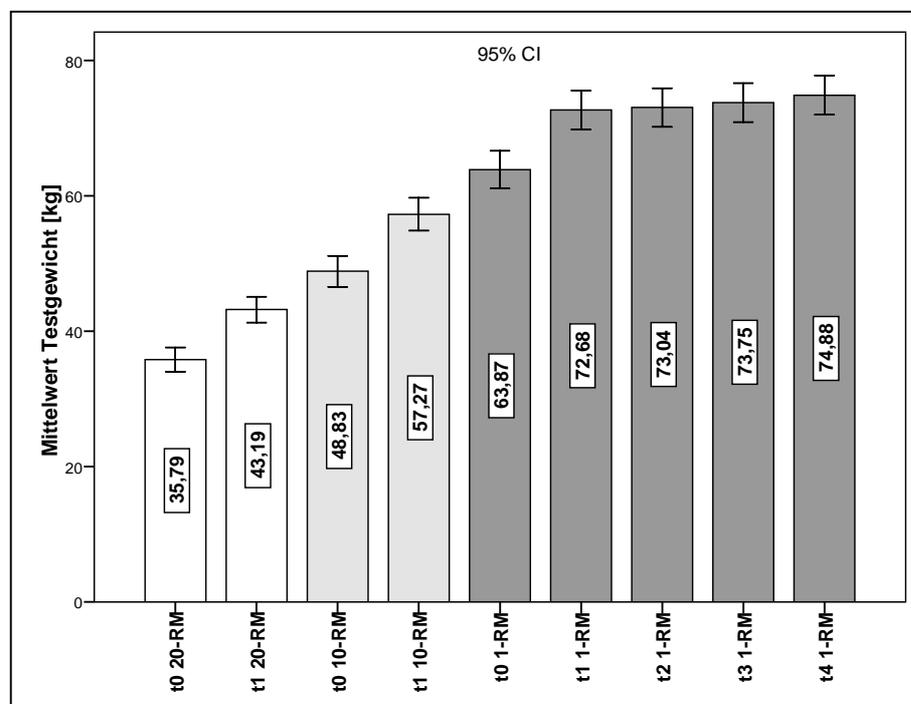


Abb. 23: Brustpresse horizontal: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{1,1}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,2}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,3}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.

6.2.2 Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2

Die Analyse hinsichtlich Unterschiede bei den Post- und Follow-up-Testwerten zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (vgl. Abb. 24) lieferte folgende Ergebnisse:

- t_1 20-RM: $F_{(1, 599)} = 0,48$; $p = 0,488$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 10-RM: $F_{(1, 599)} = 0,42$; $p = 0,517$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,17$; $p = 0,681$, kein signifikanter Unterschied
- t_2 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,19$; $p = 0,660$, kein signifikanter Unterschied
- t_3 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,17$; $p = 0,683$, kein signifikanter Unterschied
- t_4 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,11$; $p = 0,742$, kein signifikanter Unterschied

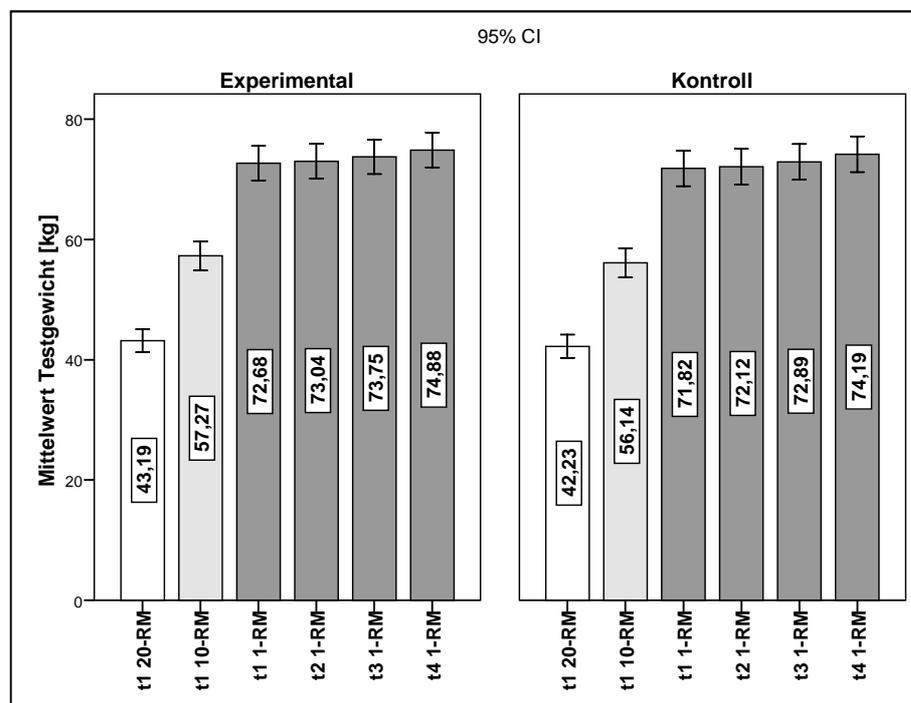


Abb. 24: Brustpresse horizontal: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{2.1}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.2}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.3}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ verworfen.

6.2.3 Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 3-5 dargestellt (Untersuchung zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.2.3.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 25) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(2, 312)} = 2,34$; $p = 0,099$, kein signifikanter Unterschied
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(2, 312)} = 7,48$; $p = 0,001$, sehr signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,05$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(2, 312)} = 5,64$; $p = 0,004$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,04$,
kleiner Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(2, 312)} = 7,03$; $p = 0,001$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,05$,
kleiner Effekt

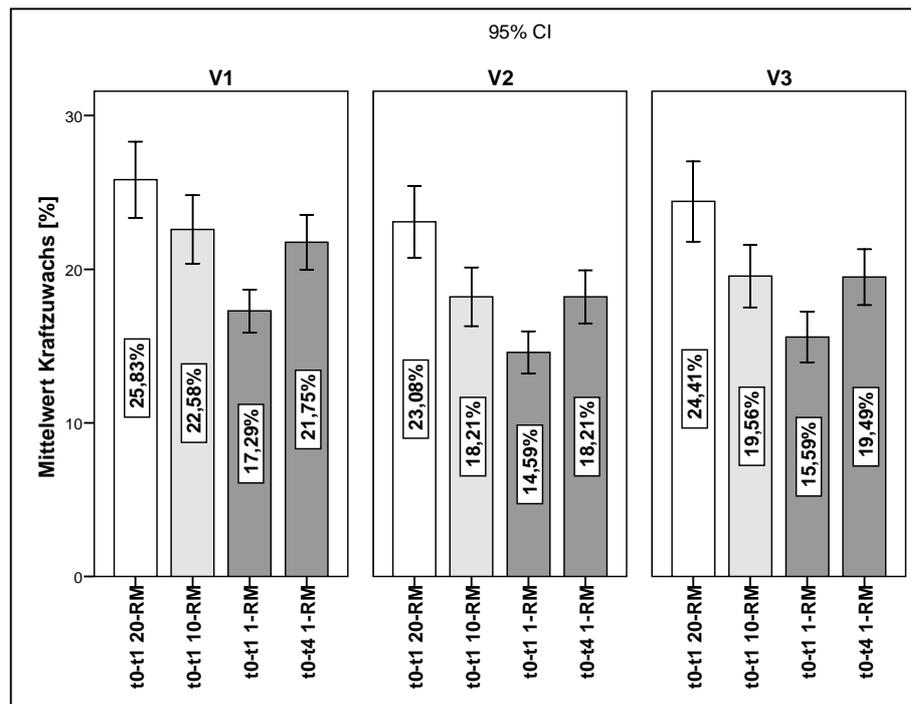


Abb. 25: Brustpresse horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche stellt die Tab. 46 dar. Bei den Variablen Δt_0-t_1 10-RM, Δt_0-t_1 1-RM sowie Δt_0-t_4 1-RM konnte die Versuchsgruppe V1 in der überwiegenden Anzahl der Fälle signifikant höhere relative Kraftzuwächse erzielen. Zwischen V2 und V3 konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Tab. 46: Brustpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Δt_0-t_1 10-RM	V1	V1	V2	V3
	V1		0,001	0,014
	V2	0,001		1,000
	V3	0,014	1,000	
Δt_0-t_1 1-RM	V1	V1	V2	V3
	V1		0,003	0,091
	V2	0,003		0,850
	V3	0,091	0,850	
Δt_0-t_4 1-RM	V1	V1	V2	V3
	V1		0,001	0,044
	V2	0,001		0,734
	V3	0,044	0,734	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{3.1}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{3.2}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{3.3}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.

6.2.3.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 26) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(3, 311)} = 42,22$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,31$, großer Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(3, 311)} = 46,31$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,33$, großer Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(3, 311)} = 35,62$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,27$, großer Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(3, 311)} = 48,88$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,34$, großer Effekt

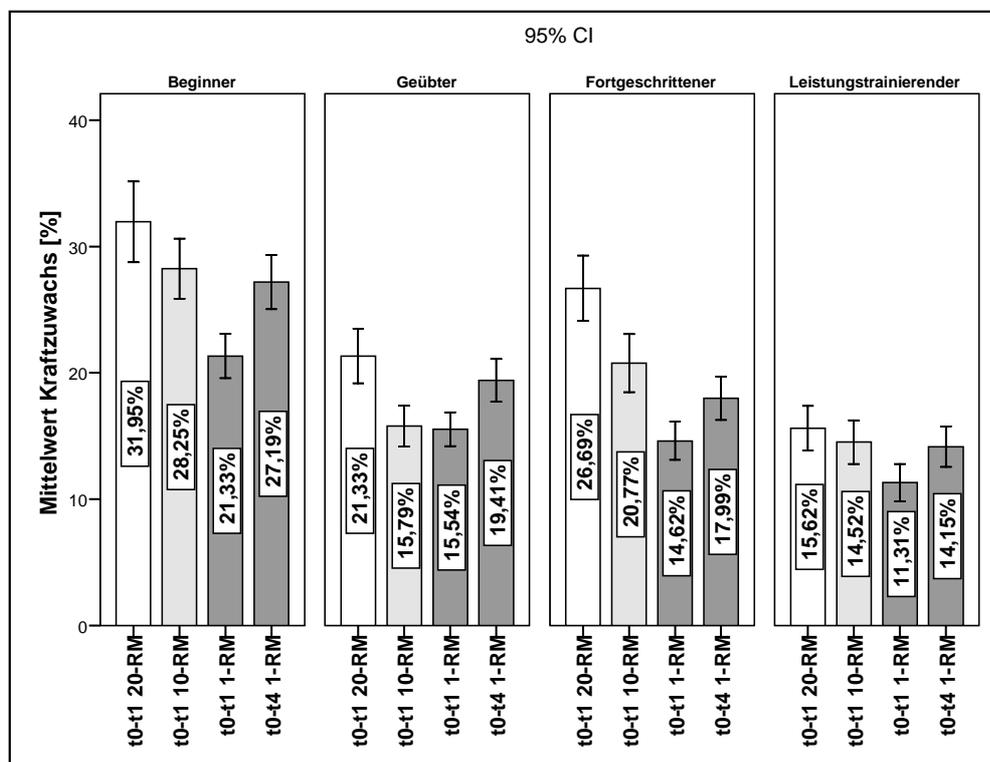


Abb. 26: Brustpresse horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 47 dargestellt. Die höchsten relativen Kraftsteigerungen konnte die Leistungsstufe „Beginner“ erzielen. Die geringsten relativen Kraftsteigerungen erzielten die „Leistungstrainierenden“. Bei der Variable Δt_0-t_1 10-RM ergab der Einzelvergleich keinen signifikanten Unterschied zwischen den „Geübten“ und den „Leistungstrainierenden“. Bei der Variable Δt_0-t_1 1-

RM konnte zwischen den „Geübten“ und den „Fortgeschrittenen“ kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 47: Brustpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Δt_0-t_1 20-RM		B	G	F	L
	B		0,000	0,002	0,000
	G	0,000		0,000	0,001
	F	0,002	0,000		0,000
	L	0,000	0,001	0,000	
Δt_0-t_1 10-RM		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,000	1,000
	F	0,000	0,000		0,000
	L	0,000	1,000	0,000	
Δt_0-t_1 1-RM		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		1,000	0,000
	F	0,000	1,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Δt_0-t_4 1-RM		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,006	0,000
	F	0,000	0,006		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{4.1}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.2}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.3}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.

6.2.3.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 27) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(1, 313)} = 112,03$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,28$, großer Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(1, 313)} = 95,36$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,25$, großer Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(1, 313)} = 115,74$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,29$, großer Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(1, 313)} = 142,03$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,33$, großer Effekt

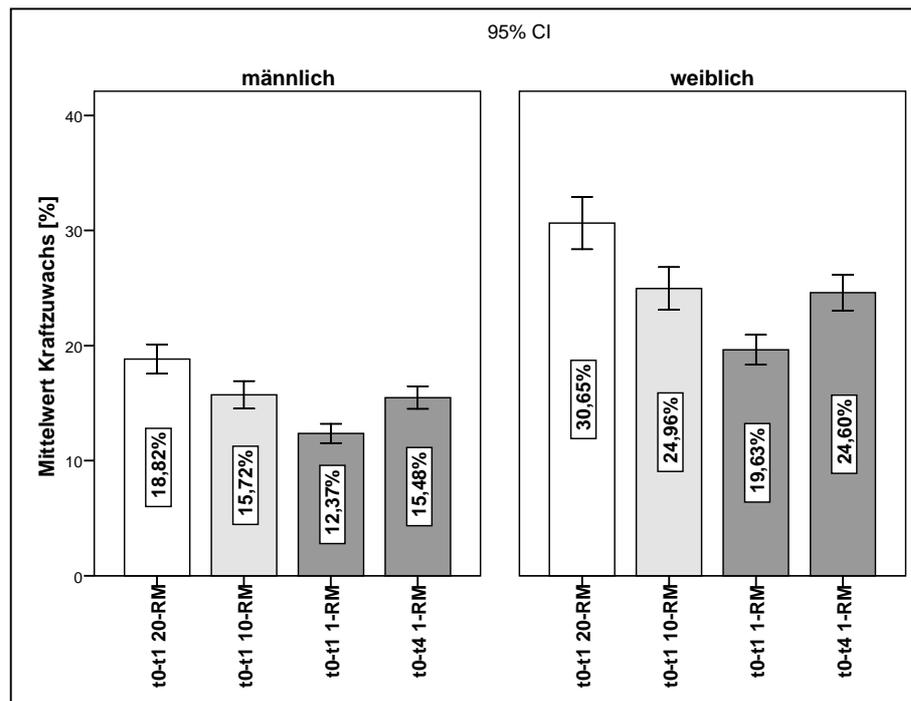


Abb. 27: Brustpresse horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{5,1}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5,2}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5,3}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.

6.2.4 Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 6-8 dargestellt (Untersuchung zu den realisierten Trainingsintensitäten im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.2.4.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 28) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(2, 312)} = 13,04$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,08$, kleiner Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(2, 312)} = 7,85$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,05$, kleiner Effekt

- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(2, 312)} = 69,20$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,33$, großer Effekt

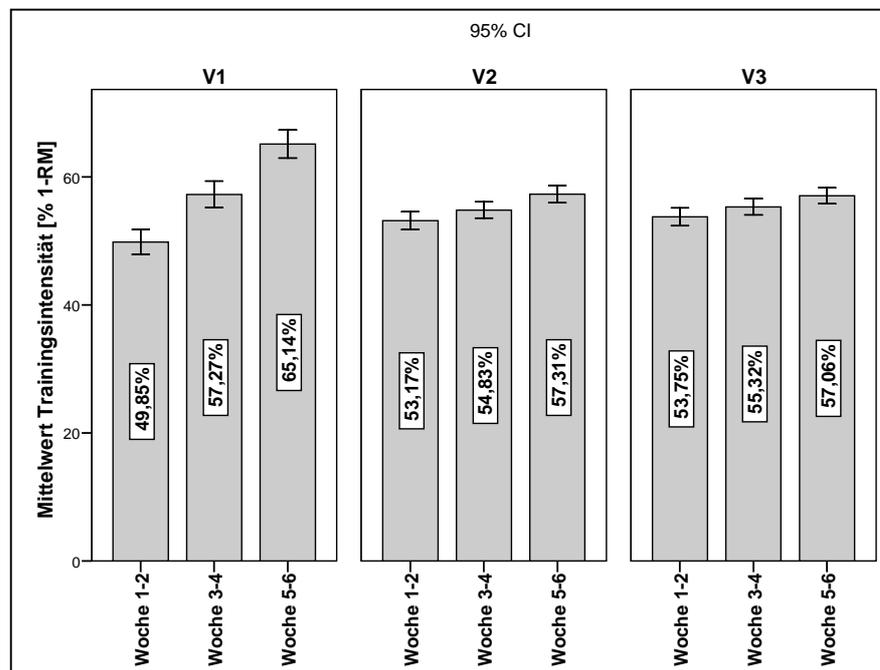


Abb. 28: Brustpresse horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 48 dargestellt. In Woche 1-2 trainierte die Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu den beiden anderen Versuchsgruppen mit signifikant geringeren Intensitäten. In Woche 3-4 sowie Woche 5-6 zeigte sich ein umgekehrtes Bild. Versuchsgruppe V1 trainierte im Vergleich zu V2 und V3 mit signifikant höheren Intensitäten. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnte generell kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 48: Brustpresse horizontal: p -Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Intensität		V1	V2	V3
Woche 1-2	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	
Woche 3-4	V1		0,001	0,013
	V2	0,001		1,000
	V3	0,013	1,000	
Woche 5-6	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{6.1}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.2}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.3}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.

6.2.4.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 29) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2:* $F_{(3, 311)} = 124,56$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,57$, großer Effekt
- *Intensität Woche 3-4:* $F_{(3, 311)} = 126,72$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,57$, großer Effekt
- *Intensität Woche 5-6:* $F_{(3, 311)} = 108,86$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,53$, großer Effekt

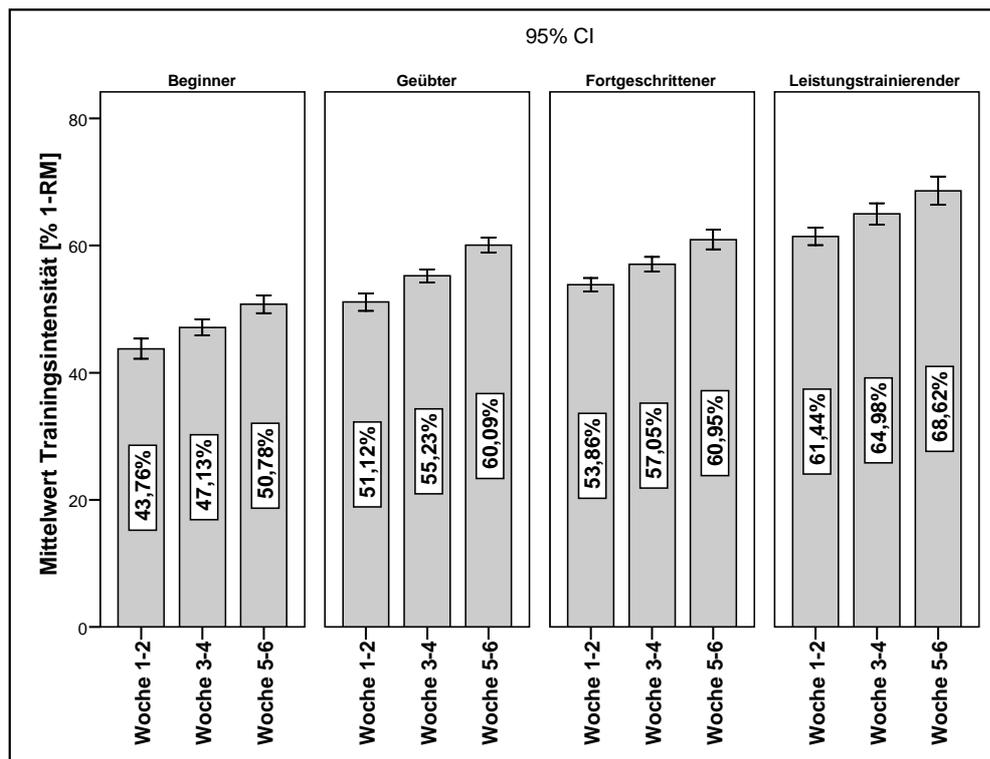


Abb. 29: Brustpresse horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 49 dargestellt. Über die gesamte Interventionsdauer trainierte die Leistungsstufe „Beginner“ mit den niedrigsten und die Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ mit den höchsten Intensitäten. Bei den Variablen *Intensität Woche 3-4* sowie *Intensität Woche 5-6* zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Leistungsstufen „Geübte“ und „Fortgeschrittene“.

Tab. 49: Brustpresse horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Intensität Woche 1-2		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,006	0,000
	F	0,000	0,006		0,000
Intensität Woche 3-4		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,072	0,000
	F	0,000	0,072		0,000
Intensität Woche 5-6		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,563	0,000
	F	0,000	0,563		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{7.1}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.2}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.3}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.

6.2.4.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 30) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(1, 313)} = 8,53$; $p = 0,004$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,03$, kleiner Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(1, 313)} = 2,90$; $p = 0,090$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(1, 313)} = 0,60$; $p = 0,438$, kein signifikanter Unterschied

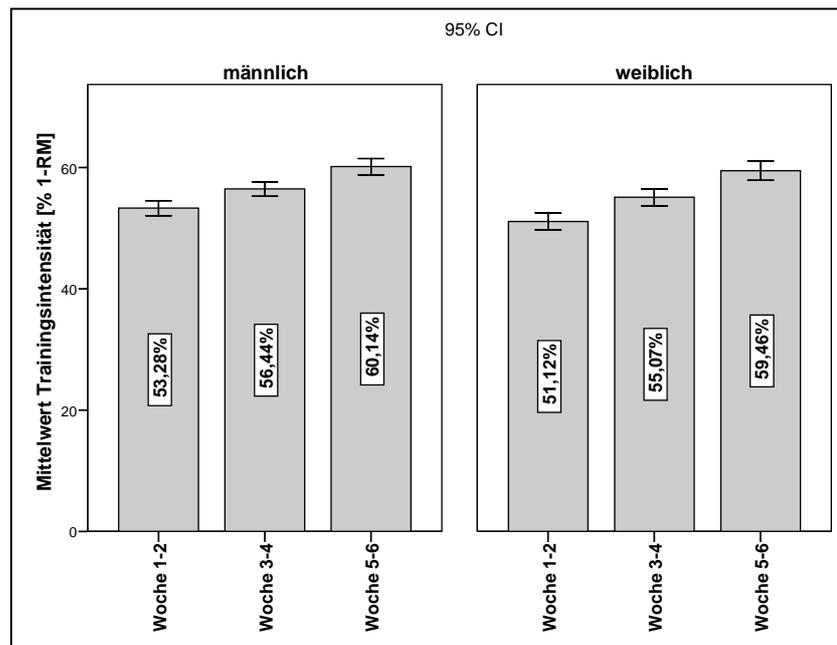


Abb. 30: Brustpresse horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{8.1}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{8.2}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{8.3}$ wird bei der Übung „Brustpresse horizontal“ verworfen.

6.3 Ergebnissdarstellung Übung „Butterfly“

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung für die Übung „Butterfly“ vorgestellt. Alle Darstellungen schließen jeweils mit den Ergebnissen der Hypothesenüberprüfung ab.

6.3.1 Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1

Die Analyse hinsichtlich Veränderungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten (vgl. Abb. 31) lieferte folgende Ergebnisse:

- Veränderung 20-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,61$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,65$, kleiner Effekt
- Veränderung 10-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,51$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,57$, kleiner Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,48$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,48$, kleiner Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_4 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,48$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,58$, kleiner Effekt

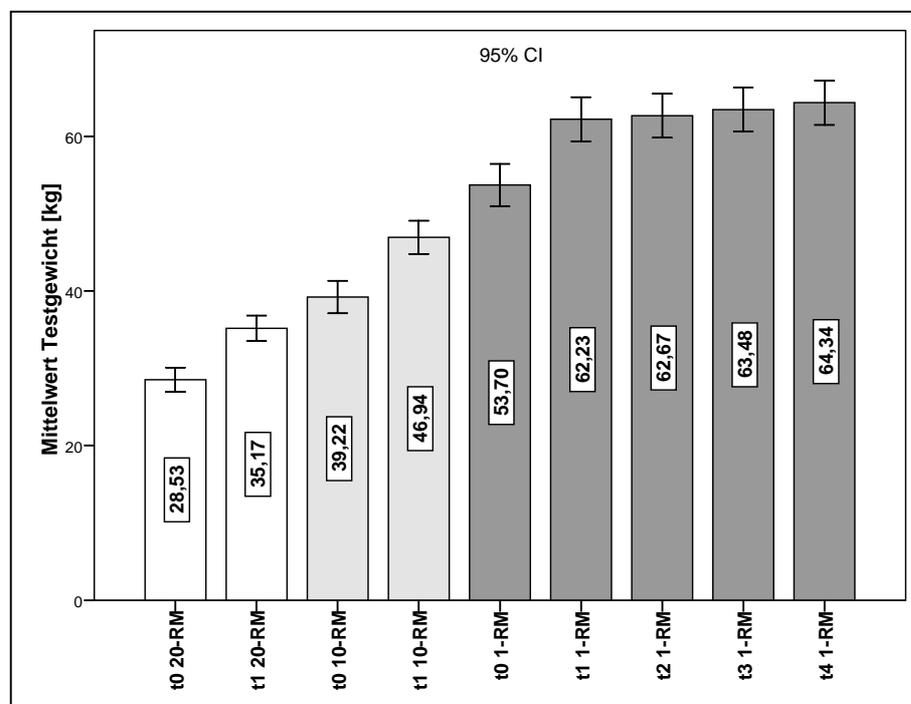


Abb. 31: Butterfly: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{1,1}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,2}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,3}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.

6.3.2 Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2

Die Analyse hinsichtlich Unterschiede bei den Post- und Follow-up-Testwerten zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (vgl. Abb. 32) lieferte folgende Ergebnisse:

- t_1 20-RM: $F_{(1, 599)} = 0,34$; $p = 0,561$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 10-RM: $F_{(1, 599)} = 0,37$; $p = 0,545$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,42$; $p = 0,516$, kein signifikanter Unterschied
- t_2 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,52$; $p = 0,470$, kein signifikanter Unterschied
- t_3 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,50$; $p = 0,481$, kein signifikanter Unterschied
- t_4 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,28$; $p = 0,596$, kein signifikanter Unterschied

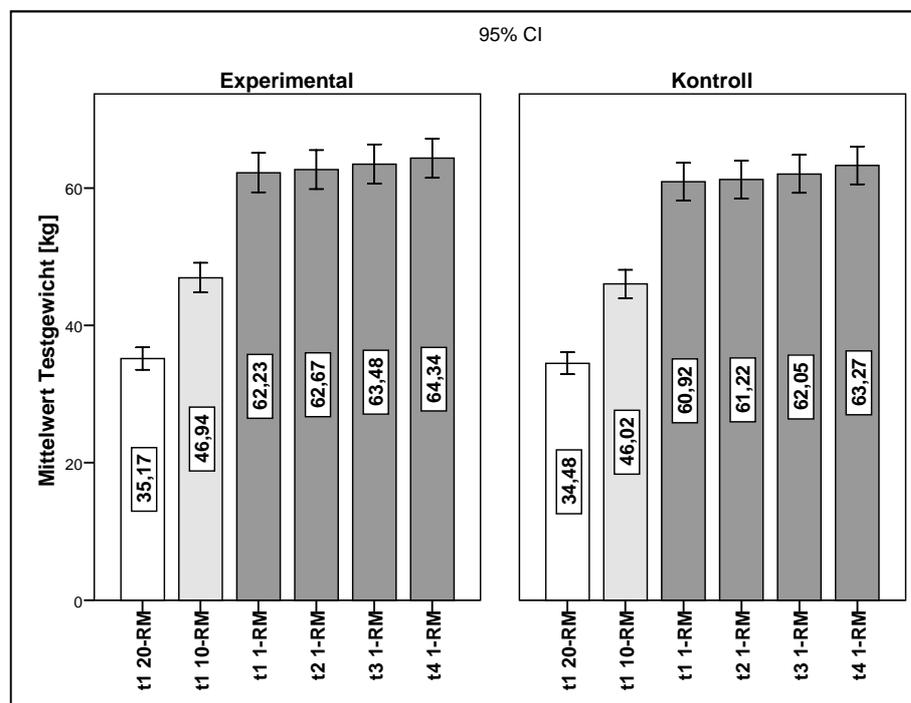


Abb. 32: Butterfly: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{2.1}$ wird bei der Übung „Butterfly“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.2}$ wird bei der Übung „Butterfly“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.3}$ wird bei der Übung „Butterfly“ verworfen.

6.3.3 Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 3-5 dargestellt (Untersuchung zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.3.3.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 33) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(2, 312)} = 33,69$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,19$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(2, 312)} = 23,44$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,14$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(2, 312)} = 28,32$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,16$, moderater Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(2, 312)} = 29,65$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,17$, moderater Effekt

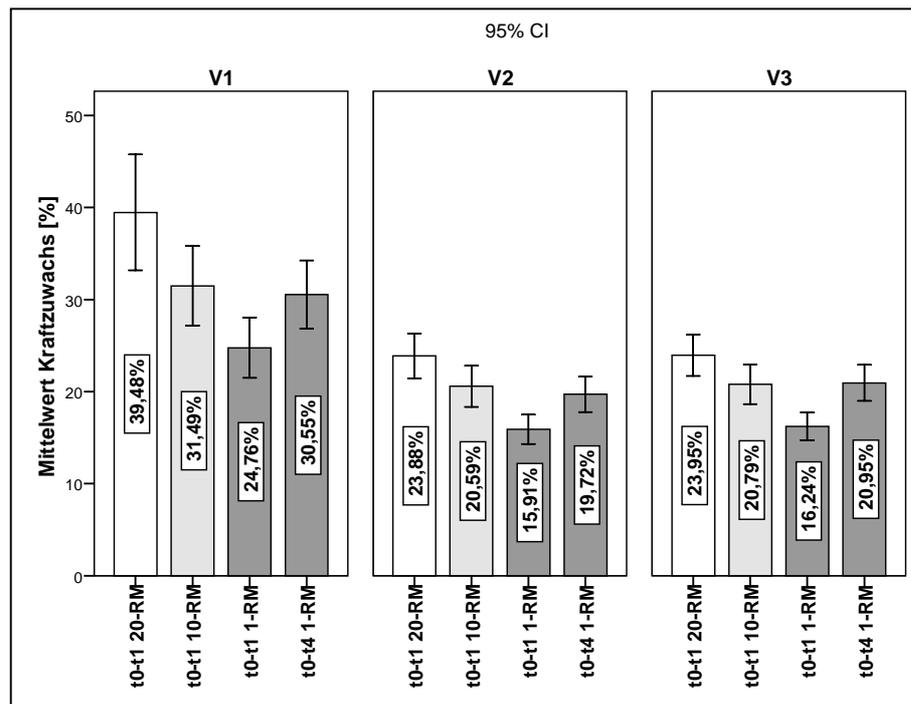


Abb. 33: Butterfly: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 50 dargestellt. Bei allen Variablen konnte die Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu V2 und V3 signifikant höhere relative Kraftsteigerungen erzielen. Zwischen V2 und V3 zeigten sich durchgehend keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 50: Butterfly: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Δt_0-t_1 20-RM	V1	V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	
Δt_0-t_1 10-RM	V1	V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	
Δt_0-t_1 1-RM	V1	V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	
Δt_0-t_4 1-RM	V1	V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{3.1}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{3.2}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{3.3}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.

6.3.3.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 34) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(3, 311)} = 33,55$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,26$, großer Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(3, 311)} = 30,38$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,24$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(3, 311)} = 26,26$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,22$, moderater Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(3, 311)} = 32,36$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,25$, großer Effekt

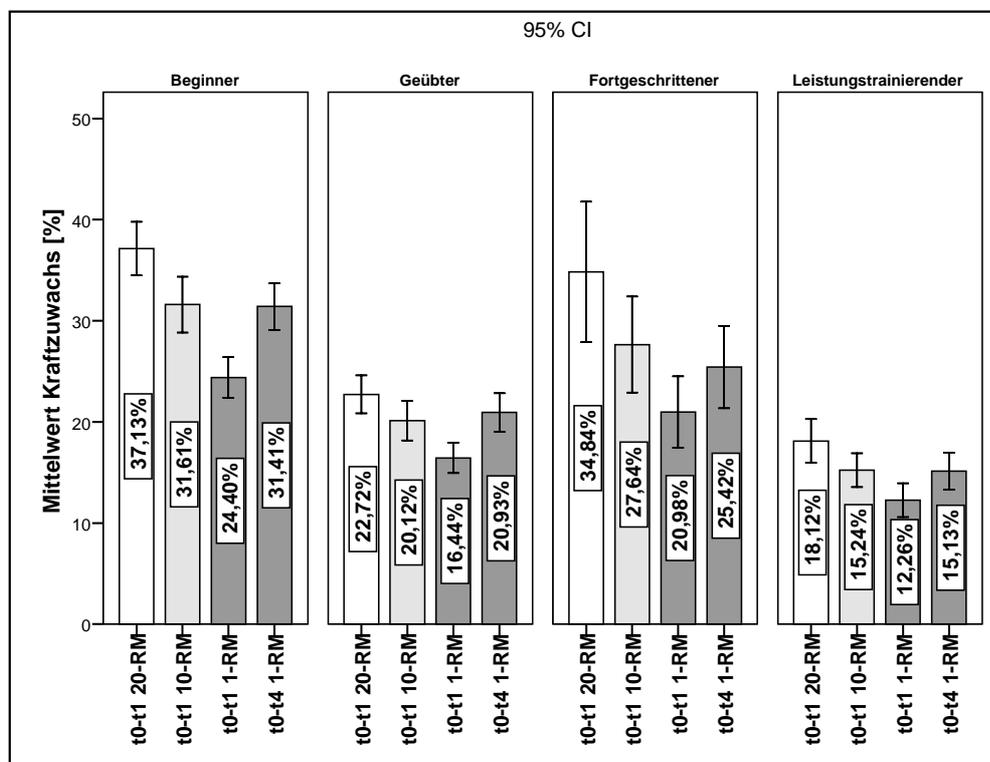


Abb. 34: Butterfly: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 51 dargestellt. Die höchsten relativen Kraftsteigerungen konnte die Leistungsstufe „Beginner“ erzielen. Die geringsten relativen Kraftsteigerungen erzielten die „Leistungstrainierenden“. Bei den Variablen Δt_0-t_1 20-RM, Δt_0-t_1 10-RM sowie Δt_0-t_1 1-RM zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Leistungsstufen „Beginner“ und „Fortgeschrittene“. Bei den Variablen Δt_0-t_1 20-RM sowie Δt_0-t_1 10-RM konnte zwischen „Geübten“ und „Leistungstrainierenden“ kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 51: Butterfly: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Δt_0-t_1 20-RM		B	G	F	L
	B		0,000	1,000	0,000
	G	0,000		0,000	0,388
	F	1,000	0,000		0,000
Δt_0-t_1 10-RM	L	0,000	0,388	0,000	
		B	G	F	L
	B		0,000	0,779	0,000
	G	0,000		0,000	0,081
Δt_0-t_1 1-RM	F	0,779	0,000		0,000
	L	0,000	0,081	0,000	
		B	G	F	L
	B		0,000	0,519	0,000
Δt_0-t_1 1-RM	G	0,000		0,001	0,000
	F	0,519	0,001		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
		B	G	F	L
Δt_0-t_4 1-RM	B		0,000	0,016	0,000
	G	0,000		0,005	0,003
	F	0,016	0,005		0,000
	L	0,000	0,003	0,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{4.1}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.2}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.3}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.

6.3.3.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 35) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(1, 313)} = 40,89$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,12$, moderater Effekt

- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(1, 313)} = 40,41$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,12$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(1, 313)} = 42,83$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,13$, moderater Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(1, 313)} = 50,55$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,15$, moderater Effekt

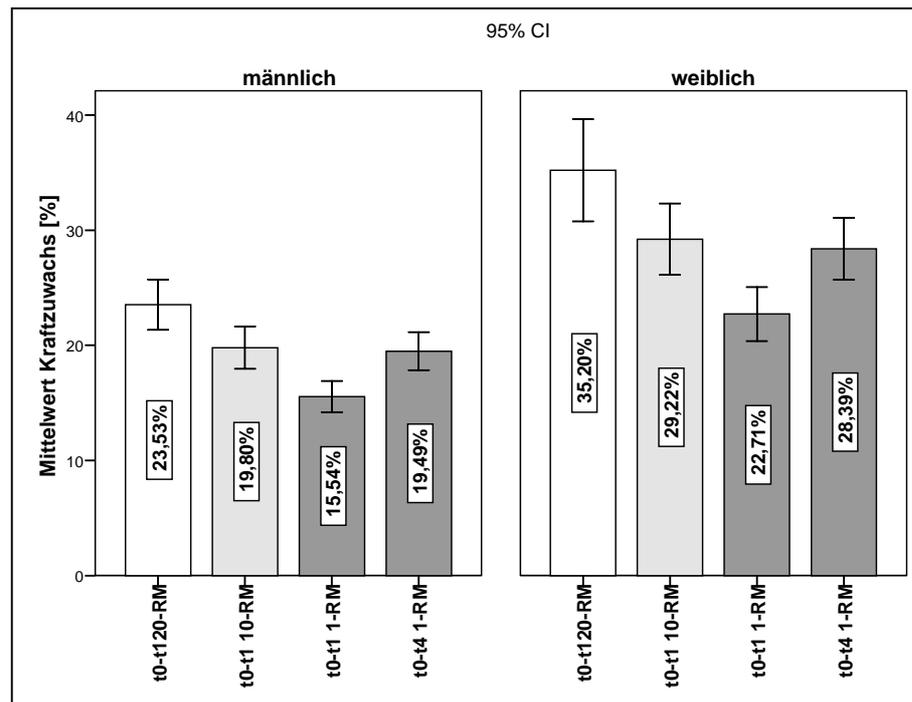


Abb. 35: Butterfly: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{5,1}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5,2}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5,3}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.

6.3.4 Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 6-8 dargestellt (Untersuchung zu den realisierten Trainingsintensitäten im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.3.4.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 36) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(2, 312)} = 27,45$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,16$, moderater Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(2, 312)} = 0,46$; $p = 0,632$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(2, 312)} = 29,17$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,17$, moderater Effekt

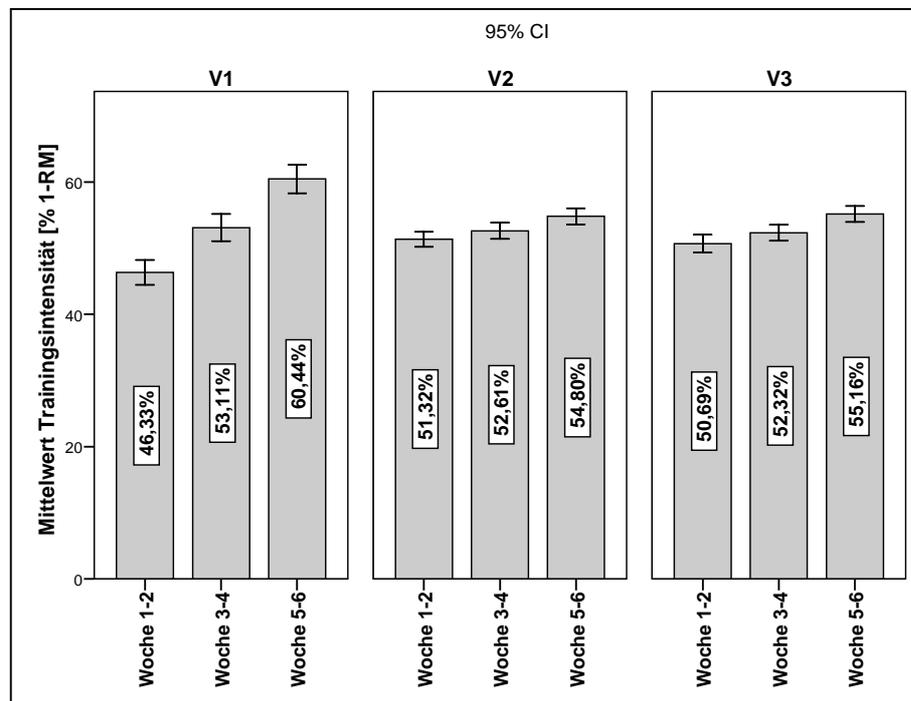


Abb. 36: Butterfly: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 52 dargestellt. In Woche 1-2 trainierte die Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu den beiden anderen Versuchsgruppen mit signifikant geringeren Intensitäten. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnten keine Unterschiede festgestellt werden. In Woche 5-6 trainierte die Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu den beiden anderen Versuchsgruppen mit signifikant höheren Intensitäten. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnte wiederum kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 52: Butterfly: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Intensität Woche 1-2		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	
Intensität Woche 5-6		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{6.1}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.2}$ wird bei der Übung „Butterfly“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{6.3}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.

6.3.4.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 37) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2:* $F_{(3, 311)} = 109,26$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,53$, großer Effekt
- *Intensität Woche 3-4:* $F_{(3, 311)} = 98,27$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,51$, großer Effekt
- *Intensität Woche 5-6:* $F_{(3, 311)} = 85,61$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,47$, großer Effekt

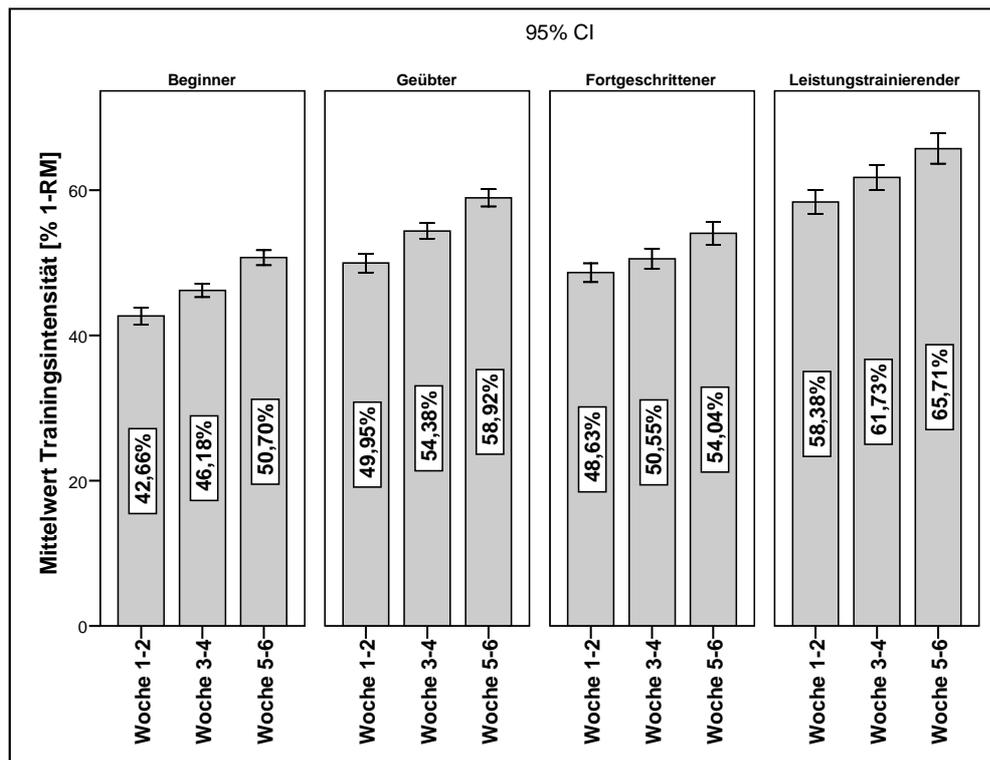


Abb. 37: Butterfly: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 53 dargestellt. Über die gesamte Interventionsdauer trainierte die Leistungsstufe „Beginner“ mit den niedrigsten und die Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ mit den höchsten Intensitäten. Lediglich bei der Variable *Intensität Woche 1-2* konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Leistungsstufen „Geübte“ und „Fortgeschrittene“ festgestellt werden.

Tab. 53: Butterfly: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Intensität Woche 1-2		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,490	0,000
	F	0,000	0,490		0,000
Intensität Woche 3-4	L	0,000	0,000	0,000	
		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,000	0,000
Intensität Woche 5-6	F	0,000	0,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
		B	G	F	L
	B		0,000	0,003	0,000
	G	0,000		0,000	0,000
	F	0,003	0,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{7.1}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.2}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.3}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.

6.3.4.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 38) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(1, 313)} = 0,65$; $p = 0,422$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(1, 313)} = 0,20$; $p = 0,652$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(1, 313)} = 6,10$; $p = 0,014$, signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,02$, kleiner Effekt

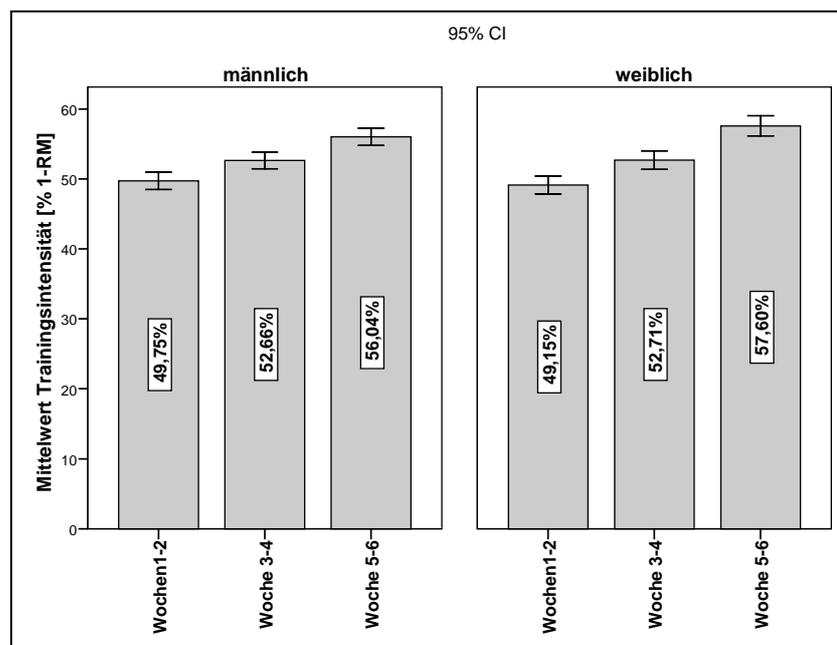


Abb. 38: Butterfly: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{8.1}$ wird bei der Übung „Butterfly“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{8.2}$ wird bei der Übung „Butterfly“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{8.3}$ wird bei der Übung „Butterfly“ angenommen.

6.4 Ergebnisdarstellung Übung „Latzug vertikal zum Nacken“

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung für die Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ vorgestellt. Alle Darstellungen schließen jeweils mit den Ergebnissen der Hypothesenüberprüfung ab.

6.4.1 Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1

Die Analyse hinsichtlich Veränderungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten (vgl. Abb. 39) lieferte folgende Ergebnisse:

- Veränderung 20-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,59$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,81$, moderater Effekt
- Veränderung 10-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,47$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,72$, kleiner Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,45$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,66$, kleiner Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_4 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,45$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,80$, moderater Effekt

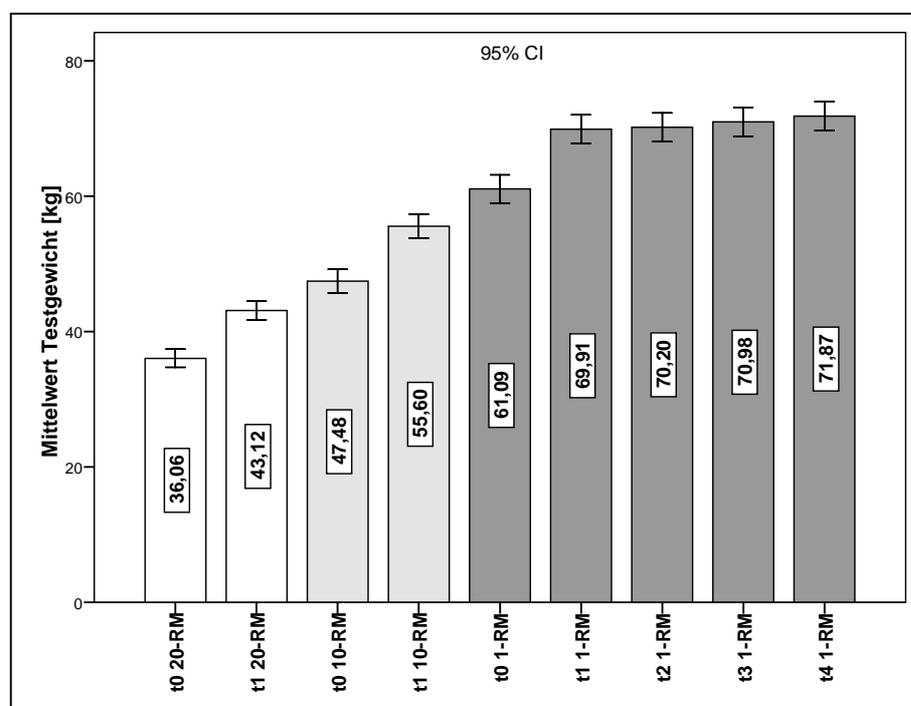


Abb. 39: Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{1,1}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,2}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,3}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.

6.4.2 Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2

Die Analyse hinsichtlich Unterschiede bei den Post- und Follow-up-Testwerten zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (vgl. Abb. 40) lieferte folgende Ergebnisse:

- t_1 20-RM: $F_{(1, 599)} = 0,41$; $p = 0,521$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 10-RM: $F_{(1, 599)} = 0,28$; $p = 0,598$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,28$; $p = 0,594$, kein signifikanter Unterschied
- t_2 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,39$; $p = 0,531$, kein signifikanter Unterschied
- t_3 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,37$; $p = 0,545$, kein signifikanter Unterschied
- t_4 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,14$; $p = 0,708$, kein signifikanter Unterschied

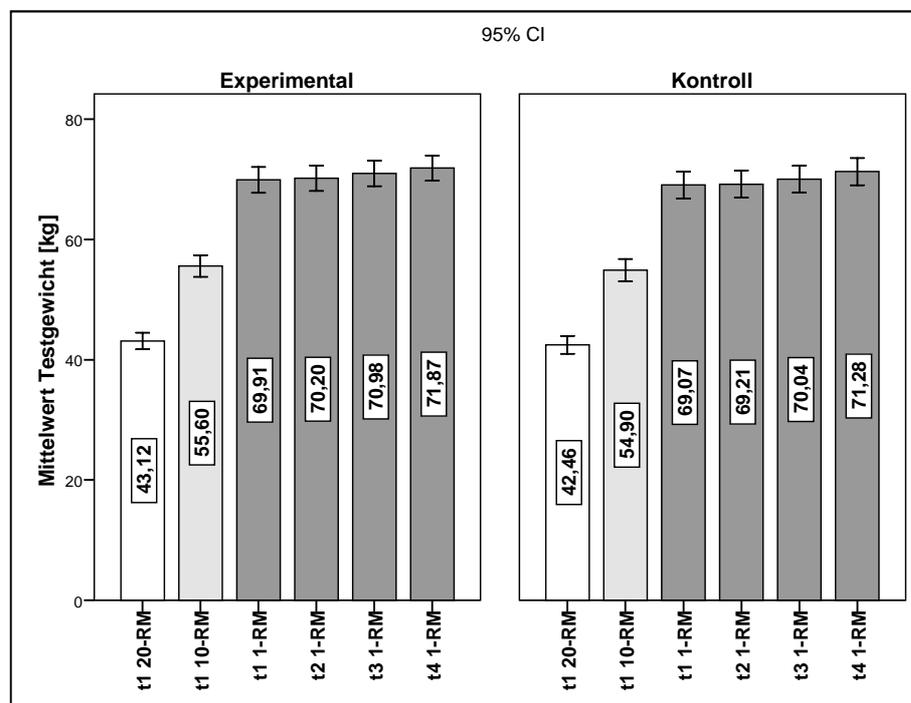


Abb. 40: Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{2.1}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.2}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.3}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ verworfen.

6.4.3 Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 3-5 dargestellt (Untersuchung zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.4.3.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 41) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(2, 312)} = 5,75$; $p = 0,004$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,04$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(2, 312)} = 5,85$; $p = 0,003$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,04$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(2, 312)} = 3,29$; $p = 0,039$, signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,02$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(2, 312)} = 3,47$; $p = 0,033$, signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,02$, kleiner Effekt

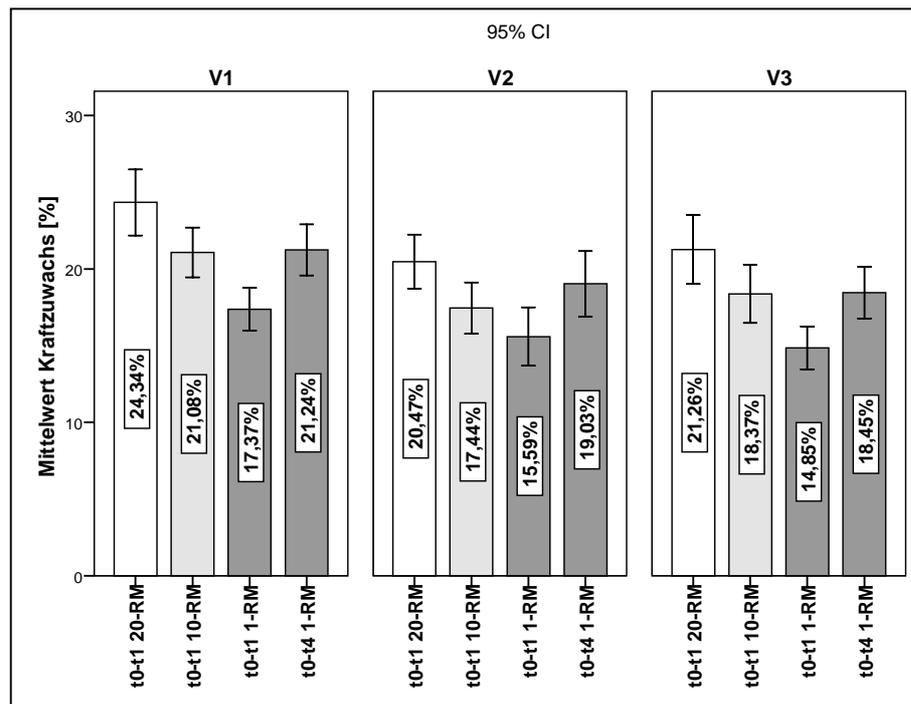


Abb. 41: Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche stellt die Tab. 54 dar. Bei den Variablen Δt_0-t_1 20-RM und Δt_0-t_1 10-RM konnten bei der Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu V2 und V3 signifikant höhere relative Kraftsteigerungen festgestellt werden. Bei den Variablen Δt_0-t_1 1-RM sowie Δt_0-t_4 1-RM zeigte sich dieser Effekt nur noch im Vergleich zur Versuchsgruppe V3. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnte bei allen abhängigen Variablen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 54: Latzug vertikal zum Nacken: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

		V1	V2	V3
Δt_0-t_1 20-RM	V1		0,005	0,024
	V2	0,005		1,000
	V3	0,024	1,000	
Δt_0-t_1 10-RM	V1		0,004	0,033
	V2	0,004		1,000
	V3	0,033	1,000	
Δt_0-t_1 1-RM	V1		0,254	0,038
	V2	0,254		1,000
	V3	0,038	1,000	
Δt_0-t_4 1-RM	V1		0,141	0,040
	V2	0,141		1,000
	V3	0,040	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{3.1}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{3.2}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{3.3}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.

6.4.3.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 42) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(3, 311)} = 25,78$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,21$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(3, 311)} = 32,38$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,25$, großer Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(3, 311)} = 24,92$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,21$, moderater Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(3, 311)} = 30,54$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,24$, moderater Effekt

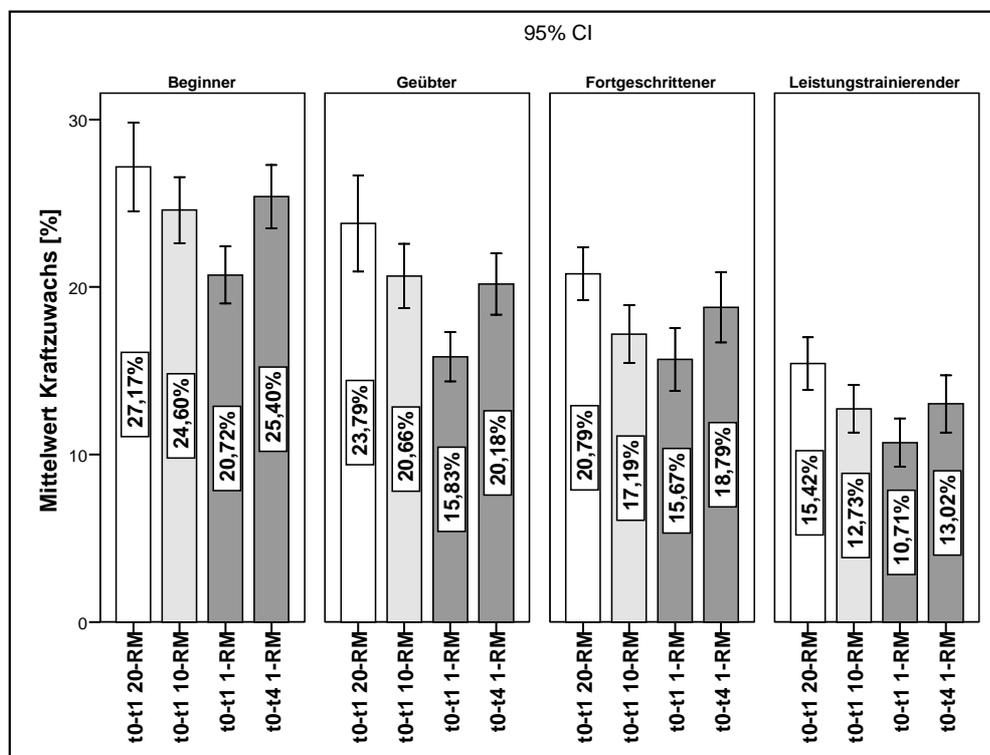


Abb. 42: Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 55 dargestellt. Die höchsten relativen Kraftsteigerungen konnte die Leistungsstufe „Beginner“ erzielen. Die geringsten relativen Kraftsteigerungen erzielten die „Leistungsstrainierenden“. Bei der Variable Δt_0-t_1 20-RM zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Leistungsstufen „Beginner“ und „Geübte“ sowie zwischen „Geübte“ und „Fortgeschrittene“. Bei den Variablen Δt_0-t_1 1-RM sowie Δt_0-t_4 1-RM zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Leistungsstufen „Geübte“ und „Fortgeschrittene“.

Tab. 55: Latzug vertikal zum Nacken: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Δt_0-t_1 20-RM	B		0,106	0,000	0,000
	G	0,106		0,109	0,000
	F	0,000	0,109		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Δt_0-t_1 10-RM	B		0,011	0,000	0,000
	G	0,011		0,025	0,000
	F	0,000	0,025		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Δt_0-t_1 1-RM	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		1,000	0,000
	F	0,000	1,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Δt_0-t_4 1-RM	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		1,000	0,000
	F	0,000	1,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{4.1}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.2}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.3}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.

6.4.3.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 43) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(1, 313)} = 116,40$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,29$, großer Effekt

- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(1, 313)} = 60,50$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,17$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(1, 313)} = 51,72$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,15$, moderater Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(1, 313)} = 69,19$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,19$, moderater Effekt

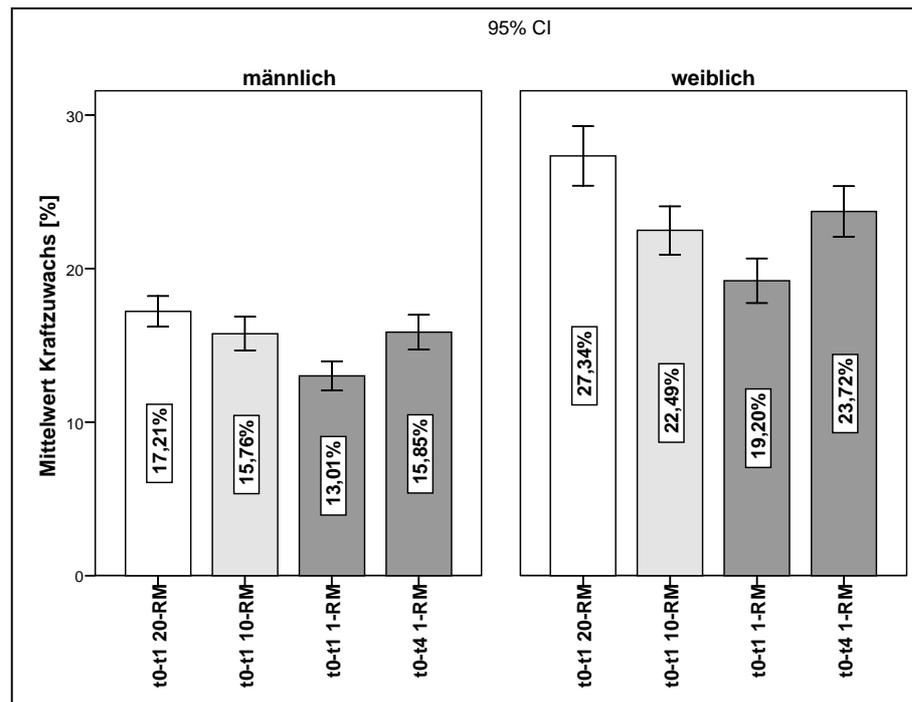


Abb. 43: Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{5,1}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5,2}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5,3}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.

6.4.4 Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 6-8 dargestellt (Untersuchung zu den realisierten Trainingsintensitäten im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.4.4.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 44) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(2, 312)} = 15,89$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,10$, moderater Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(2, 312)} = 9,69$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,06$, kleiner Effekt
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(2, 312)} = 100,44$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,41$, großer Effekt

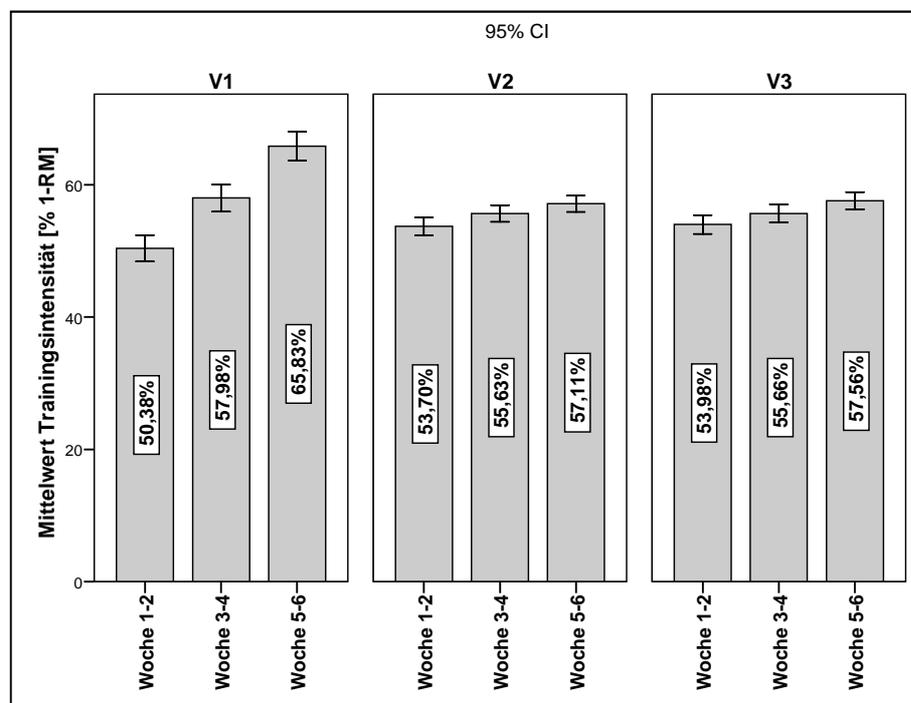


Abb. 44: Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 56 dargestellt. In Woche 1-2 trainierte die Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu den beiden anderen Versuchsgruppen mit signifikant geringeren Intensitäten. In Woche 3-4 sowie in Woche 5-6 trainierte die Versuchsgruppe V1 mit signifikant höheren Intensitäten. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnte generell kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 56: Latzug vertikal zum Nacken: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Intensität Woche 1-2		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	
Intensität Woche 3-4		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,001
	V2	0,000		1,000
	V3	0,001	1,000	
Intensität Woche 5-6		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{6.1}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.2}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.3}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.

6.4.4.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 45) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(3, 311)} = 217,14$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,69$, großer Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(3, 311)} = 153,41$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,62$, großer Effekt
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(3, 311)} = 140,69$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,59$, großer Effekt

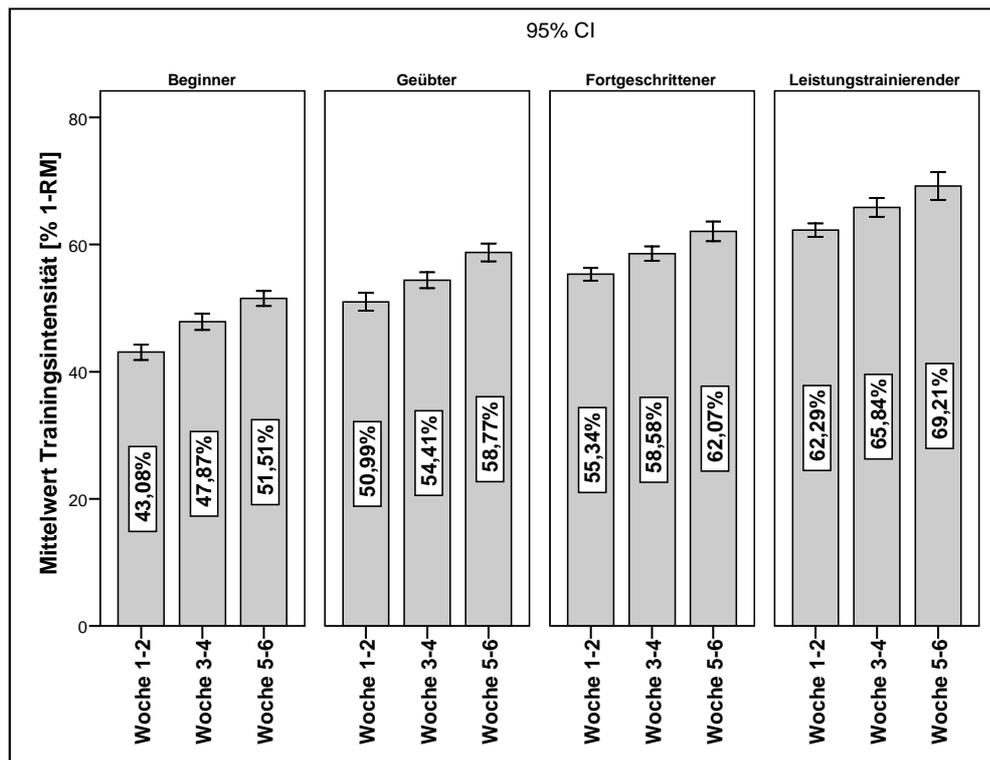


Abb. 45: Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 57 dargestellt. Über die gesamte Interventionsdauer trainierte die Leistungsstufe „Beginner“ mit den niedrigsten und die Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ mit den höchsten Intensitäten.

Tab. 57: Latzug vertikal zum Nacken: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Intensität Woche 1-2	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,000	0,000
	F	0,000	0,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Intensität Woche 3-4	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,000	0,000
	F	0,000	0,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Intensität Woche 5-6	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,000	0,000
	F	0,000	0,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{7.1}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.2}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.3}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.

6.4.4.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 46) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(1, 313)} = 10,54$; $p = 0,001$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,04$, kleiner Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(1, 313)} = 5,93$; $p = 0,015$, signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,02$, kleiner Effekt
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(1, 313)} = 3,41$; $p = 0,066$, kein signifikanter Unterschied

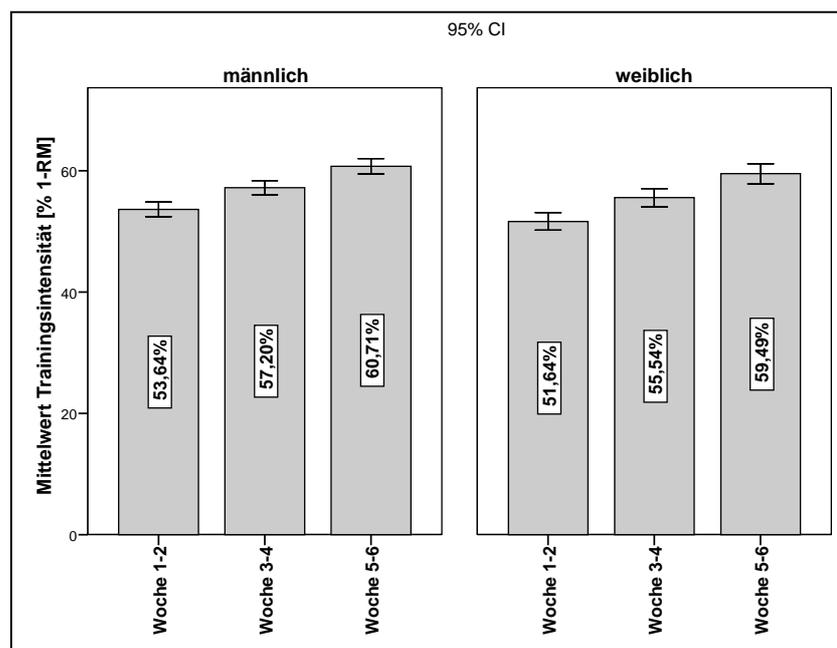


Abb. 46: Latzug vertikal zum Nacken: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{8.1}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{8.2}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{8.3}$ wird bei der Übung „Latzug vertikal zum Nacken“ verworfen.

6.5 Ergebnisdarstellung Übung „Rückenzug horizontal“

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung für die Übung „Rückenzug horizontal“ vorgestellt. Alle Darstellungen schließen jeweils mit den Ergebnissen der Hypothesenüberprüfung ab.

6.5.1 Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1

Die Analyse hinsichtlich Veränderungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten (vgl. Abb. 47) lieferte folgende Ergebnisse:

- Veränderung 20-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,50$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,79$, kleiner Effekt
- Veränderung 10-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,99$): $Z = -15,53$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,72$, kleiner Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,99$): $Z = -15,47$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,63$, kleiner Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_4 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,44$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,75$, kleiner Effekt

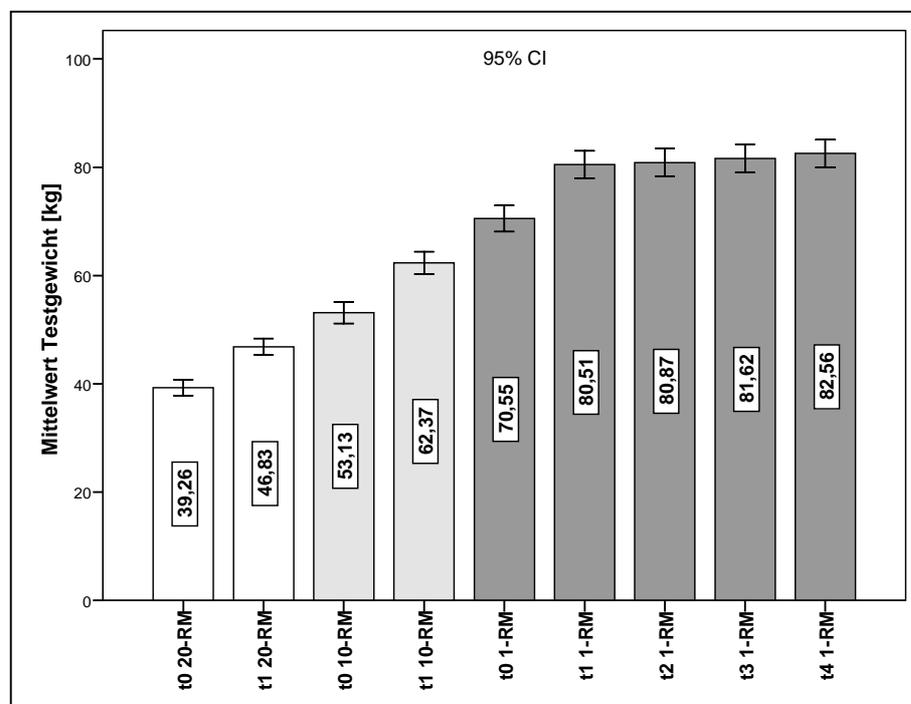


Abb. 47: Rückenzug horizontal: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{1,1}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,2}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,3}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.

6.5.2 Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2

Die Analyse hinsichtlich Unterschiede bei den Post- und Follow-up-Testwerten zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (vgl. Abb. 48) lieferte folgende Ergebnisse:

- t_1 20-RM: $F_{(1, 599)} = 0,46$; $p = 0,500$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 10-RM: $F_{(1, 599)} = 0,92$; $p = 0,339$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,73$; $p = 0,392$, kein signifikanter Unterschied
- t_2 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,87$; $p = 0,352$, kein signifikanter Unterschied
- t_3 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,75$; $p = 0,388$, kein signifikanter Unterschied
- t_4 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,41$; $p = 0,525$, kein signifikanter Unterschied

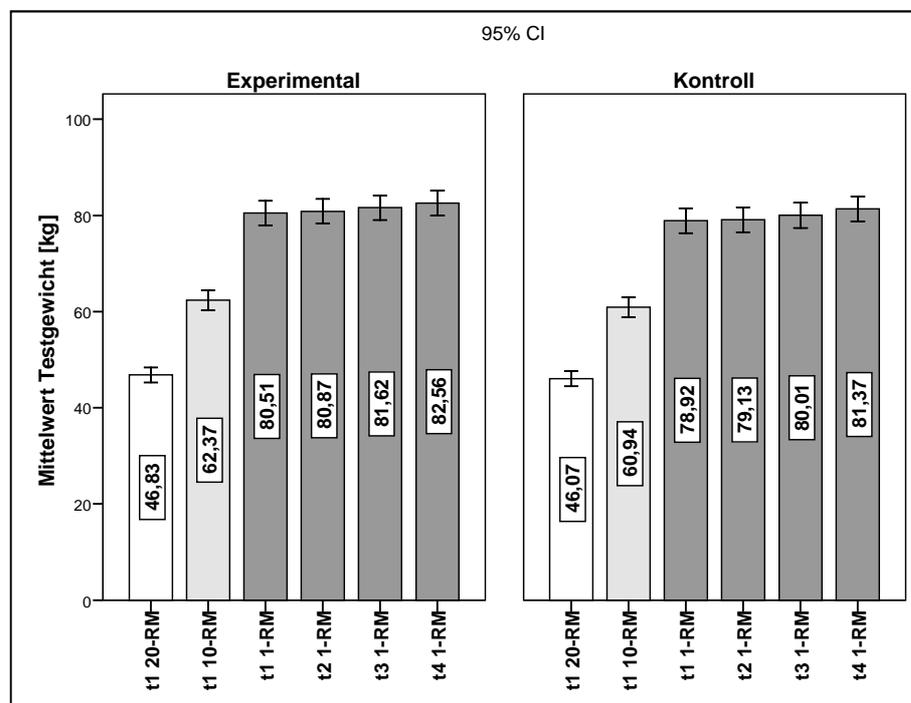


Abb. 48: Rückenzug horizontal: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{2.1}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.2}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.3}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ verworfen.

6.5.3 Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 3-5 dargestellt (Untersuchung zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.5.3.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 49) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(2, 312)} = 9,07$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,06$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(2, 312)} = 7,13$; $p = 0,001$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,05$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(2, 312)} = 9,99$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,07$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(2, 312)} = 8,74$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,06$, kleiner Effekt

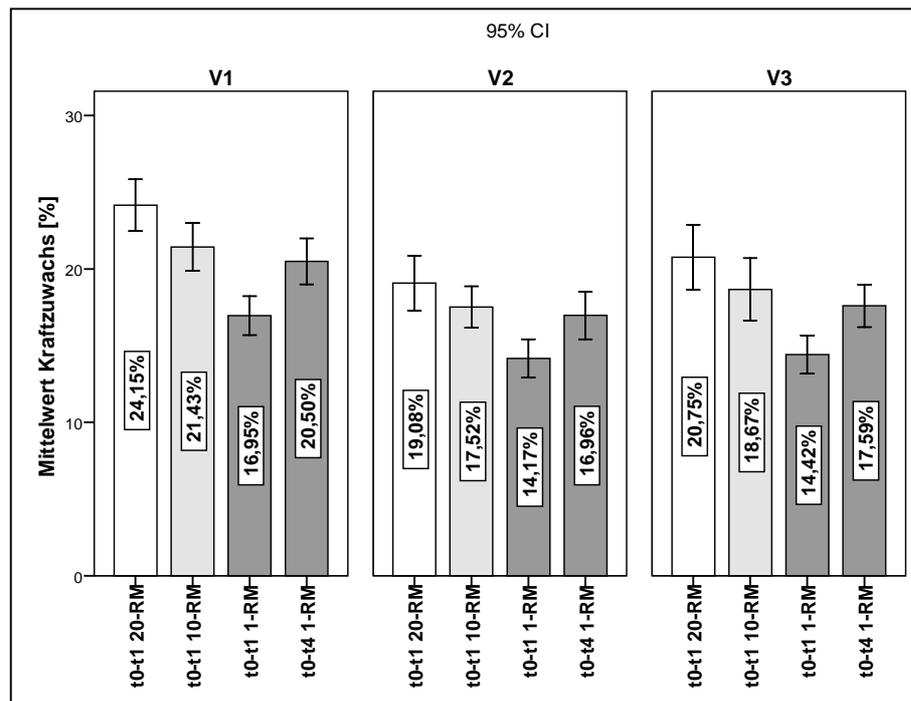


Abb. 49: Rückenzug horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 58 dargestellt. Bei allen abhängigen Variablen konnte die Versuchsgruppe V1 signifikant höhere relative Kraftzuwächse erzielen. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnten durchgehend keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Tab. 58: Rückenzug horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Δt_0-t_1 20-RM	V1	V1	V2	V3
	V1		0,000	0,018
	V2	0,000		0,520
	V3	0,018	0,520	
Δt_0-t_1 10-RM	V1	V1	V2	V3
	V1		0,001	0,040
	V2	0,001		0,746
	V3	0,040	0,746	
Δt_0-t_1 1-RM	V1	V1	V2	V3
	V1		0,000	0,001
	V2	0,000		1,000
	V3	0,001	1,000	
Δt_0-t_4 1-RM	V1	V1	V2	V3
	V1		0,000	0,003
	V2	0,000		1,000
	V3	0,0030	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{3.1}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{3.2}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{3.3}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.

6.5.3.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 50) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(3, 311)} = 27,42$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,22$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(3, 311)} = 32,17$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,25$, großer Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(3, 311)} = 50,43$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,34$, großer Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(3, 311)} = 44,15$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,32$, großer Effekt

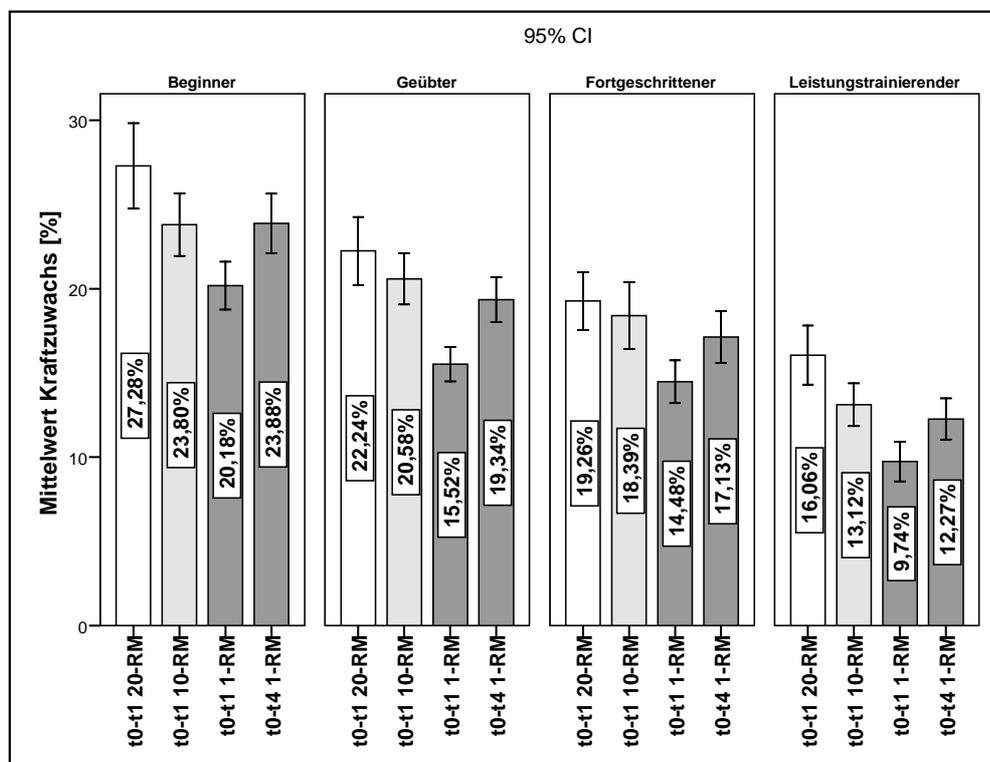


Abb. 50: Rückenzug horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 59 dargestellt. Die höchsten relativen Kraftsteigerungen erzielte die Leistungsstufe „Beginner“, die geringsten die „Leistungstrainierenden“. Bei allen Variablen konnte zwischen den Leistungsstufen „Geübte“ und „Fortgeschrittene“ kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 59: Rückenzug horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Δt_0-t_1 20-RM		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,207	0,000
	F	0,000	0,207		0,015
	L	0,000	0,000	0,015	
Δt_0-t_1 10-RM		B	G	F	L
	B		0,027	0,000	0,000
	G	0,027		0,331	0,000
	F	0,000	0,331		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Δt_0-t_1 1-RM		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		1,000	0,000
	F	0,000	1,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Δt_0-t_4 1-RM		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,141	0,000
	F	0,000	0,141		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{4.1}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.2}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.3}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.

6.5.3.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 51) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(1, 313)} = 57,67$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,17$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(1, 313)} = 75,90$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,21$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(1, 313)} = 45,43$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,14$, moderater Effekt

- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(1, 313)} = 50,81$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,15$, moderater Effekt

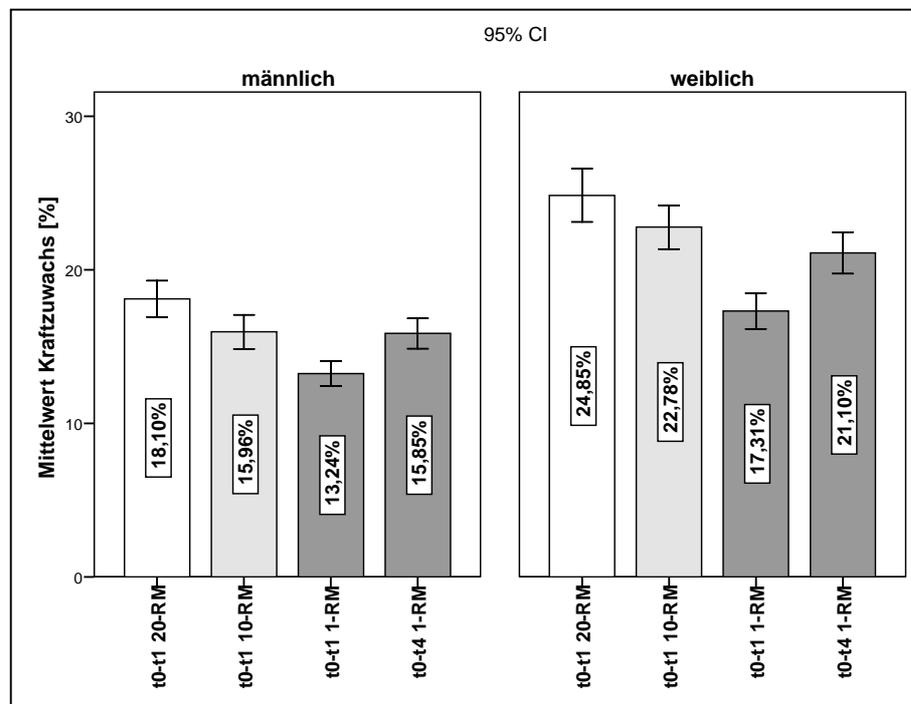


Abb. 51: Rückenzug horizontal: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{5.1}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5.2}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5.3}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.

6.5.4 Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 6-8 dargestellt (Untersuchung zu den realisierten Trainingsintensitäten im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.5.4.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 52) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(2, 312)} = 28,29$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,16$, moderater Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(2, 312)} = 5,67$; $p = 0,004$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,04$, kleiner Effekt
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(2, 312)} = 86,50$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,38$, großer Effekt

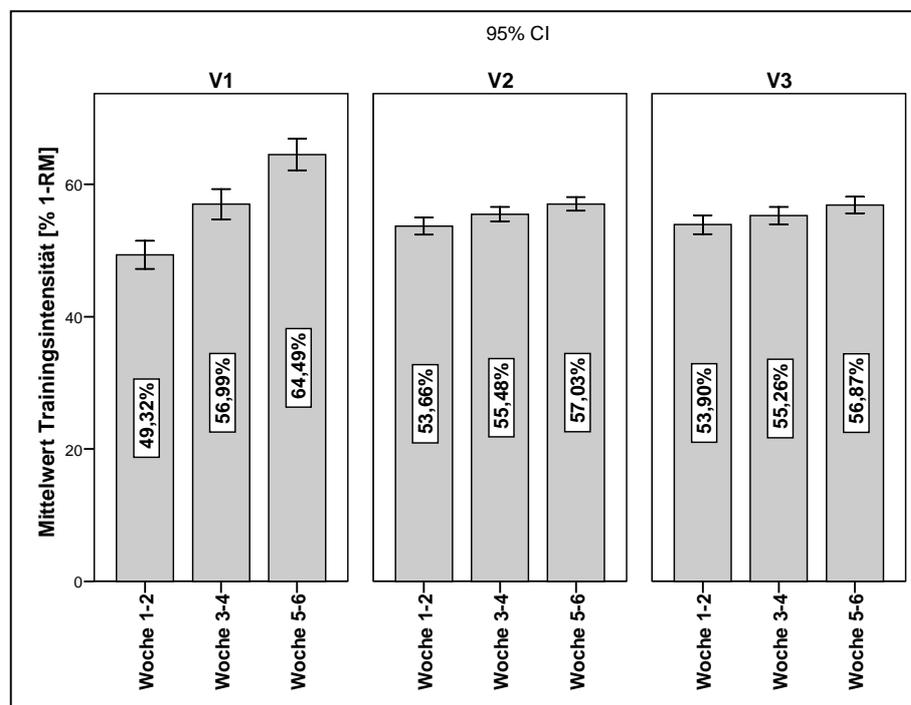


Abb. 52: Rückenzug horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 60 dargestellt. In Woche 1-2 trainierte die Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu den beiden anderen Versuchsgruppen mit signifikant geringeren Intensitäten. In Woche 3-4 sowie in Woche 5-6 trainierte die Versuchsgruppe V1 mit signifikant höheren Intensitäten. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnte generell kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 60: Rückenzug horizontal: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Intensität Woche 1-2		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	
Intensität Woche 3-4		V1	V2	V3
	V1		0,010	0,013
	V2	0,010		1,000
	V3	0,013	1,000	
Intensität Woche 5-6		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{6.1}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.2}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.3}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.

6.5.4.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 53) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(3, 311)} = 240,05$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,71$, großer Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(3, 311)} = 211,21$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,69$, großer Effekt
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(3, 311)} = 176,36$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,65$, großer Effekt

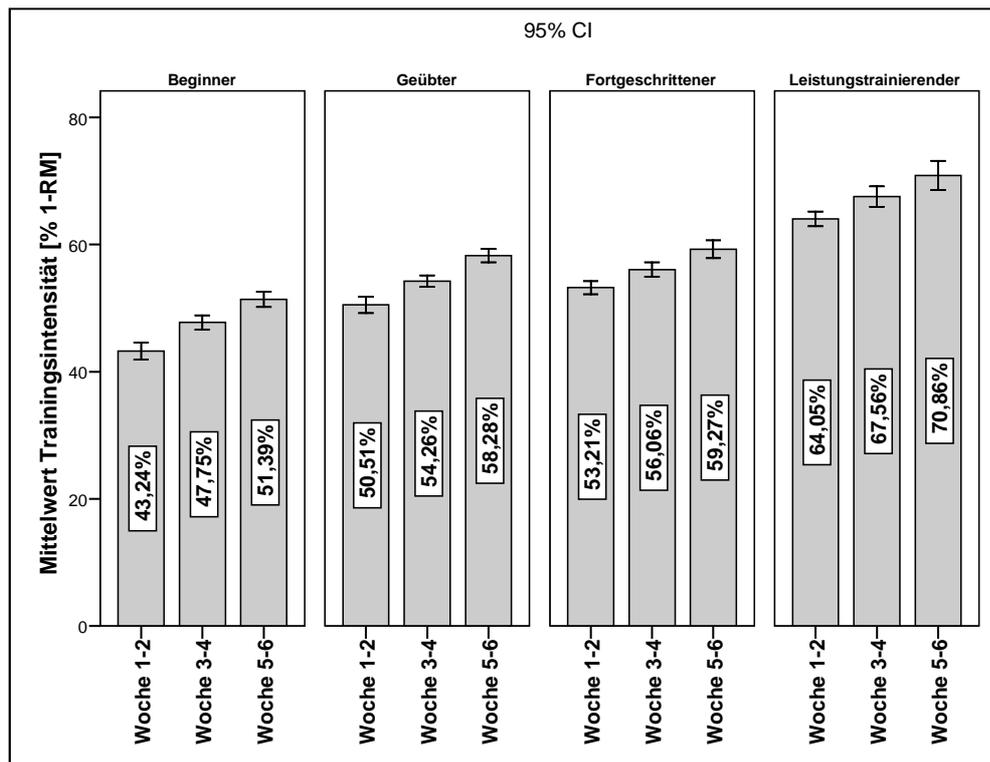


Abb. 53: Rückenzug horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 61 dargestellt. Über die gesamte Interventionsdauer trainierte die Leistungsstufe „Beginner“ mit den niedrigsten, die Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ mit den höchsten Intensitäten. Bei der Variable *Intensität Woche 5-6* zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Leistungsstufen „Geübte“ und „Fortgeschrittene“.

Tab. 61: Rückenzug horizontal: *p*-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Intensität Woche 1-2		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,004	0,000
	F	0,000	0,004		0,000
Intensität Woche 3-4		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,038	0,000
	F	0,000	0,038		0,000
Intensität Woche 5-6		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,491	0,000
	F	0,000	0,491		
	L	0,000	0,000		

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{7.1}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.2}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.3}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ angenommen.

6.5.4.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 54) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(1, 313)} = 0,01$; $p = 0,924$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(1, 313)} = 0,00$; $p = 0,984$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(1, 313)} = 0,12$; $p = 0,725$, kein signifikanter Unterschied

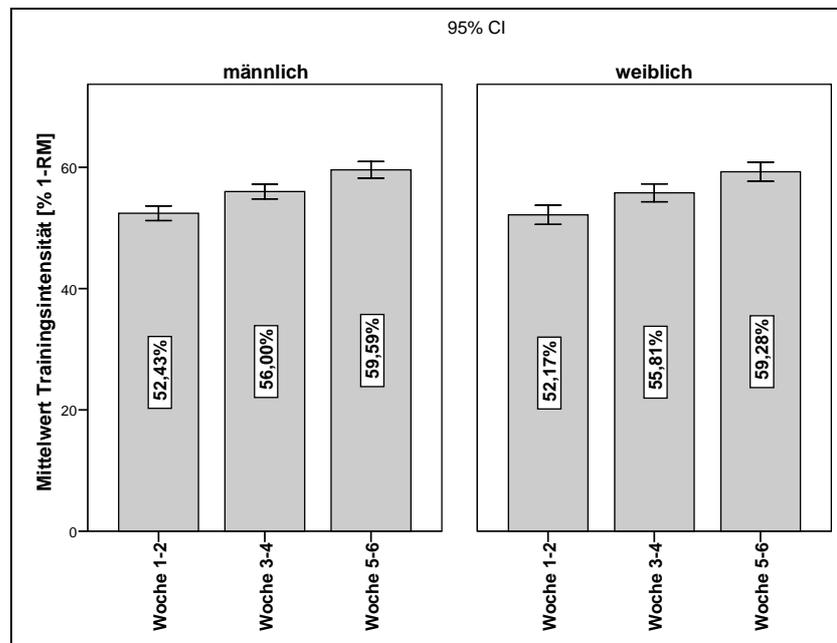


Abb. 54: Rückenzug horizontal: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{8.1}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{8.2}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{8.3}$ wird bei der Übung „Rückenzug horizontal“ verworfen.

6.6 Ergebnisdarstellung Übung „Kurzhandel-Seitheben“

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung für die Übung „Kurzhandel-Seitheben“ vorgestellt. Alle Darstellungen schließen jeweils mit den Ergebnissen der Hypothesenüberprüfung ab.

6.6.1 Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1

Die Analyse hinsichtlich Veränderungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten (vgl. Abb. 55) lieferte folgende Ergebnisse:

- Veränderung 20-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,95$): $Z = -15,86$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 1,06$, moderater Effekt
- Veränderung 10-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,97$): $Z = -15,54$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,87$, moderater Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,43$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,81$, moderater Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_4 ($r_s = 0,96$): $Z = -15,37$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,98$, moderater Effekt

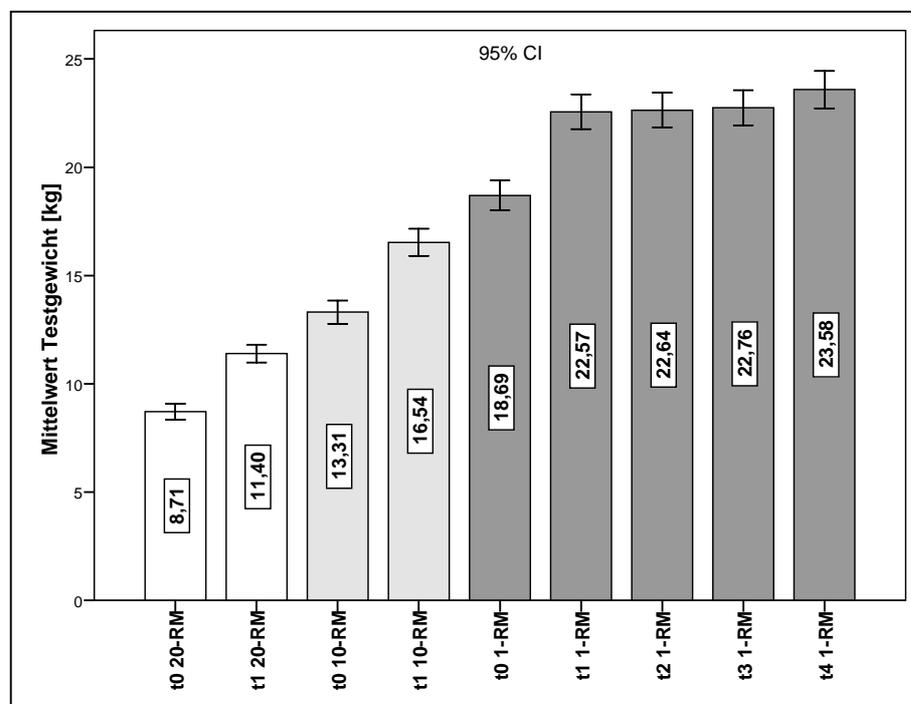


Abb. 55: Kurzhandel-Seitheben: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{1,1}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,2}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,3}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ angenommen.

6.6.2 Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2

Die Analyse hinsichtlich Unterschiede bei den Post- und Follow-up-Testwerten zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (vgl. Abb. 56) lieferte folgende Ergebnisse:

- t_1 20-RM: $F_{(1, 599)} = 0,24$; $p = 0,625$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 10-RM: $F_{(1, 599)} = 1,07$; $p = 0,300$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,64$; $p = 0,424$, kein signifikanter Unterschied
- t_2 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,65$; $p = 0,421$, kein signifikanter Unterschied
- t_3 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,43$; $p = 0,511$, kein signifikanter Unterschied
- t_4 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,36$; $p = 0,550$, kein signifikanter Unterschied

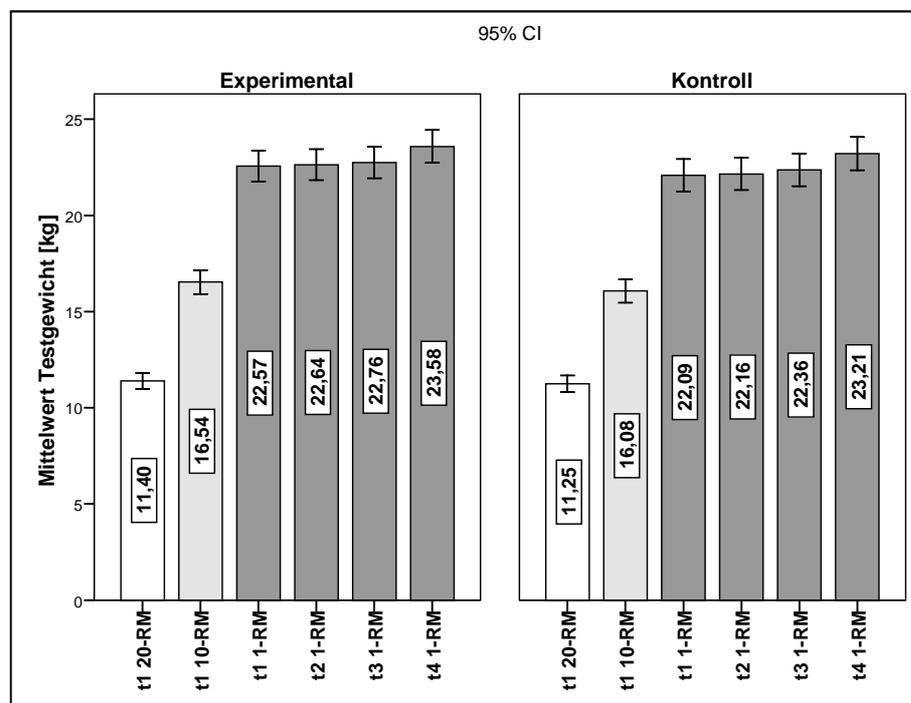


Abb. 56: Kurzhandel-Seitheben: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{2.1}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.2}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.3}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ verworfen.

6.6.3 Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 3-5 dargestellt (Untersuchung zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.6.3.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 57) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(2, 312)} = 0,15$; $p = 0,862$, kein signifikanter Unterschied
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(2, 312)} = 0,04$; $p = 0,963$, kein signifikanter Unterschied
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(2, 312)} = 0,47$; $p = 0,626$, kein signifikanter Unterschied
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(2, 312)} = 5,67$; $p = 0,004$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,04$, kleiner Effekt

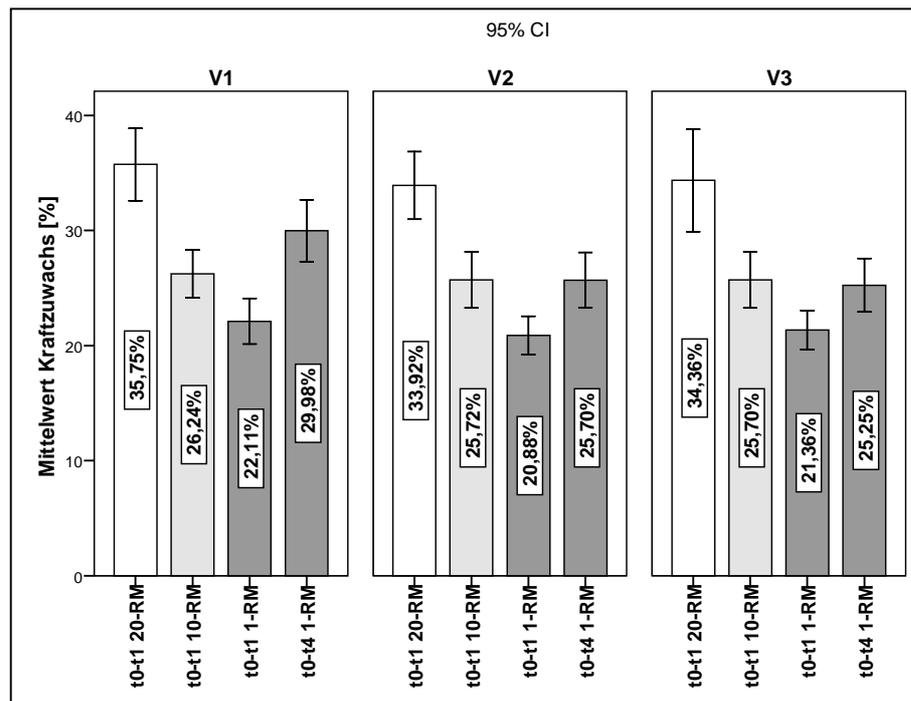


Abb. 57: Kurzhantel-Seitheben: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse des Einzelvergleichs werden in der Tab. 62 dargestellt. Die Versuchsgruppe V1 konnte im Vergleich zu den Versuchsgruppen V2 und V3 signifikant höhere relative Kraftzuwächse erzielen. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 62: Kurzhantel-Seitheben: *p*-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Δt_0-t_4 1-RM		V1	V2	V3
	V1		0,015	0,009
	V2	0,015		1,000
	V3	0,009	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{3.1}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{3.2}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{3.3}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ angenommen.⁴

⁴ Trotz nicht signifikanter Unterschiede bei der Variable Δt_0-t_1 1-RM wird die Hypothese $H_{3.3}$ wegen der über die Follow-up-Testung erzielten signifikanten Unterschiede bei der Variable Δt_0-t_4 1-RM angenommen.

6.6.3.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 58) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(3, 311)} = 10,81$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,10$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(3, 311)} = 12,59$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,12$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(3, 311)} = 6,61$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,06$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(3, 311)} = 3,37$; $p = 0,019$, signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,03$, kleiner Effekt

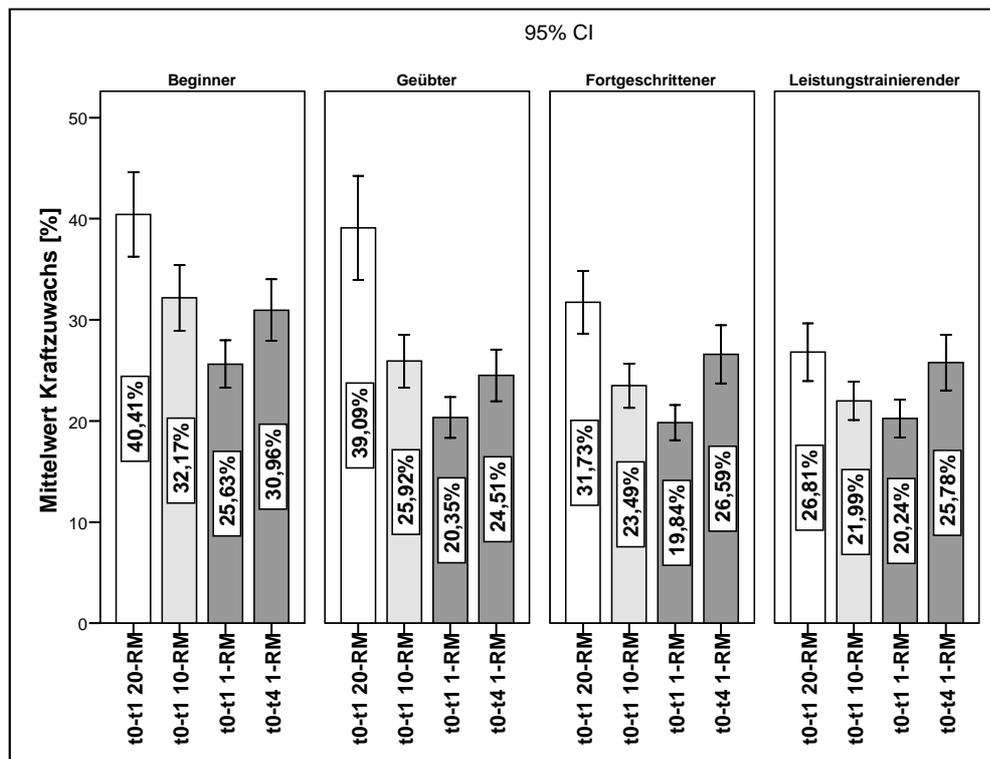


Abb. 58: Kurzhantel-Seitheben: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 63 dargestellt. Im Vergleich zu den bisherigen Krafttrainingsübungen sind die Ergebnisse bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ inkonsistent. Die Leistungsstufe „Beginner“ konnte bei allen abhängigen Variablen die höchsten relativen Kraftzuwächse erzielen. Die geringsten relativen Kraftsteigerungen sind nicht durchgehend bei einer Leistungsstufe zu fin-

den. Bei der abhängigen Variable Δt_0-t_1 20-RM konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Leistungsstufen „Beginner“ und „Geübte“ sowie zwischen „Geübte“ und „Fortgeschrittene“ festgestellt werden. Bei den abhängigen Variablen Δt_0-t_1 10-RM, Δt_0-t_1 1-RM sowie Δt_0-t_4 1-RM zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Leistungsstufen „Geübte“, „Fortgeschrittene“ und „Leistungstrainierende“. Bei der Variable Δt_0-t_4 1-RM konnte lediglich zwischen den Leistungsstufen „Beginner“ und „Geübte“ ein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 63: Kurzhantel-Seitheben: p -Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Δt_0-t_1 20-RM		B	G	F	L
	B		1,000	0,003	0,000
	G	1,000		0,058	0,000
	F	0,003	0,058		0,232
Δt_0-t_1 10-RM	L	0,000	0,000	0,232	
		B	G	F	L
	B		0,003	0,000	0,000
	G	0,003		1,000	0,143
Δt_0-t_1 1-RM	F	0,000	1,000		1,000
	L	0,000	0,143	1,000	
		B	G	F	L
	B		0,006	0,000	0,004
Δt_0-t_1 1-RM	G	0,006		1,000	1,000
	F	0,000	1,000		1,000
	L	0,004	1,000	1,000	
		B	G	F	L
Δt_0-t_4 1-RM	B		0,025	0,136	0,084
	G	0,025		1,000	1,000
	F	0,136	1,000		1,000
	L	0,084	1,000	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{4.1}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.2}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.3}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ angenommen.

6.6.3.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 59) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(1, 313)} = 17,11$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,06$, kleiner Effekt

- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(1, 313)} = 5,84$; $p = 0,016$, signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,02$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(1, 313)} = 0,39$; $p = 0,532$, kein signifikanter Unterschied
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(1, 313)} = 0,26$; $p = 0,613$, kein signifikanter Unterschied

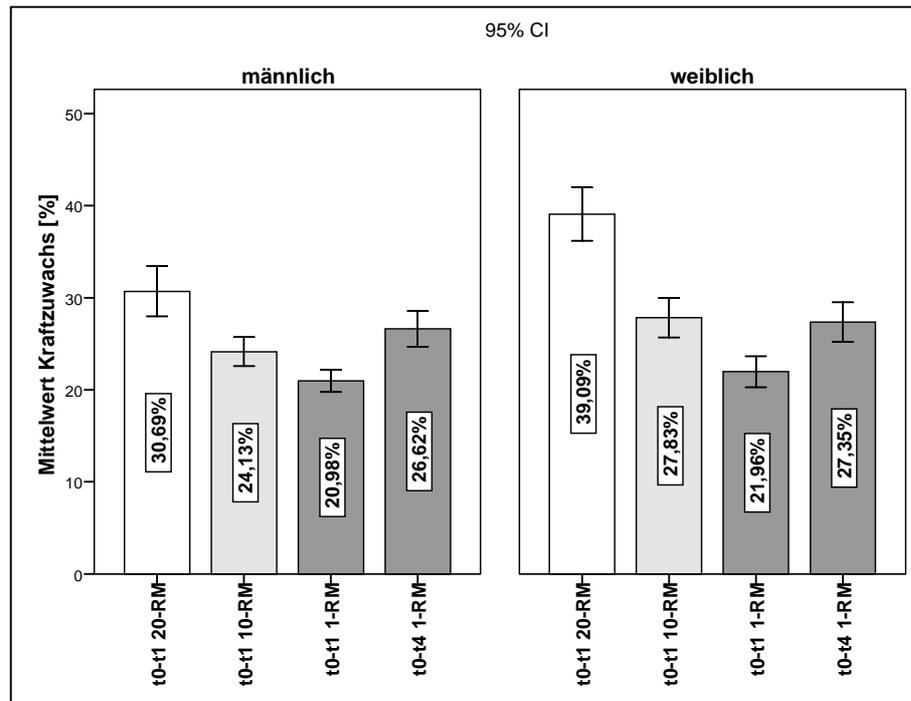


Abb. 59: Kurzhantel-Seitheben: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{5.1}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5.2}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5.3}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ verworfen.

6.6.4 Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 6-8 dargestellt (Untersuchung zu den realisierten Trainingsintensitäten im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.6.4.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 60) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(2, 312)} = 5,30$; $p = 0,005$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,04$, kleiner Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(2, 312)} = 5,03$; $p = 0,007$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,03$, kleiner Effekt
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(2, 312)} = 34,10$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,19$, moderater Effekt

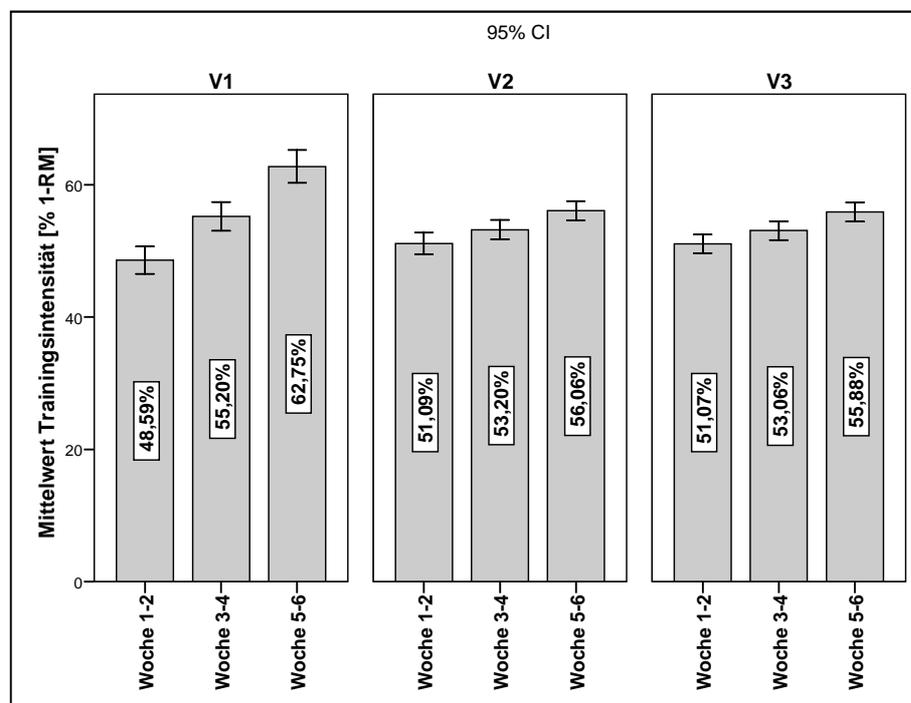


Abb. 60: Kurzhantel-Seitheben: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Post-hoc-Einzelvergleiche werden in der Tab. 64 dargestellt. In Woche 1-2 trainierte die Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu den beiden anderen Versuchsgruppen mit signifikant geringeren Intensitäten. In Woche 3-4 sowie in Woche 5-6 trainierte die Versuchsgruppe V1 mit signifikant höheren Intensitäten. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnte generell kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 64: Kurzhantel-Seitheben: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Intensität Woche 1-2		V1	V2	V3
	V1		0,009	0,027
	V2	0,009		1,000
	V3	0,027	1,000	
Intensität Woche 3-4		V1	V2	V3
	V1		0,024	0,015
	V2	0,024		1,000
	V3	0,015	1,000	
Intensität Woche 5-6		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{6.1}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.2}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.3}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Seitheben“ angenommen.

6.6.4.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 61) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(3, 311)} = 121,48$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,56$, großer Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(3, 311)} = 109,67$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,53$, großer Effekt
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(3, 311)} = 71,78$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,43$, großer Effekt

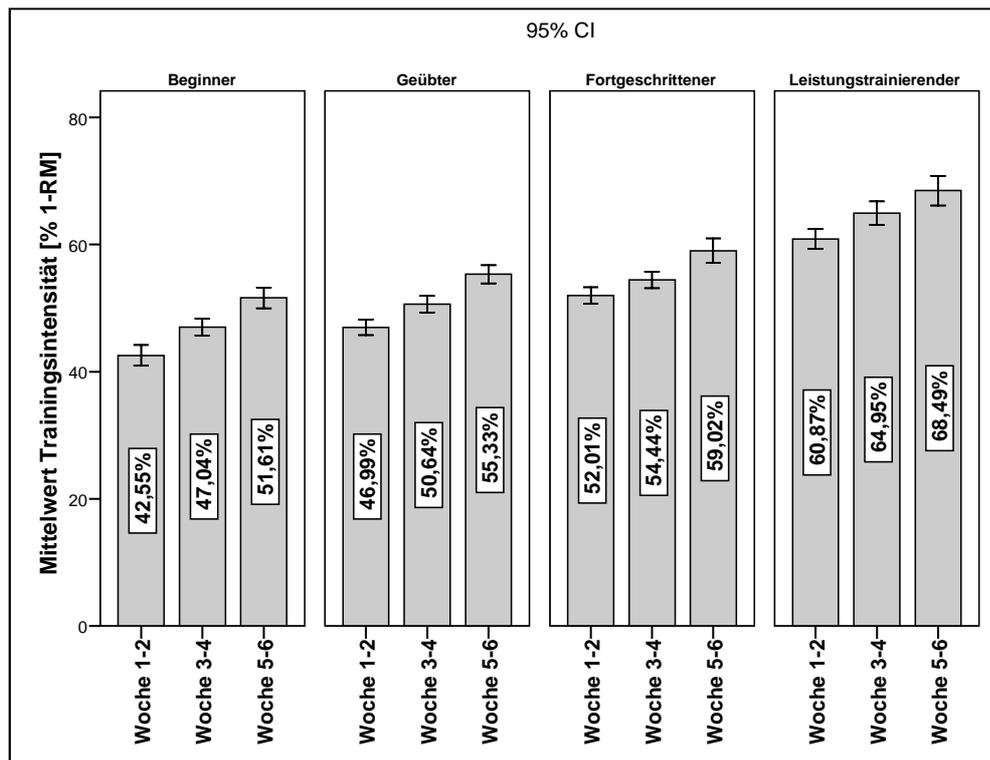


Abb. 61: Kurzhantel-Seitheben: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 65 dargestellt. Über die gesamte Interventionsdauer trainierte die Leistungsstufe „Beginner“ mit den niedrigsten, die Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ mit den höchsten Intensitäten.

Tab. 65: Kurzhantel-Seitheben: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Intensität		B	G	F	L
Woche 1-2	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,000	0,000
	F	0,000	0,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Woche 3-4	B		0,003	0,000	0,000
	G	0,003		0,000	0,000
	F	0,000	0,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Woche 5-6	B		0,012	0,000	0,000
	G	0,012		0,001	0,000
	F	0,000	0,001		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{7.1}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.2}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.3}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ angenommen.

6.6.4.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 62) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(1, 313)} = 0,44$; $p = 0,506$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(1, 313)} = 2,03$; $p = 0,156$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(1, 313)} = 7,59$; $p = 0,006$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,03$, kleiner Effekt

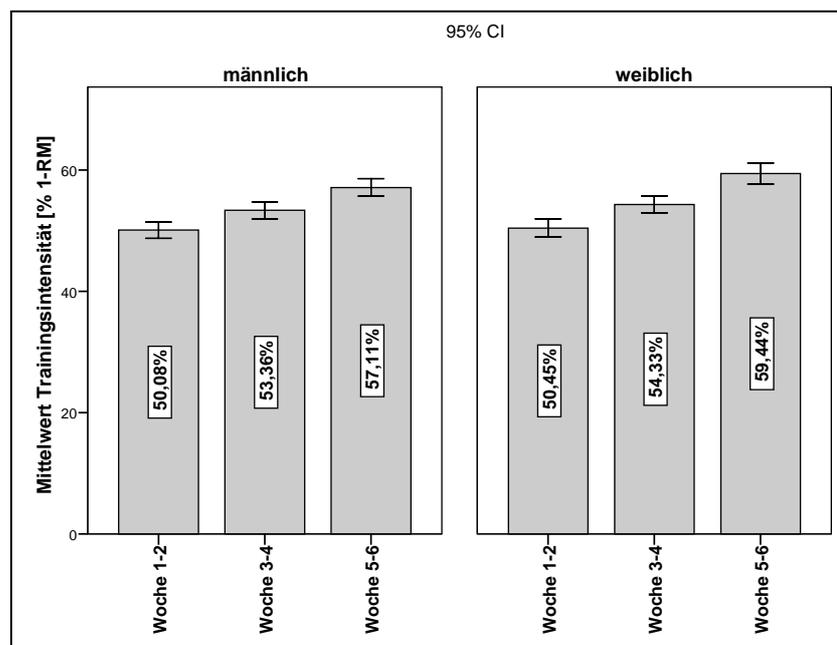


Abb. 62: Kurzhandel-Seitheben: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{8.1}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{8.2}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{8.3}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ angenommen.

6.7 Ergebnisdarstellung Übung „Armstrecken am Seilzug“

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung für die Übung „Armstrecken am Seilzug“ vorgestellt. Alle Darstellungen schließen jeweils mit den Ergebnissen der Hypothesenüberprüfung ab.

6.7.1 Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1

Die Analyse hinsichtlich Veränderungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten (vgl. Abb. 63) lieferte folgende Ergebnisse:

- Veränderung 20-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,97$): $Z = -15,65$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,89$, moderater Effekt
- Veränderung 10-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,62$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,75$, kleiner Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,58$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,61$, kleiner Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_4 ($r_s = 0,97$): $Z = -15,53$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,78$, kleiner Effekt

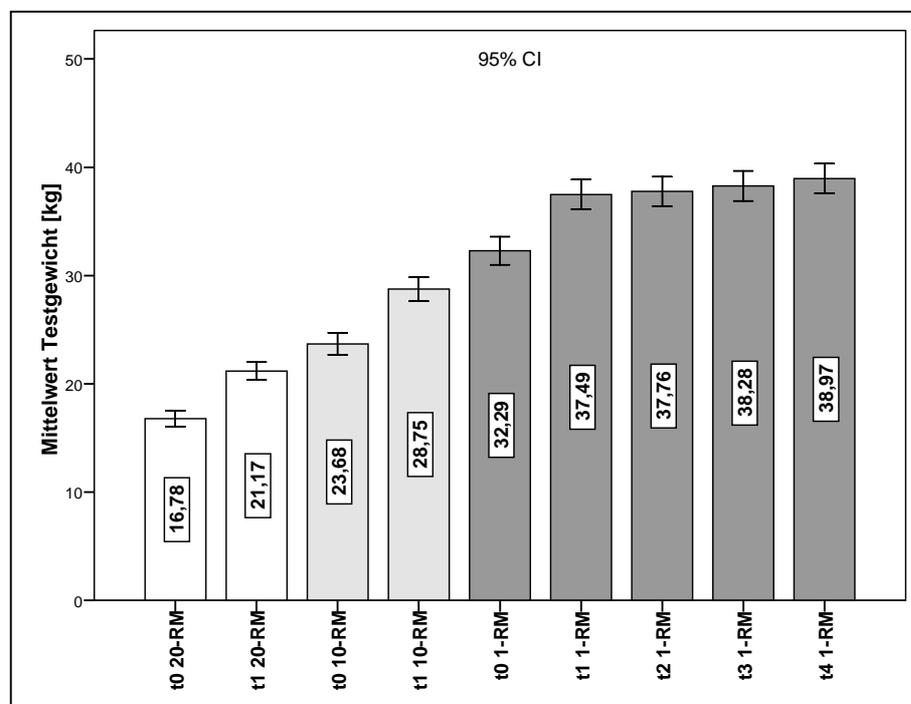


Abb. 63: Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{1,1}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,2}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,3}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.

6.7.2 Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2

Die Analyse hinsichtlich Unterschiede bei den Post- und Follow-up-Testwerten zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (vgl. Abb. 64) lieferte folgende Ergebnisse:

- t_1 20-RM: $F_{(1, 599)} = 0,13$; $p = 0,716$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 10-RM: $F_{(1, 599)} = 0,05$; $p = 0,832$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,05$; $p = 0,833$, kein signifikanter Unterschied
- t_2 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,10$; $p = 0,756$, kein signifikanter Unterschied
- t_3 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,08$; $p = 0,779$, kein signifikanter Unterschied
- t_4 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,00$; $p = 0,993$, kein signifikanter Unterschied

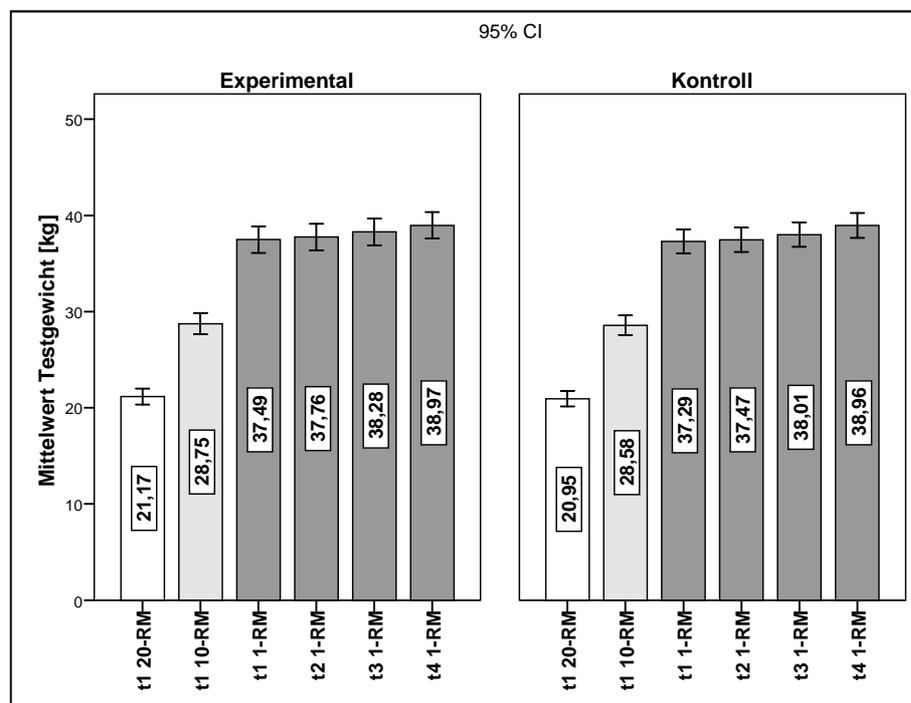


Abb. 64: Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{2.1}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.2}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.3}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ verworfen.

6.7.3 Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 3-5 dargestellt (Untersuchung zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.7.3.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 65) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(2, 312)} = 0,81$; $p = 0,447$, kein signifikanter Unterschied
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(2, 312)} = 4,53$; $p = 0,012$, signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,03$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(2, 312)} = 3,56$; $p = 0,030$, signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,02$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(2, 312)} = 7,44$; $p = 0,001$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,05$, kleiner Effekt

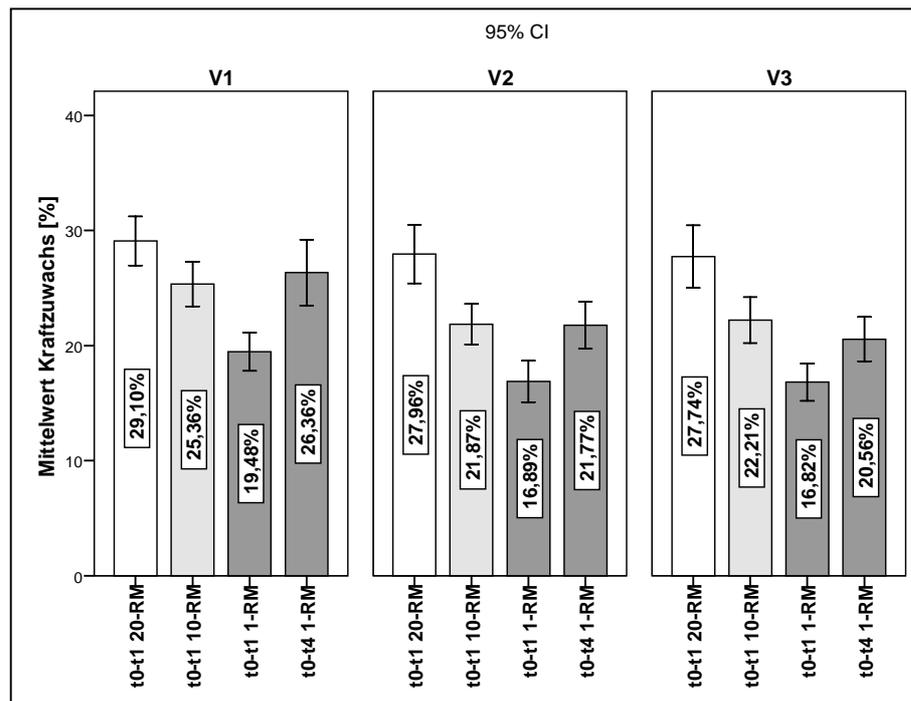


Abb. 65: Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 66 dargestellt. Die Versuchsgruppe V1 konnte bei den abhängigen Variablen Δt_0-t_1 10-RM und Δt_0-t_4 1-RM signifikant höhere relative Kraftsteigerungen erzielen. Die Versuchsgruppen V2 und V3 unterscheiden sich bei keiner der abhängigen Variablen signifikant. Trotz Overall-Signifikanz konnten bei der abhängigen Variable Δt_0-t_1 1-RM keine signifikanten Unterschiede in den Einzelvergleichen festgestellt werden.

Tab. 66: Armstrecken am Seilzug: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Δt_0-t_1 10-RM		V1	V2	V3
	V1			0,021
V2		0,021		1,000
V3		0,041	1,000	
Δt_0-t_1 1-RM		V1	V2	V3
	V1		0,054	0,078
	V2	0,054		1,000
V3	0,078	1,000		
Δt_0-t_4 1-RM		V1	V2	V3
	V1		0,009	0,001
	V2	0,009		1,000
V3	0,001	1,000		

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{3.1}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{3.2}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{3.3}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.

6.7.3.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 66) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(3, 311)} = 13,70$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,13$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(3, 311)} = 10,27$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,10$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(3, 311)} = 14,61$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,13$, moderater Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(3, 311)} = 10,33$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,10$, moderater Effekt

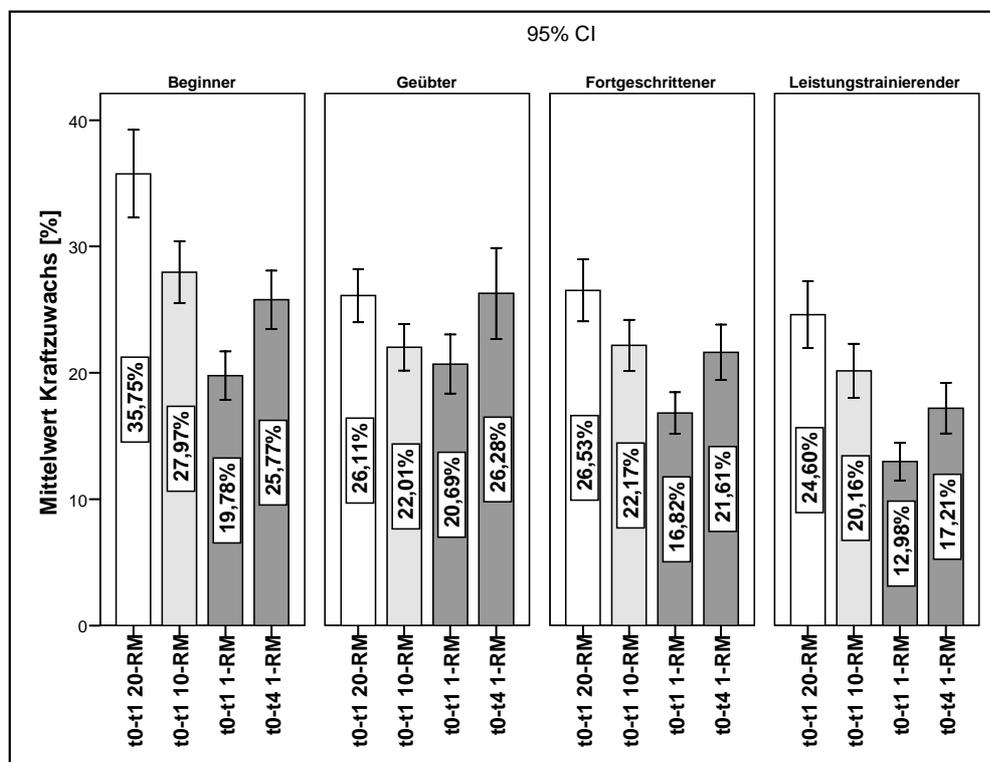


Abb. 66: Armstrecken am Seilzug; Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 67 dargestellt. Die Leistungsstufe „Beginner“ erzielte bei allen Variablen die höchsten, die Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ die geringsten relativen Kraftzuwächse. Trotz hoher Overall-Signifikanz und mittlerer Effektstärken zeigten die Einzelvergleiche nicht durchgehend signifikante und teilweise inkonsistente Ergebnisse.

Tab. 67: Armstrecken am Seilzug: *p*-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Δt_0-t_1 20-RM		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		1,000	1,000
	F	0,000	1,000		1,000
	L	0,000	1,000	1,000	
Δt_0-t_1 10-RM		B	G	F	L
	B		0,000	0,001	0,000
	G	0,000		1,000	1,000
	F	0,001	1,000		0,469
	L	0,000	1,000	0,469	
Δt_0-t_1 1-RM		B	G	F	L
	B		1,000	0,219	0,000
	G	1,000		0,008	0,001
	F	0,219	0,008		0,003
	L	0,000	0,001	0,003	
Δt_0-t_4 1-RM		B	G	F	L
	B		1,000	0,185	0,000
	G	1,000		0,080	0,000
	F	0,185	0,080		0,024
	L	0,000	0,000	0,024	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{4.1}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.2}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.3}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.

6.7.3.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 67) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(1, 313)} = 23,31$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,08$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(1, 313)} = 35,02$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,11$, moderater Effekt

- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(1, 313)} = 51,24$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,15$, moderater Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(1, 313)} = 35,04$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,11$, moderater Effekt

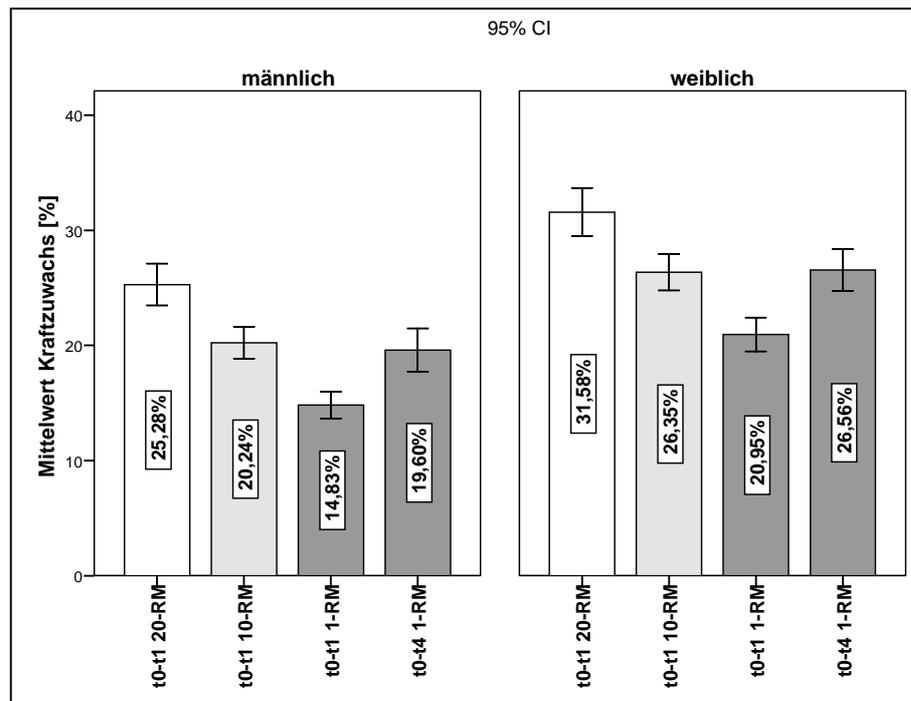


Abb. 67: Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{5,1}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5,2}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5,3}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.

6.7.4 Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 6-8 dargestellt (Untersuchung zu den realisierten Trainingsintensitäten im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.7.4.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 68) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(2, 312)} = 16,34$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,10$, moderater Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(2, 312)} = 1,21$; $p = 0,301$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(2, 312)} = 28,94$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,17$, moderater Effekt

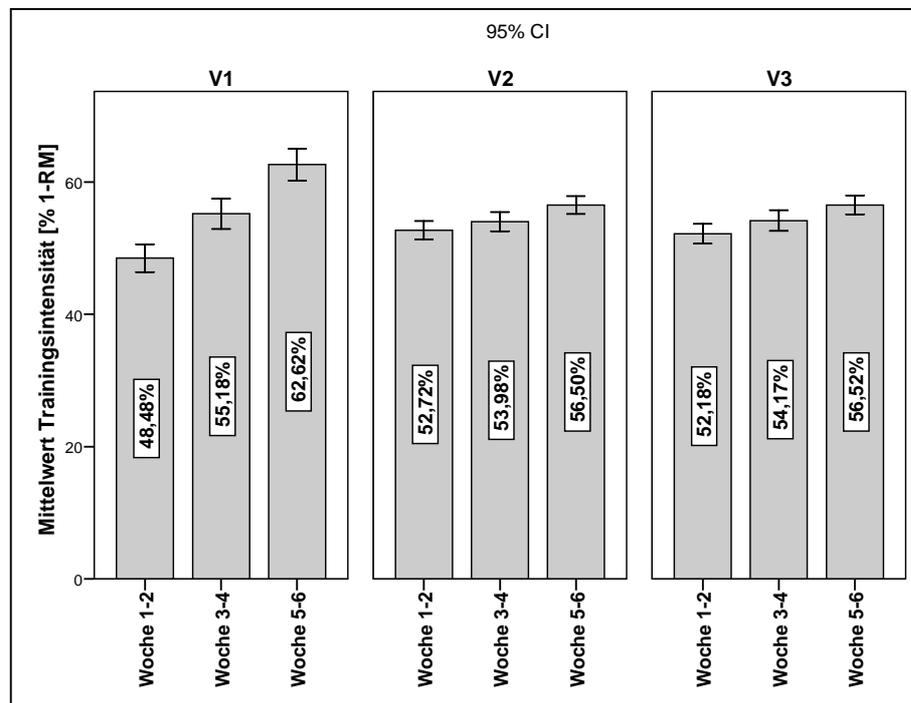


Abb. 68: Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 68 dargestellt. In Woche 1-2 trainierte die Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu den Versuchsgruppen V2 und V3 mit signifikant geringeren Intensitäten. In Woche 5-6 trainierte die Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu den beiden anderen Versuchsgruppen mit signifikant höheren Intensitäten. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnten durchgehend keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Tab. 68: Armstrecken am Seilzug: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Intensität Woche 1-2		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	
Intensität Woche 5-6		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{6.1}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.2}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{6.3}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.

6.7.4.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 69) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2:* $F_{(3, 311)} = 120,67$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,56$, großer Effekt
- *Intensität Woche 3-4:* $F_{(3, 311)} = 118,87$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,55$, großer Effekt
- *Intensität Woche 5-6:* $F_{(3, 311)} = 90,75$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,49$, großer Effekt

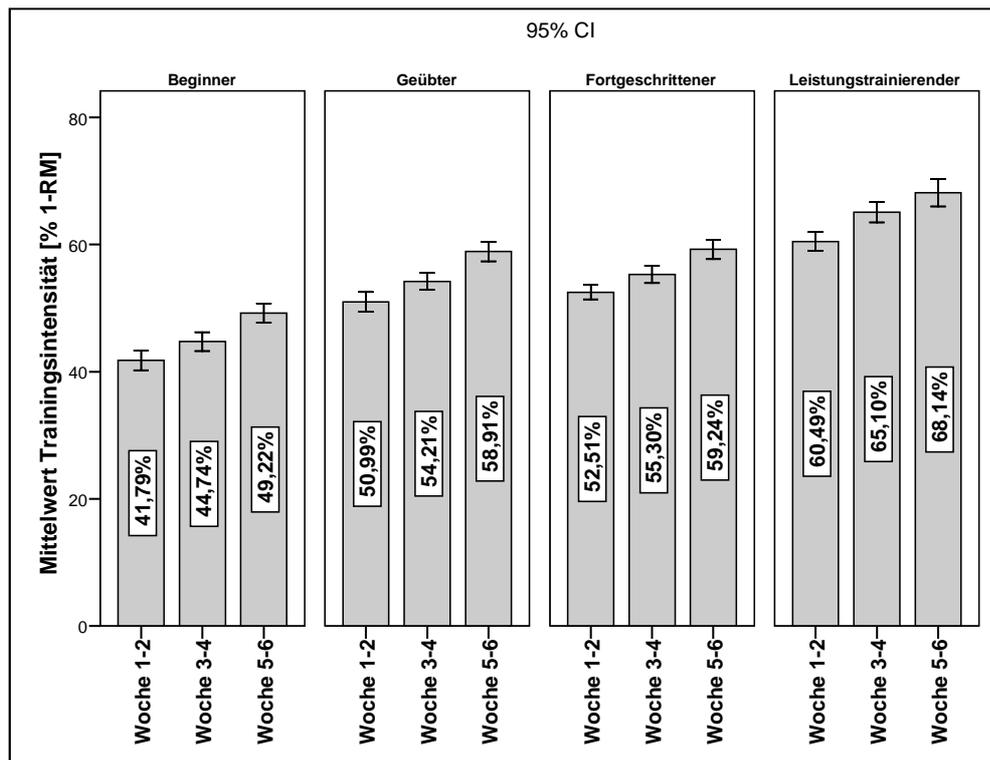


Abb. 69: Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 69 dargestellt. Über die gesamte Interventionsdauer trainierte die Leistungsstufe „Beginner“ mit den niedrigsten und die Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ mit den höchsten Intensitäten. Bei allen abhängigen Variablen konnte zwischen den Leistungsstufen „Geübte“ und „Fortgeschrittene“ kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 69: Armstrecken am Seilzug: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Intensität Woche 1-2		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,583	0,000
	F	0,000	0,583		0,000
Intensität Woche 3-4		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		1,000	0,000
	F	0,000	1,000		0,000
Intensität Woche 5-6		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		1,000	0,000
	F	0,000	1,000		0,000
Intensität Woche 5-6		B	G	F	L
	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		1,000	0,000
	L	0,000	0,000	0,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{7.1}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.2}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.3}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ angenommen.

6.7.4.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 70) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2:* $F_{(1, 313)} = 0,03$; $p = 0,869$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 3-4:* $F_{(1, 313)} = 1,16$; $p = 0,283$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 5-6:* $F_{(1, 313)} = 1,64$; $p = 0,202$, kein signifikanter Unterschied

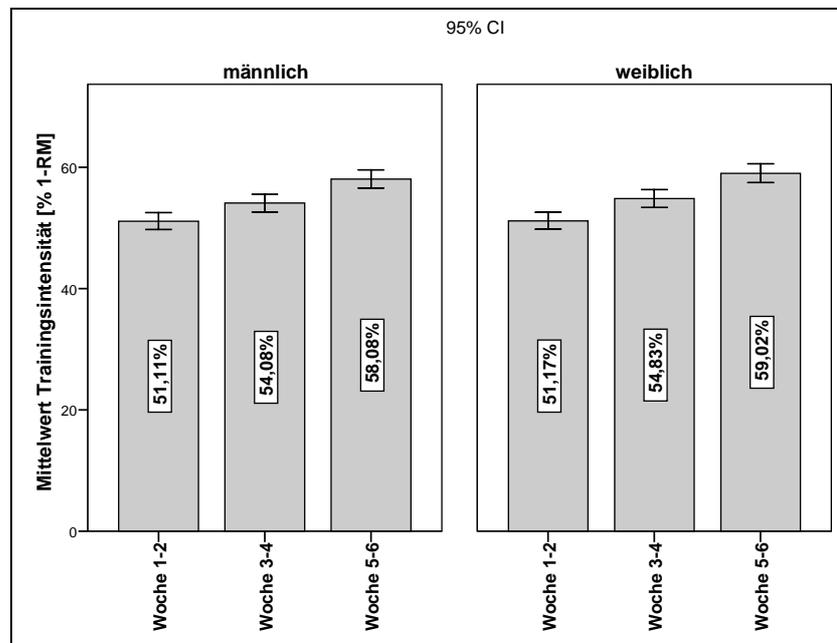


Abb. 70: Armstrecken am Seilzug: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{8.1}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{8.2}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{8.3}$ wird bei der Übung „Armstrecken am Seilzug“ verworfen.

6.8 Ergebnisdarstellung Übung „Kurzhandel-Armbeugen“

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung für die Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ vorgestellt. Alle Darstellungen schließen jeweils mit den Ergebnissen der Hypothesenüberprüfung ab.

6.8.1 Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1

Die Analyse hinsichtlich Veränderungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten (vgl. Abb. 71) lieferte folgende Ergebnisse:

- Veränderung 20-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,97$): $Z = -15,64$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,86$, moderater Effekt
- Veränderung 10-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,98$): $Z = -15,40$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,79$, kleiner Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_1 ($r_s = 0,99$): $Z = -15,70$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,67$, kleiner Effekt
- Veränderung 1-RM zwischen t_0 und t_4 ($r_s = 0,97$): $Z = -15,51$; $p = 0,000$, hoch signifikante Kraftsteigerung; $d = 0,82$, moderater Effekt

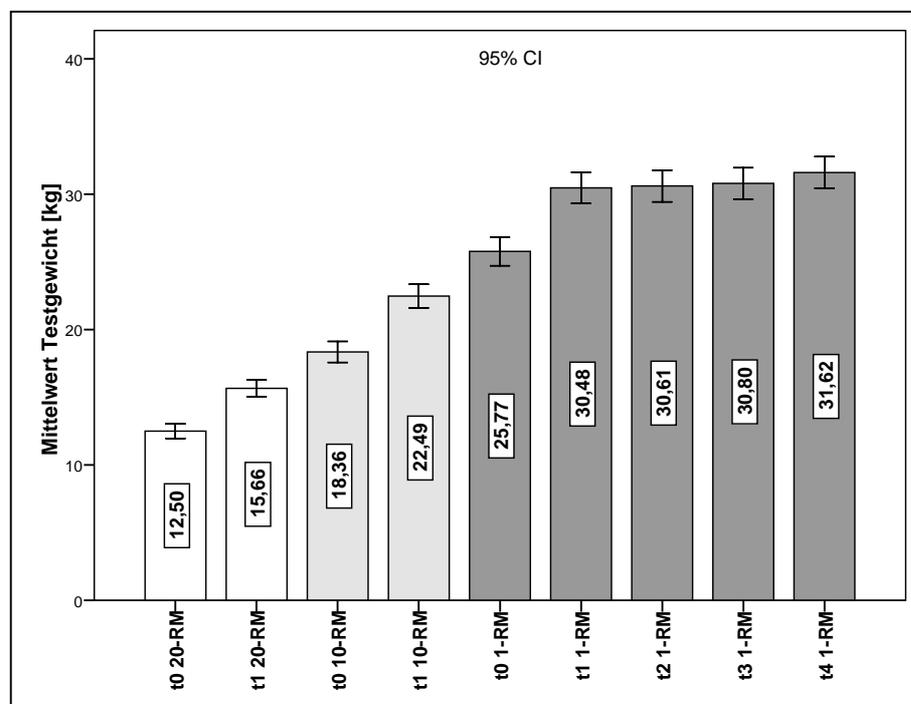


Abb. 71: Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der Testgewichte zu den einzelnen Testzeitpunkten

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{1,1}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,2}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{1,3}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ angenommen.

6.8.2 Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2

Die Analyse hinsichtlich Unterschiede bei den Post- und Follow-up-Testwerten zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (vgl. Abb. 72) lieferte folgende Ergebnisse:

- t_1 20-RM: $F_{(1, 599)} = 0,03$; $p = 0,859$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 10-RM: $F_{(1, 599)} = 0,70$; $p = 0,405$, kein signifikanter Unterschied
- t_1 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,57$; $p = 0,451$, kein signifikanter Unterschied
- t_2 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,47$; $p = 0,492$, kein signifikanter Unterschied
- t_3 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,50$; $p = 0,482$, kein signifikanter Unterschied
- t_4 1-RM: $F_{(1, 599)} = 0,57$; $p = 0,450$, kein signifikanter Unterschied

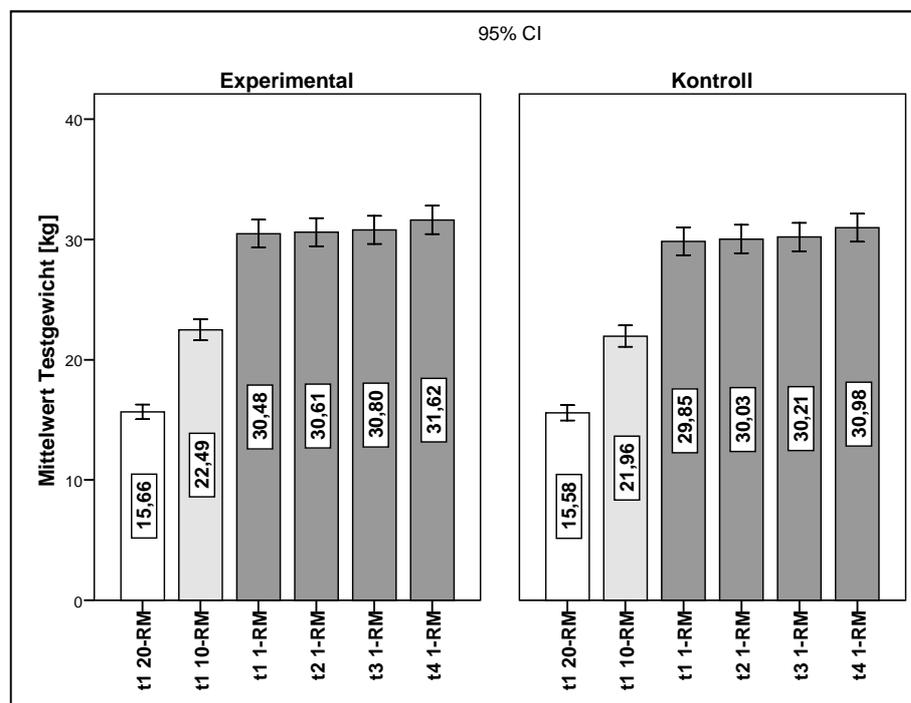


Abb. 72: Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der Testgewichte zu den Post- und Follow-up-Tests im Vergleich Experimental- versus Kontrollgruppe

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{2.1}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.2}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{2.3}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ verworfen.

6.8.3 Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 3-5 dargestellt (Untersuchung zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.8.3.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 73) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(2, 312)} = 0,33$; $p = 0,722$, kein signifikanter Unterschied
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(2, 312)} = 1,31$; $p = 0,270$, kein signifikanter Unterschied
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(2, 312)} = 1,86$; $p = 0,157$, kein signifikanter Unterschied
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(2, 312)} = 2,97$; $p = 0,053$, kein signifikanter Unterschied

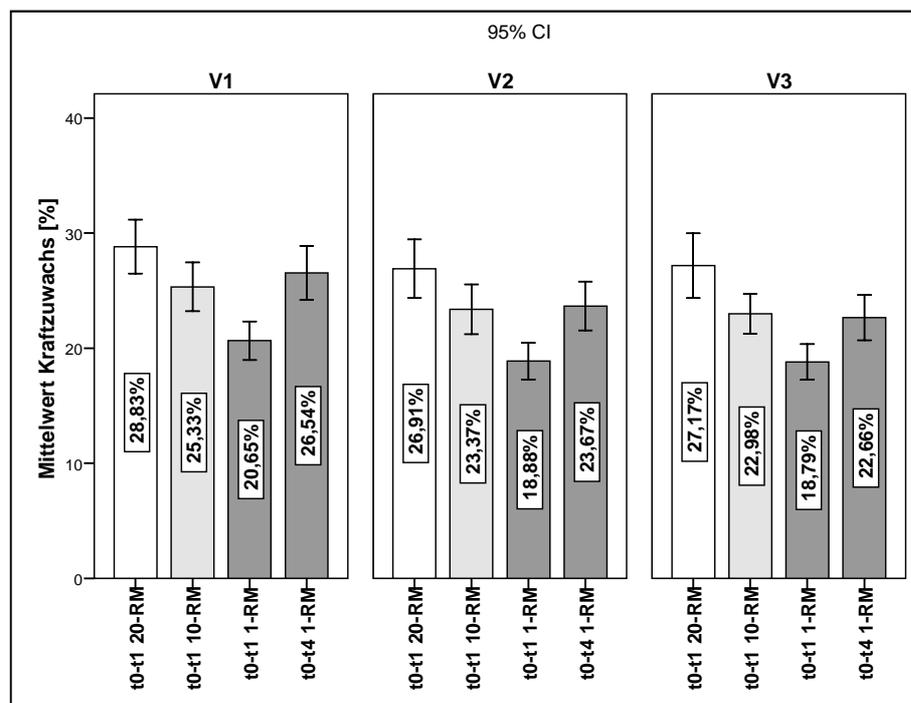


Abb. 73: Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Versuchsgruppen

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{3.1}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{3.2}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{3.3}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ verworfen.

6.8.3.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 74) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(3, 311)} = 10,68$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,10$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(3, 311)} = 21,29$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,18$, moderater Effekt
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(3, 311)} = 10,70$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,10$, moderater Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(3, 311)} = 8,40$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,08$, kleiner Effekt

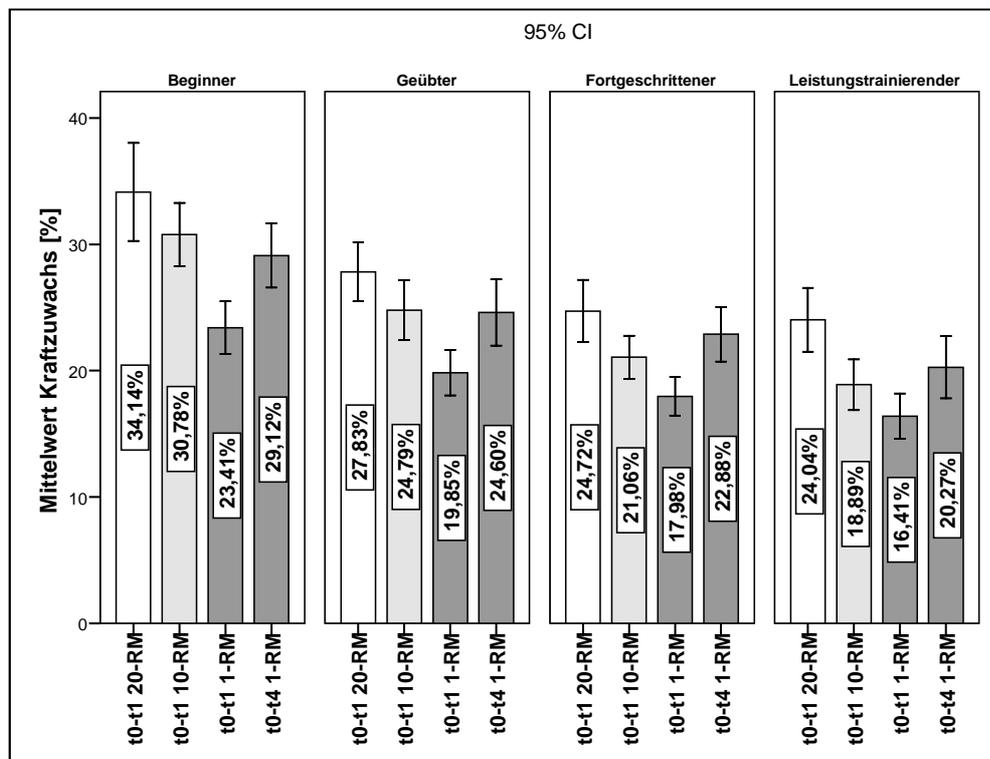


Abb. 74: Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 70 dargestellt. Die Leistungsstufe „Beginner“ erzielte bei allen Variablen die höchsten, die Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ die geringsten relativen Kraftzuwächse. Die Einzelvergleiche zeigen inkonsistente sowie nicht durchgehend signifikante Ergebnisse. Insbesondere die Leistungsstufe „Beginner“ unterscheidet sich deutlich von den anderen Leistungsstufen. Die Unterschiede zwischen den Leistungsstufen „Geübte“, „Fortgeschrittene“ und „Leistungstrainierende“ sind deutlich geringer, größtenteils sogar nicht signifikant.

Tab. 70: Kurzhantel-Armbeugen: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Δt_0-t_1 20-RM		B	G	F	L
	B		0,009	0,000	0,000
	G	0,009		0,715	1,000
	F	0,000	0,715		1,000
	L	0,000	1,000	1,000	
Δt_0-t_1 10-RM		B	G	F	L
	B		0,002	0,000	0,000
	G	0,002		0,064	0,001
	F	0,000	0,064		0,688
	L	0,000	0,001	0,688	
Δt_0-t_1 1-RM		B	G	F	L
	B		0,027	0,000	0,000
	G	0,027		0,910	1,000
	F	0,000	0,910		1,000
	L	0,000	1,000	1,000	
Δt_0-t_4 1-RM		B	G	F	L
	B		0,038	0,002	0,000
	G	0,038		1,000	0,145
	F	0,002	1,000		0,580
	L	0,000	0,145	0,580	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{4.1}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Armbeugen“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.2}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Armbeugen“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{4.3}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Armbeugen“ angenommen.

6.8.3.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der relativen Kraftzuwächse hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 75) lieferte folgende Ergebnisse:

- Δt_0-t_1 20-RM: $F_{(1, 313)} = 20,72$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,07$, kleiner Effekt

- Δt_0-t_1 10-RM: $F_{(1, 313)} = 0,09$; $p = 0,765$, kein signifikanter Unterschied
- Δt_0-t_1 1-RM: $F_{(1, 313)} = 8,87$; $p = 0,003$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,03$, kleiner Effekt
- Δt_0-t_4 1-RM: $F_{(1, 313)} = 10,66$; $p = 0,001$, sehr signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,04$, kleiner Effekt

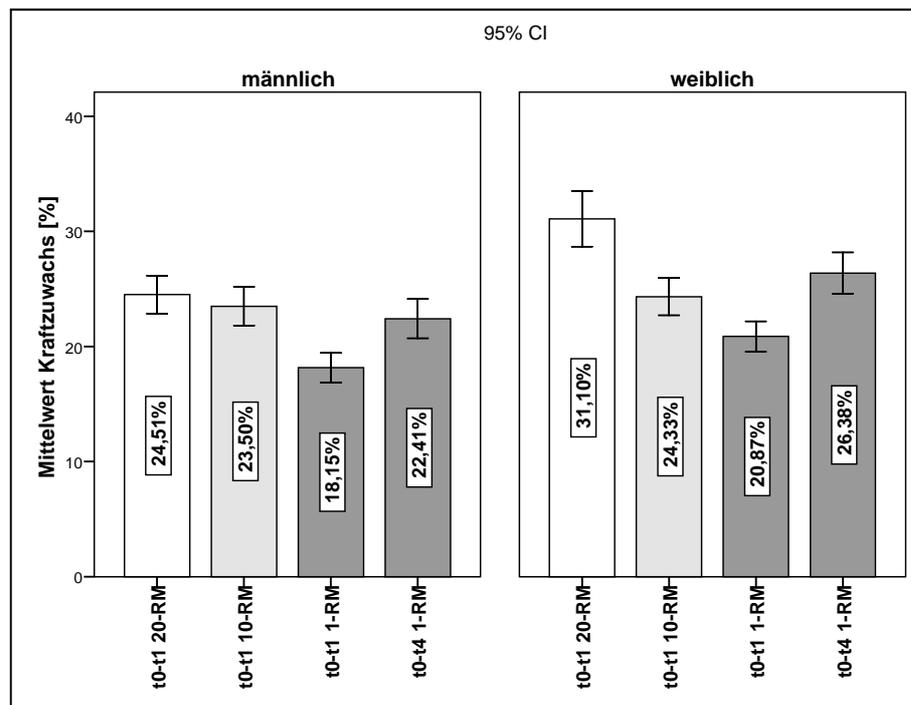


Abb. 75: Kurzhantel-Armbiegen: Mittelwerte der Kraftzuwächse im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{5,1}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Armbiegen“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{5,2}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Armbiegen“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{5,3}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Armbiegen“ angenommen.

6.8.4 Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenkomplexe 6-8 dargestellt (Untersuchung zu den realisierten Trainingsintensitäten im Versuchsgruppen-, Leistungsstufen- und Geschlechtervergleich).

6.8.4.1 Versuchsgruppenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (vgl. Abb. 76) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(2, 312)} = 17,64$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,11$, moderater Effekt
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(2, 312)} = 1,18$; $p = 0,308$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(2, 312)} = 27,00$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,16$, moderater Effekt

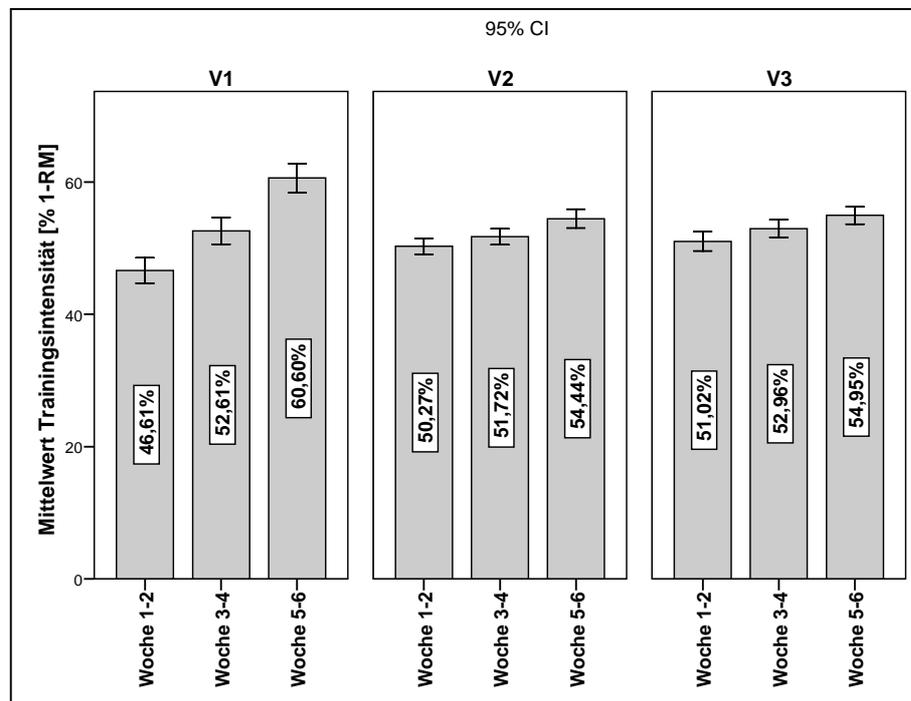


Abb. 76: Kurzhantel-Armbeugen: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Versuchsgruppen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 71 dargestellt. In Woche 1-2 trainierte die Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu den Versuchsgruppen V2 und V3 mit signifikant geringeren Intensitäten. In Woche 5-6 trainierte die Versuchsgruppe V1 im Vergleich zu den beiden anderen Versuchsgruppen mit signifikant höheren Intensitäten. Zwischen den Versuchsgruppen V2 und V3 konnte durchgehend kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 71: Kurzhantel-Armbeugen: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen

Intensität Woche 1-2		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	
Intensität Woche 5-6		V1	V2	V3
	V1		0,000	0,000
	V2	0,000		1,000
	V3	0,000	1,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{6.1}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Armbeugen“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{6.2}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Armbeugen“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{6.3}$ wird bei der Übung „Kurzhantel-Armbeugen“ angenommen.

6.8.4.2 Leistungsstufenvergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen (vgl. Abb. 77) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2:* $F_{(3, 311)} = 128,75$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,57$, großer Effekt
- *Intensität Woche 3-4:* $F_{(3, 311)} = 101,49$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,51$, großer Effekt
- *Intensität Woche 5-6:* $F_{(3, 311)} = 71,57$; $p = 0,000$, hoch signifikanter Unterschied; $\eta^2_p = 0,43$, großer Effekt

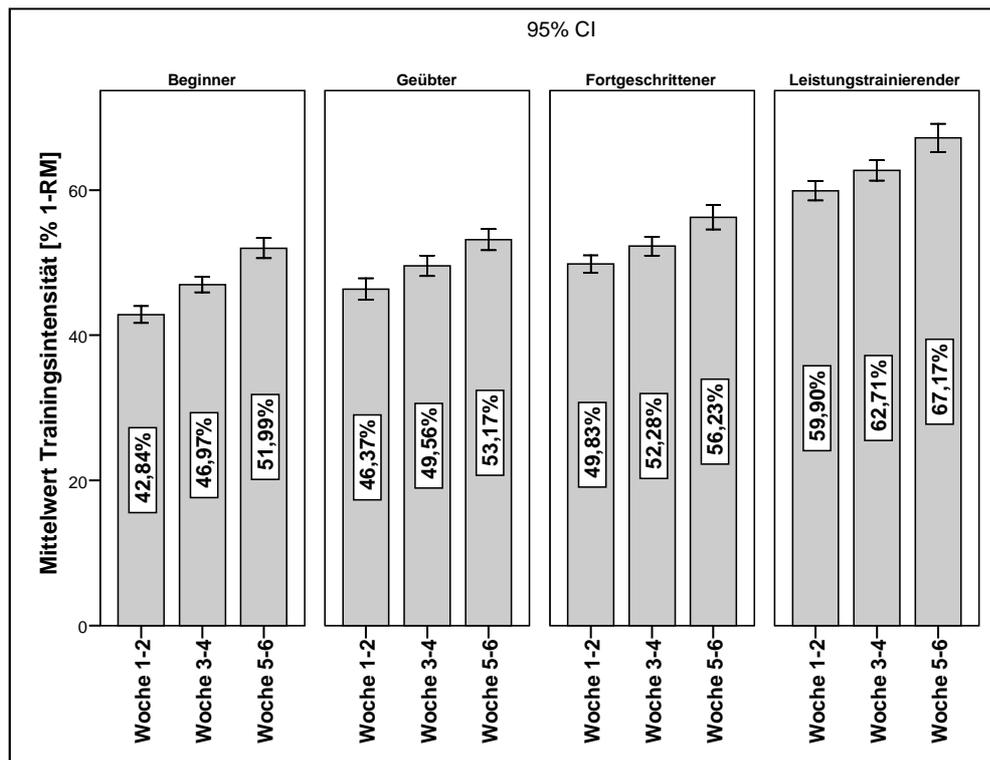


Abb. 77: Kurzhantel-Armebeugen: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Leistungsstufen

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche werden in der Tab. 72 dargestellt. Über die gesamte Interventionsdauer trainierte die Leistungsstufe „Beginner“ mit den niedrigsten, die Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ mit den höchsten Intensitäten. In Woche 5-6 konnte zwischen den Leistungsstufen „Beginner“ und „Geübte“ kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 72: Kurzhantel-Armebeugen: p-Werte der Einzelvergleiche bei der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen

Intensität		B	G	F	L
Intensität Woche 1-2	B		0,000	0,000	0,000
	G	0,000		0,000	0,000
	F	0,000	0,000		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Intensität Woche 3-4	B		0,017	0,000	0,000
	G	0,017		0,004	0,000
	F	0,000	0,004		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	
Intensität Woche 5-6	B		1,000	0,000	0,000
	G	1,000		0,004	0,000
	F	0,000	0,004		0,000
	L	0,000	0,000	0,000	

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{7.1}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.2}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{7.3}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ angenommen.

6.8.4.3 Geschlechtervergleich

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Geschlechtern (vgl. Abb. 78) lieferte folgende Ergebnisse:

- *Intensität Woche 1-2*: $F_{(1, 313)} = 2,46$; $p = 0,118$, kein signifikanter Unterschied
- *Intensität Woche 3-4*: $F_{(1, 313)} = 4,80$; $p = 0,029$, signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,02$, kleiner Effekt
- *Intensität Woche 5-6*: $F_{(1, 313)} = 9,68$; $p = 0,002$, sehr signifikanter Unterschied;
 $\eta^2_p = 0,03$, kleiner Effekt

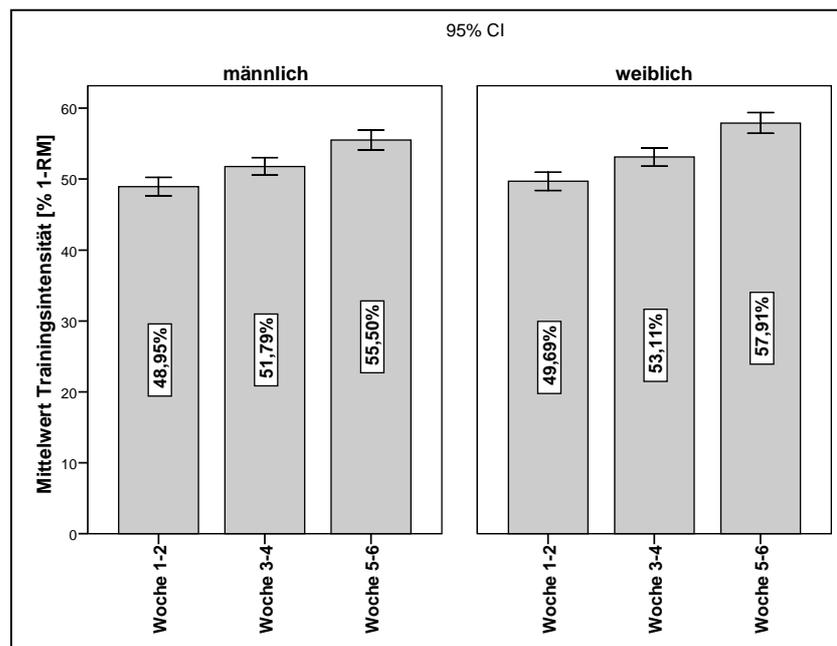


Abb. 78: Kurzhandel-Armbeugen: Mittelwerte der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) im Vergleich der Geschlechter

Ergebnis der Hypothesenprüfung:

- Die Hypothese $H_{8.1}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ verworfen.
- Die Hypothese $H_{8.2}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ angenommen.
- Die Hypothese $H_{8.3}$ wird bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ angenommen.

7 Diskussion der Ergebnisse

Die vorliegende Untersuchung widmete sich der Fragestellung, inwieweit es durch verschiedene Ansätze zur Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining zu Veränderungen der Kraftleistung kommt und inwieweit sich die untersuchten trainingsmethodischen Ansätze, die unterschiedlichen Leistungsstufen sowie die Geschlechter hinsichtlich der erzielten Effekte (relativer Kraftzuwachs) unterscheiden. Des Weiteren wurde untersucht, ob sich die in der Interventionsphase realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) zwischen den Versuchsgruppen, den Leistungsstufen sowie zwischen den Geschlechtern unterscheiden. Zudem widmete sich ein Untersuchungskomplex der Fragestellung hinsichtlich des Auftretens von Pre-Test-Effekten.

7.1 Untersuchung zu den Veränderungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten

Wie aus Kapitel 6 entnommen werden kann, konnten bei allen abhängigen Variablen übungsunabhängig durchgehend hoch signifikante Steigerungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten festgestellt werden. Wie zu erwarten war, konnten auch durchgehend zeitlich verzögerte Kraftsteigerungen im Kontext der konzentrischen Maximalkraft (1-RM) registriert werden (Schlumberger & Schmidtbleicher, 1998, S. 35). Die höchsten Kraftwerte wurden dabei übungsunabhängig zum Testzeitpunkt t_4 erzielt (14 Tage nach dem 1-RM-Test zum Testzeitpunkt t_1). An dieser Stelle kann jedoch nicht beurteilt werden, ob zum Testzeitpunkt t_4 auch tatsächlich das Kraftmaximum erreicht wurde. Der weitgehend lineare Kraftanstieg über die Follow-up-Tests könnte ein Indiz dafür sein, dass weitere Follow-up-Tests auch weitere Kraftsteigerungen gezeigt hätten. Schlumberger und Schmidtbleicher (1998, S. 35) konnten bei der Übung „Bankdrücken“ z. B. bis zu 21 Tage nach einem Pre-Test signifikante Steigerungen der Maximalkraft beobachten. Ob die über die Follow-up-Tests registrierten Kraftzuwächse Treatmenteffekte darstellen oder aus einer Testanpassung resultieren (Schlumberger & Schmidtbleicher, 1998, S. 38), kann in der vorliegenden Untersuchung nicht eindeutig interpretiert werden.

Die höchsten absoluten Testwerte sowie absoluten Laststeigerungen zwischen den Testzeitpunkten wurden bei der Übung „Beinpresse horizontal“ erzielt. Aufgrund der

Beteiligung mehrerer arthromuskulärer Strukturen und dem damit verbundenen hohen Anteil an aktiv arbeitender Muskelmasse (Extension im Hüftgelenk unter anderem durch *M. gluteus maximus*, *Mm. ischiocrurales*; Extension im Kniegelenk unter anderem durch *M. quadriceps femoris*) ist dieses Ergebnis jedoch nachvollziehbar. Die geringsten absoluten Testwerte sowie absoluten Laststeigerungen zwischen den Testzeitpunkten konnten bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ realisiert werden. Durch die starke Einschränkung der Freiheitsgrade der beteiligten arthromuskulären Strukturen und dem daraus resultierenden geringen Anteil an aktiv arbeitender Muskelmasse (primär *M. deltoideus*) ist das adaptive Potenzial beim „Kurzhandel-Seitheben“ deutlich geringer. Da bei dieser Konstellation bereits aus einer kleinen Steigerung der absoluten Last eine hohe relative Kraftsteigerung resultiert, mag es nicht weiter verwundern, wenn bei der Übung „Kurzhandel-Seitheben“ mitunter die höchsten relativen Kraftsteigerungen beobachtet werden konnten.

Trotz größtenteils hoch signifikanter Steigerungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten konnten in den meisten Fällen jedoch nur geringe und selten moderate Effektstärken berechnet werden. Die praktische Relevanz der erzielten Kraftsteigerungen ist folglich als eher gering einzustufen. Als ursächlich für die lediglich geringen bzw. moderaten Effektstärken können auf der einen Seite die starken Streuungen (bedingt durch die heterogenen Probandenstichproben) gesehen werden. Auf der anderen Seite werden die geringen Effektstärken aber plausibel, wenn die während der Interventionsphase realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) zusätzlich betrachtet werden. Übungs- und stichprobenunabhängig wurde in der vorliegenden Untersuchung mit einer durchschnittlichen Intensität von lediglich 55,10 % ($\pm 8,21$) des 1-RM trainiert. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen somit die Befunde von Focht (2007, S. 184), der bei einem Krafttraining mit intuitiver Lastwahl eine durchschnittliche Trainingsintensität von 56 % des 1-RM beobachten konnte, oder von Glass und Stanton (2004, S. 326), die bei intuitiver Lastwahl Intensitäten zwischen 40 und 60 % des 1-RM feststellen konnten.

Insgesamt liegen die realisierten Trainingsintensitäten deutlich unter den gängigen trainingswissenschaftlichen Empfehlungen für ein hypertrophieorientiertes Krafttraining mit zehn Wiederholungen. So empfiehlt z. B. Bührle (1985, S. 96) für einen Bereich von acht bis zehn Wiederholungen eine Intensität von 80 % des 1-RM. Baechle et al. (2008, S. 394) geben für zehn Wiederholungen eine Intensität von 75 % des 1-

RM an. Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass zehn Wiederholungen einer Intensität von 75-80 % des 1-RM entsprechen sollten.

Als ein zentrales Ergebniss der vorliegenden Untersuchung kann somit festgehalten werden, dass durchgehend hoch signifikante Kraftsteigerungen beobachtet werden konnten, obgleich die realisierten Trainingsintensitäten deutlich unter den gängigen trainingswissenschaftlichen Empfehlungen lagen. Daraus könnte geschlussfolgert werden, dass die in der Regel aus dem leistungsorientierten Krafftraining resultierenden Intensitätsempfehlungen für das fitness- und gesundheitsorientierte Krafftraining keine Gültigkeit haben und generell kritisch hinterfragt werden müssen. Eine weitere Schlussfolgerung aus den vorliegenden Ergebnissen könnte darin bestehen, dass das adaptive Potenzial der Breiten- und Freizeitsportler so hoch ist, dass auch mit suboptimalen Trainingsintensitäten bedeutende Trainingseffekte erzielt werden können. In Anbetracht der nur geringen Effektstärken bei den Haupteffekten muss aber zusammenfassend konstatiert werden, dass die realisierten Trainingsintensitäten bei den untersuchten Trainingsmethoden deutlich zu gering waren und somit höchstwahrscheinlich auch keine Ausschöpfung des adaptiven Potenzials der Probanden im Sinne optimaler Trainingseffekte erzielt werden konnte.

In Anbetracht der geringen Trainingsintensitäten stellt sich die Frage, ob in dieser Untersuchung im Hinblick auf Hypertrophieprozesse der Skelettmuskulatur überhaupt trainingswirksame Reize gesetzt wurden (Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 226). Insgesamt können mit der vorliegenden Untersuchung die Ergebnisse von Focht (2007, S. 184), Glass und Stanton (2004, S. 326; 2005, S. 177-178) oder Ratamess et al. (2008, S. 108) bestätigt werden, welche darlegen konnten, dass Trainingsintensitäten, die auf der Basis des subjektiven Belastungsempfindens gesteuert werden, in der Regel zu niedrig im Hinblick auf die Auslösung von Hypertrophieprozessen gewählt werden. Auch die Lastvorgaben nach dem Modell der ILB-Methode liegen deutlich unter den gängigen trainingswissenschaftlichen Intensitätsempfehlungen für ein Hypertrophietraining.

Nur wenige Probanden konnten Ihre Kraftleistung nicht steigern. Die Ursache für diese „Non-Responder“ ist in der Krafftrainingsforschung bis dato nicht hinreichend empirisch geklärt. Nach Bartholomew, Stults-Kolehmainen, Elrod und Todd (2008, S. 1218) können negativ empfundene Stressbelastungen oder negative Lebenssituationen die Effekte eines Krafftrainings maßgeblich einschränken. Die zu jedem Testzeitpunkt durchgeführte Befragung hinsichtlich Motivationslage und subjektiv emp-

fundener Tagesform konnte bei den Non-Respondern jedoch keine Indizien für ein motivational oder tagesformbedingtes Ausbleiben von Krafttrainingseffekten liefern. Das Ausbleiben von Kraftsteigerungen konnte häufiger bei den eingelenkigen Übungen („Kurzhandel-Seitheben“, „Armstrecken am Seilzug“, „Kurzhandel-Armbeugen“) beobachtet werden. Nach Baker, Wilson und Carlyon (1994b, S. 353) ist das adaptive Potenzial bei eingelenkigen Übungen im Vergleich zu mehrgelenkigen Übungen geringer. Dies kann auf die größere hormonelle Reaktion (z. B. Testosteron, IGF 1) zurückgeführt werden, die bei mehrgelenkigen Kraftübungen deutlich höher ausfällt (McCall, Byrnes, Dickinson, Pattany & Fleck, 1996, S. 2011).

7.2 Untersuchung zum Auftreten von Pre-Test-Effekten

Im Hypothesenkomplex 2 wurden die Post-Test- und Follow-up-Test-Ergebnisse zwischen den Stichproben mit Pre-Test und den Stichproben ohne Pre-Test verglichen, um eventuelle Pre-Test-Effekte festzustellen. Die Ergebnisse (vgl. Kapitel 6) zeigten konsistent und übungsunabhängig keine signifikanten Unterschiede zwischen den Testvariablen. Als ein zentrales Ergebniss der vorliegenden Untersuchung kann festgehalten werden, dass keine Indizien für das Auftreten von Pre-Test-Effekten als Störgröße auf die externe Validität (Bortz & Döring, 2006, S. 504) vorliegen.

In Kapitel 5.3.1 wurde dargestellt, dass sich in diesem Untersuchungskomplex bei der Stichprobe V1.2 ein aus dem Studiendesign resultierendes Problem eröffnet. Für die Stichprobe V1.2 sah das Studiendesign keinen Pre-Test vor. Da in dieser Stichprobe allerdings nach dem deduktiven Ansatz der ILB-Methode gearbeitet wurde, war die Durchführung eines 10-RM-Tests zur Ermittlung von Referenzwerten zur Intensitätssteuerung vor der Interventionsphase obligat. Um den Einfluss des 10-RM-Tests auf das Post-Test-Ergebnis möglichst zu minimieren, durfte der Pre-Test als solcher sowie die Testintention und die Testergebnisse für die Probanden der Stichprobe V1.2 nicht ersichtlich sein. Der Pre-Test im 10-RM wurde als „Gewöhnungstermin“ bzw. „Aufakttermin“ getarnt; die Testergebnisse wurden den Probanden nicht mitgeteilt.

Trotz aller Maßnahmen konnte a priori nicht ausgeschlossen werden, dass es dennoch zu Effekten auf die Post-Test-Ergebnisse im 10-RM-Test kommen würde. Ein isolierter Vergleich der Krafttestwerte in Post- und Follow-up-Tests zwischen den

Versuchsgruppen V1.1 und V1.2 zeigte jedoch identische Ergebnisse wie der Vergleich der Testvariablen innerhalb der Gesamtstichprobe. Insofern liegen keine Indizien für eine Beeinflussung der Post-Test-Ergebnisse im 10-RM-Test durch den getarnten Pre-Test bei der Stichprobe V1.2 vor.

Zusammenfassend kann aufgrund der vorliegenden Ergebnisse für weitere experimentelle Krafttrainingsstudien konstatiert werden, dass keine Anhaltspunkte für Pre-Test-Effekte sowie deren Einfluss auf Post- und Follow-up-Testergebnisse gefunden werden konnten und somit eine Berücksichtigung dieser Störgröße im Studiendesign vernachlässigbar ist.

7.3 Untersuchungen zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung sowie den realisierten Trainingsintensitäten

Betrachtet man die relativen Veränderungen der Kraftleistung, so bestätigen die Ergebnisse in diesem Untersuchungskomplex die Befunde von Buskies (1999, S. 317) zu einem Krafttraining auf der Basis des subjektiven Belastungsempfindens bzw. von Strack und Eifler (2005, S. 158) zu einem Krafttraining mit Lastvorgabe nach dem Modell der ILB-Methode. In der vorliegenden Untersuchung konnten sogar deutlich höhere relative Kraftsteigerungen erzielt werden (übungsabhängig von 12,81-69,03 % bei Δt_0-t_1 20-RM, 10,57-50,49 % bei Δt_0-t_1 10-RM, 7,82-37,70 % bei Δt_0-t_1 1-RM sowie 10,00-44,38 % bei Δt_0-t_4 1-RM). Im Vergleich dazu verzeichnete Buskies (1999, S. 317) übungsabhängige Kraftsteigerungen von 6,4-11 % im Pre-Post-Test-Vergleich (1-RM) sowie Strack und Eifler (2005, S. 158) übungsabhängige Kraftsteigerungen von 13,88-20,50 % im Pre-Post-Test-Vergleich (12-RM). Erklärbar sind die höheren Effekte über die getestete Probandenklientel. In den Untersuchungen von Buskies (1999, S. 317) sowie Strack und Eifler (2005, S. 157) wurden ausschließlich Sportstudenten/innen untersucht. Auch ohne Krafttrainingserfahrung muss bei dieser Klientel von einem geringeren Adaptationspotenzial aufgrund des höheren Leistungszustandes ausgegangen werden. In der vorliegenden Untersuchung wurden ausschließlich Breiten- und Freizeitsportler getestet.

Obgleich während der sechswöchigen Interventionsphase stets mit zehn Wiederholungen trainiert wurde, konnten die höchsten relativen Kraftsteigerungen übungs- und stichprobenunabhängig bei Δt_0-t_1 20-RM registriert werden (Mittelw. 26,10 %,

$\pm 15,03$). Die niedrigsten relativen Kraftsteigerungen konnten bei Δt_0-t_1 1-RM beobachtet werden (Mittelw. 17,44 %, $\pm 8,96$). Weitgehend vergleichbare relative Kraftsteigerungen konnten bei Δt_0-t_1 10-RM (Mittelw. 21,58 %, $\pm 11,35$) sowie bei Δt_0-t_4 1-RM (Mittelw. 21,71 %, $\pm 11,35$) beobachtet werden. Buskies und Boeckh-Behrens (1999, S. 7) konnten feststellen, dass krafttrainingsunerfahrene Personen mit geringer Ausprägung der konzentrischen Maximalkraft im Vergleich zu krafttrainingserfahrenen Sportlern mit höheren Maximalkraftleistungen bei gleichen vorgegebenen submaximalen Intensitäten mehr Wiederholungen absolvieren können. Die Ursache für dieses Phänomen kann in der geringer ausgeprägten Maximalkraft bei Untrainierten und der damit in Verbindung stehenden reduzierten Fähigkeit zur neuronalen Ansteuerung der Muskulatur gesehen werden (Sale, 1994, S. 249). Krafttrainingserfahrene Sportler erzielen höhere 1-RM-Testwerte, wodurch sich auch die submaximalen Lasten bei vorgegebener Intensität (in % 1-RM) deutlich erhöhen und somit weniger Wiederholungen zulassen. Campos et al. (2002, S. 58-59) konnten in diesem Zusammenhang zeigen, dass nach einem Hypertrophietraining (9-11-RM) die maximale Wiederholungszahl bei 60 % des 1-RM um 10 % zunahm, während diese nach einem intramuskulären Koordinationstraining (3-5-RM) um 20 % sank. Demzufolge führt ein Hypertrophietraining zu einer Erhöhung, ein Training der intramuskulären Koordination zu einer Verringerung der Wiederholungszahlen bei submaximalen Intensitäten. Kraemer, Noble, Clark und Culver (1987, S. 247) konnten in diesem Kontext z. B. feststellen, dass das 10-RM von Bodybuildern eine signifikant höhere Intensität in Relation zum 1-RM hatte, als das 10-RM von Kraftdreikämpfern.

In der vorliegenden Untersuchung wurde über die gesamte Interventionsdauer ein Krafttraining im Hypertrophiebereich mit zehn Wiederholungen ausgeführt. Da davon auszugehen ist, dass die getesteten Freizeit- und Breitensportler auch vor der Untersuchung primär in den Zielbereichen Kraftausdauer und Hypertrophie gearbeitet haben, ist es aufgrund der Studienlage nachvollziehbar, warum bei dem 20-RM-Test im Vergleich zu den 1-RM-Tests höhere Kraftsteigerungen erzielt wurden.

7.3.1 Vergleich der Versuchsgruppen

Übungsunabhängig und bei allen Variablen konnten durch das Krafttraining nach dem Ansatz der ILB-Methode (Versuchsgruppe V1) im Vergleich zu den beanspruchungsorientierten Methoden tendenziell und in der überwiegenden Anzahl der Fälle

auch signifikant höhere relative Kraftsteigerungen erzielt werden. Die Varianzaufklärung ergab im Falle signifikanter Ergebnisse jedoch lediglich geringe Effektstärken, so dass die höheren Trainingseffekte durch ein Training nach der ILB-Methode für die Trainingspraxis als eher unbedeutend eingestuft werden müssen. Einzige Ausnahme stellt die Übung „Butterfly“ dar. Hier ergab die Varianzaufklärung durchgehend moderate Effektstärken. Aufgrund der relativ hohen Streuung der Daten bei der Übung „Butterfly“ in der Versuchsgruppe V1 sollte dieses Ergebnis jedoch eher vorsichtig bzw. konservativ interpretiert werden.

Der Vergleich zwischen den beiden beanspruchungsorientierten Ansätzen zur Intensitätssteuerung (Versuchsgruppen V2 und V3) zeigte in der überwiegenden Anzahl der Fälle keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die relativen Kraftsteigerungen. Als zentrales Ergebnis der vorliegenden Untersuchung kann somit festgehalten werden, dass es für den fitness- und gesundheitsorientierten Kraftsportler offensichtlich keine Rolle zu spielen scheint, ob die subjektive Steuerung der Intensität intuitiv erfolgt oder mittels Borg-Skala quantifiziert wird. In diesem Kontext kann die vorliegende Untersuchung die Aussagen von z. B. Löllgen (2004, S. 300) zur Eignung der Borg-Skala im Krafttraining nicht bestätigen. Im Gegensatz dazu kann auf der Basis der vorliegenden Befunde konstatiert werden, dass ein Krafttraining mit intuitiver Intensitätssteuerung genauso effektiv sein kann wie ein Krafttraining mit kontrollierter subjektiver Belastungswahrnehmung. Somit können Studienergebnisse wie z. B. von Kemmler et al. (2005, S. 168) bestätigt werden, die durch ein Krafttraining mit intuitiver Intensitätssteuerung ebenso signifikante Verbesserungen der Maximalkraft nachweisen konnten.

Dass die Effekte zwischen den beiden untersuchten beanspruchungsorientierten Methoden so wenig differenzieren, könnte über zwei sehr gegenläufige Mechanismen erklärt werden. Auf der einen Seite könnte vermutet werden, dass die Probanden der Versuchsgruppe V3 die Trainingsintensitäten intuitiv so gut steuern konnten, dass eine zusätzliche Kontrolle der Belastungswahrnehmung via Borg-Skala keinen zusätzlichen Nutzen bringt. Auf der anderen Seite könnte aber auch die Umsetzung der Belastungssteuerung über die Borg-Skala für das Fitness-Krafttraining in Frage gestellt werden. Die Ursache hierfür kann in der eventuell zu starken Ausdifferenzierung der Borg-Skala (Belastungsfaktor 6 bis 20) und dem damit verbundenen hohen Abstraktionsgrad liegen. In Anbetracht der heterogenen Klientel im Setting „Fitness-Studio“ sowie unter Berücksichtigung des Status als Breiten- und Freizeitsportler bei

allen Probanden darf an dieser Stelle eher von der zweiten These ausgegangen werden und die Praktikabilität sowie der zusätzliche Benefit der Borg-Skala bei einem beanspruchungsorientierten Krafttraining in Frage gestellt werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sollten allerdings nicht vorbehaltlos auf kompaktere Skalen zur Operationalisierung des subjektiven Belastungsempfindens, wie z. B. die siebenstufige Skala von Boeckh-Behrens und Buskies (2002, S. 32) oder die zehnstufige OMNI-Skala (Robertson et al., 2003, S. 334), übertragen werden.

Die Betrachtung der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) kann einen Erklärungsansatz für die zumindest tendenziell höheren relativen Kraftsteigerungen durch ein Training nach dem Ansatz der ILB-Methode liefern. Folgende durchschnittliche Trainingsintensitäten wurden übungsunabhängig während der gesamten Interventionsdauer realisiert:

- Die Probanden der Stichprobe V1 trainierten während der Interventionsphase durchschnittlich mit 56,20 % des 1-RM ($\pm 10,70$). Die höchsten relativen Trainingsintensitäten wurden bei der Übung „Beinpresse horizontal“ (Mittelw. 59,87 % 1-RM, $\pm 8,18$), die niedrigsten bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ (Mittelw. 53,24 % 1-RM, $\pm 10,16$) erzielt.
- Die Probanden der Stichprobe V2 trainierten während der Interventionsphase durchschnittlich mit 54,35 % des 1-RM ($\pm 6,63$). Die höchsten relativen Trainingsintensitäten wurden ebenso bei der Übung „Beinpresse horizontal“ (Mittelw. 56,52 % 1-RM, $\pm 6,41$), die niedrigsten bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ (Mittelw. 52,13 % 1-RM, $\pm 6,24$) erzielt.
- Die Probanden der Stichprobe V3 trainierten während der Interventionsphase durchschnittlich mit 54,65 % des 1-RM ($\pm 6,52$). Wie bei den beiden anderen Stichproben zeigte sich auch hier das gleiche übungsspezifische Bild. Die höchsten relativen Trainingsintensitäten wurden bei der Übung „Beinpresse horizontal“ (Mittelw. 57,56 %, $\pm 5,17$), die niedrigsten bei der Übung „Kurzhandel-Armbeugen“ (Mittelw. 52,98 %, $\pm 6,32$) erzielt.

Auf den ersten Blick erscheinen die Trainingsintensitäten der Versuchsgruppen relativ homogen. Auch bei einer übungsspezifischen Betrachtung unterscheiden sich die Versuchsgruppen kaum. Unterschiede zeigen sich jedoch bei einer Betrachtung der in den Versuchsgruppen vollzogenen progressiven Intensitätssteigerungen über die Dauer der Interventionsphase. Um die Progression der Trainingsintensitäten über die

sechs Wochen Interventionsdauer beurteilen zu können, wurden die Trainingsintensitäten in Woche 1-2, in Woche 3-4 sowie in Woche 5-6 auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen analysiert (vgl. Kapitel 6). Hier konnte Folgendes beobachtet werden:

- Trainingsintensität Woche 1-2: Bei allen Übungen wurden in den ersten beiden Trainingswochen mit dem Ansatz der ILB-Methode (V1) signifikant bis hoch signifikant geringere Trainingsintensitäten realisiert. Die Varianzaufklärung ergab geringe bis mittlere Effektstärken. Keine signifikanten Unterschiede zeigten sich zwischen den beanspruchungsorientierten Trainingsmethoden (V2, V3).
- Trainingsintensität Woche 3-4: Bei dem überwiegenden Anteil der Übungen (Ausnahme „Kurzhandel-Armbeugen“) wurden in Woche drei und vier mit dem Ansatz der ILB-Methode tendenziell höhere Trainingsintensitäten realisiert. Die Ergebnisse waren jedoch nicht durchgehend signifikant. Die Varianzaufklärung ergab bei signifikanten Unterschieden nur geringe Effektstärken, so dass die Unterschiede bei den realisierten Trainingsintensitäten im mittleren Block der Interventionsdauer für die Praxis als unbedeutend eingestuft werden können. Auch für diese Zeitspanne konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beanspruchungsorientierten Trainingsmethoden beobachtet werden.
- Trainingsintensität Woche 5-6: Bei allen Übungen wurden in den letzten beiden Trainingswochen mit dem Ansatz der ILB-Methode signifikant höhere Trainingsintensitäten realisiert. Die Varianzaufklärung ergab mittlere bis hohe Effektstärken. Auch in den letzten beiden Trainingswochen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beanspruchungsorientierten Trainingsmethoden.

Die festgestellten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen hinsichtlich der progressiven Intensitätssteigerungen lassen sich wie folgt erklären: Der Ansatz der ILB-Methode (V1) sieht eine progressive Steigerung der Trainingsintensitäten methodisch vor. Via Lastvorgaben wurden die Intensitätssteigerungen in der Trainingsplanung umgesetzt (vgl. Kapitel 5.3.3.2). Bei den beanspruchungsorientierten Trainingsmethoden (V2, V3) oblag die progressive Steigerung der Intensitäten den Probanden; hier existierten keine deduktiv hergeleiteten Vorgaben (vgl. Kapitel 5.3.3.3 sowie Kapitel 5.3.3.4). Bei beiden beanspruchungsorientierten Trainingsmethoden wurden über die sechswöchige Interventionsdauer nur geringfügige Steigerungen der Trainingsintensitäten vollzogen, während bei dem deduktiven Ansatz der ILB-

Methode über die Lastvorgaben konsequent alle zwei Wochen eine Intensitätssteigerung erfolgte. Speziell in den beiden letzten Trainingswochen zeigt sich dieser Aspekt am deutlichsten. Die überaus niedrigen realisierten Trainingsintensitäten bei den untersuchten beanspruchungsorientierten Trainingsmethoden bestätigen unter anderem die Ergebnisse von Focht (2007, S. 184), Glass und Stanton (2004, S. 326) oder Ratamess et al. (2008, S. 105), die vergleichbar niedrige Intensitäten bei intuitiver Lastwahl feststellen konnten.

Bei einer übungsspezifischen Betrachtung zeigt sich, dass sich die festgestellten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen hinsichtlich der realisierten Trainingsintensitäten bei Krafttrainingsübungen mit einer Beanspruchung großer Muskelgruppen am deutlichsten offenbaren. Bei den Krafttrainingsübungen mit einer Beanspruchung kleiner Muskelgruppen („Kurzhandel-Seitheben“, „Armstrecken am Seilzug“, „Kurzhandel-Armbeugen“) ist dieser Unterschied weniger ausgeprägt. Dies kann darin begründet sein, dass es sich bei diesen Übungen für kleine Muskelgruppen in der Praxis als schwierig erwiesen hat, die nach dem Ansatz der ILB-Methode geforderte progressive Intensitätssteigerung umzusetzen. Trotz fein dosierbarer Gewichtsabstufungen (vgl. Kapitel 5.3.2) konnten bei diesen Übungen die aus dem 10-RM-Test berechneten Trainingsintensitäten respektive der Laststeigerungen praktisch nicht durchgehend umgesetzt werden. Die errechneten theoretischen Trainingslasten mussten pragmatisch auf- oder abgerundet werden. Aufgrund der nur geringen absoluten Testlasten konnten auch nur gering ausgeprägte Lastabstufen berechnet werden, die in einigen Fällen pragmatisch nicht in Form einer Laststeigerung umgesetzt werden konnten. Daher sind insgesamt die Daten sowie die Ergebnisse der oben genannten Krafttrainingsübungen mit einer Beteiligung kleiner Muskelgruppen eher vorsichtig zu interpretieren. Die hier beschriebenen Umsetzungsschwierigkeiten zeigten sich bei den Krafttrainingsübungen mit einer Beanspruchung großer Muskelgruppen aufgrund der besser realisierbaren Lastabstufungen nicht.

Die insgesamt mit dem Ansatz der ILB-Methode realisierten höheren Trainingsintensitäten (speziell in den letzten beiden Trainingswochen) können als ursächlich für die zumindest tendenziell höheren relativen Kraftsteigerungen durch ein Training nach diesem trainingsmethodischen Ansatz angesehen werden. Es darf angenommen werden, dass dieser Effekt stärker und somit auch bedeutender für die Trainingspraxis ausgeprägt wäre, wenn bereits in den ersten beiden Trainingswochen höhere Lasten mit dem ILB-Schema realisiert werden könnten. Die deutlich zu niedrigen

Trainingsintensitäten in den ersten beiden Trainingswochen zeigen eine Schwachstelle am methodischen Ansatz bzw. einen Optimierungsbedarf bei der ILB-Methode. Als zentrales Ergebnis des Versuchsgruppen- bzw. Methodenvergleichs in der vorliegenden Untersuchung kann festgehalten werden, dass für den fitness- und gesundheitsorientierten Breiten- und Freizeitsportler die Wahl der Krafttrainingsmethode (zumindest im Hinblick auf gängige Fitness-Krafttrainingsmethoden) offensichtlich zweitrangig ist und die adäquate Steuerung der Trainingsintensität sowie die Progression der Trainingsintensität bedeutendere Einflussgrößen darstellen. Wie schon von Kemmler et al. (2005, S. 169) festgestellt, scheinen in diesem Kontext Trainingsmethoden mit Lastvorgabe Vorteile gegenüber beanspruchungsorientierten Methoden zu haben.

7.3.2 Vergleich der Leistungsstufen

Der Vergleich der Leistungsstufen hinsichtlich der erzielten relativen Kraftzuwächse zeigte bei allen Übungen in der überwiegenden Anzahl der Fälle hoch signifikante Unterschiede. Die Varianzaufklärung ergab in den meisten Fällen mittlere bis hohe Effektstärken.

Wie zu erwarten war, konnten bei den meisten Übungen sowie bei nahezu allen Variablen bei der Leistungsstufe „Beginner“ die höchsten und bei der Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ die niedrigsten relativen Kraftsteigerungen beobachtet werden. Im Einzelvergleich zeigten sich bei diesen Leistungsstufen auch die größten Unterschiede hinsichtlich der Trainingseffekte. Die geringsten (und in der überwiegenden Anzahl der Fälle auch nicht signifikanten) Effektunterschiede konnten zwischen den Leistungsstufen „Geübte“ und „Fortgeschrittene“ festgestellt werden. Bei einigen Übungen („Beinpresse horizontal“, „Brustpresse horizontal“, „Butterfly“ sowie „Armstrecken am Seilzug“) zeigte sich sogar ein konträres Bild: Bei diesen Übungen konnte die Leistungsstufe „Fortgeschrittene“, trotz höheren Trainingsalters, im Vergleich zur Leistungsstufe „Geübte“ sogar tendenziell (jedoch nicht signifikant) höhere relative Kraftsteigerungen erzielen.

Bei den Krafttrainingsübungen mit Beanspruchung großer Muskelgruppen sticht die Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ hervor. Die „Leistungstrainierenden“ erzielen im Vergleich zu den anderen Leistungsstufen bei diesen Übungen deutlich geringere relative Kraftsteigerungen. Aufgrund des diametralen Verhältnisses zwischen Trai-

ningsalter und Adaptationspotenzial ist diese Beobachtung nachvollziehbar. Ein anderes Bild zeigt sich bei den Krafttrainingsübungen mit Beanspruchung kleiner Muskelgruppen („Kurzhandel-Seitheben“, „Armstrecken am Seilzug“, „Kurzhandel-Armbeugen“). Hier sticht die Leistungsstufe „Beginner“ hervor. Diese erzielten im Vergleich zu den anderen Leistungsstufen bei den oben genannten Übungen deutlich höhere relative Kraftzuwächse. Diese Beobachtung war a priori nicht zu erwarten. Gerade bei den koordinativ anspruchsvolleren Krafttrainingsübungen mit Beteiligung mehrerer Freiheitsgrade wäre eine deutlichere Abgrenzung der Leistungsstufe „Beginner“ zu erwarten gewesen. Diese Beobachtung kann dadurch erklärt werden, dass in der Praxis des Fitness-Krafttrainings gerade bei Trainingseinsteigern verstärkt mehrgelenkige Krafttrainingsübungen in die Trainingsplanung integriert werden, da diese im Hinblick auf eine Verbesserung der Alltagsbelastbarkeit als funktionseller eingestuft werden können. Eingelenkige Übungen, wie die oben genannten, werden in der Trainingsplanung mit krafttrainingsunerfahrenen Personen eher weniger berücksichtigt. Es darf daher angenommen werden, dass die „Beginner“ mit den eingelenkigen Übungen vor der Untersuchung weniger Erfahrungen sammeln konnten und somit der Trainingseffekt, bedingt durch primär koordinative Anpassungen, höher ausfällt. Diese These ist mit den vorliegenden Daten empirisch jedoch nicht eindeutig belegbar. Wie bereits dargestellt wurde, sollten die Untersuchungsergebnisse bei den eingelenkigen Übungen eher vorsichtig interpretiert werden.

Bei einer Betrachtung der realisierten Trainingsintensitäten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Leistungsstufen zeigten sich durchgehend hoch signifikante Unterschiede. Die Varianzaufklärung ergab zudem durchgehend hohe Effektstärken. Wie zu erwarten war, zeigte sich ein zu den erzielten Trainingseffekten diametrales Bild. Bei allen Übungen sowie bei allen Variablen wurden bei der Leistungsstufe „Beginner“ die niedrigsten, bei der Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ die höchsten Trainingsintensitäten registriert. Auch die Einzelvergleiche zeigen bei diesen Leistungsstufen stets die größten Unterschiede. Wie schon bei der Betrachtung der relativen Kraftsteigerungen zeigten sich die geringsten Unterschiede hinsichtlich realisierter Trainingsintensitäten zwischen den Leistungsstufen „Geübte“ und „Fortgeschrittene“. Aus dieser Beobachtung lassen sich die bereits beschriebenen geringen Unterschiede zwischen diesen beiden Leistungsstufen bei den relativen Kraftsteigerungen erklären.

Zusammenfassend bestätigen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung den Einfluss des Trainingsalters auf krafttrainingsinduzierte Adaptationen (Fröhlich, 2010, S. 39; Fröhlich et al., 2012, S. 17; Rhea et al., 2003, S. 458; Wolfe et al., 2004, S. 43). Die Ausdifferenzierung des Trainingsalters in vier Leistungsstufen konnte sich in der vorliegenden Untersuchung nicht bewähren. Aufgrund der nur geringen Unterschiede hinsichtlich Trainingseffekt und realisierter Trainingsintensität zwischen den Leistungsstufen „Geübte“ und „Fortgeschrittene“ wäre es für die Trainingspraxis als praktikabler zu erachten, diese beiden Leistungsstufen zusammenzufassen.

Als zentrales Ergebnis des Leistungsstufenvergleichs in der vorliegenden Untersuchung kann festgehalten werden, dass die Ergebnisse einen Beleg für das Quantitätsgesetz des Trainings (Hohmann, Lames & Letzelter, 2002, S. 153) sowie für gängige Theorien zur Erklärung von Anpassungsprozessen darstellen (z. B. Modell der Anpassungsreserve nach Martin et al, 1993, S. 96; Funktionsmodell von Anpassungskapazität und Grenzertrag nach Fröhlich, 2012, S. 102).

7.3.3 Vergleich der Geschlechter

Der Vergleich der Geschlechter hinsichtlich der erzielten relativen Kraftzuwächse zeigte bei dem überwiegenden Anteil der Übungen und Variablen signifikante Unterschiede. Die Varianzaufklärung ergab in diesen Fällen mittlere bis hohe Effektstärken. Bei allen Übungen und allen Variablen konnten Frauen höhere relative Kraftsteigerungen erzielen. In den wenigen Fällen nicht signifikanter Unterschiede (z. B. bei den Übungen „Kurzhandel-Seitheben“ und „Kurzhandel-Armbeugen“) zeigten sich bei den Frauen zumindest tendenziell höhere relative Kraftsteigerungen. Die vorliegende Untersuchung bestätigt somit die Untersuchungsergebnisse von z. B. Buford et al. (2007, S. 1248), Herrick & Stone (1996, S. 75), Lemmer et al. (2007, S. 733-735) sowie Thomas et al. (2007, S. 338-339), die allesamt beobachten konnten, dass Frauen deutlich stärker von einem Krafttraining profitieren als Männer.

Der Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten zeigte hingegen keine praxisrelevanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Nur bei wenigen Variablen konnte ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Im seltenen Falle signifikanter Daten ergab die Varianzaufklärung durchgehend nur geringe Effektstärken. Zudem zeigte sich keine Tendenz zu höheren Trainingsintensitäten bei einem Geschlecht.

Die realisierten Trainingsintensitäten können somit nicht als Erklärungsansatz für die höheren relativen Kraftsteigerungen der Frauen herangezogen werden.

Als zentrales Ergebnis des Geschlechtervergleichs in der vorliegenden Untersuchung kann festgehalten werden, dass Frauen stärker von einem fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining profitieren als Männer. Ungeklärt bleibt jedoch die Ursache für diese Beobachtung. Die realisierten Trainingsintensitäten liefern keinen Erklärungsansatz für die höheren Trainingseffekte bei den Frauen. Die festgestellten geschlechterspezifischen Unterschiede liegen sehr wahrscheinlich in dem geringeren Ausgangsniveau der Frauen sowie in der Selektivität der Stichprobe begründet (Fröhlich et al., 2012, S. 17; Fröhlich et al., 2009, S. 311).

7.4 Kritische Reflexion der Untersuchungsergebnisse

In Kapitel 5.4 wurden bereits die methodische Vorgehensweise bei der Untersuchung sowie die verwendeten Messverfahren einer kritischen Betrachtung unterzogen. Im Kontext der Diskussion sollen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit einer abschließenden kritischen Reflexion unterzogen werden.

Die vorliegende Untersuchung verfolgte das Ziel, die Effekte verschiedener Ansätze zur Intensitätssteuerung im fitnessorientierten Krafttraining zu überprüfen. Die Krafttrainingseffekte wurden ausschließlich über Messungen der Krafftähigkeit quantifiziert. Dies bedarf einer kritischen Diskussion. Aus physikalischer Sicht ist Kraft $[F]$ das Produkt aus Masse $[m]$ und Beschleunigung $[a]$. In der Trainingswissenschaft wird die Kraft hinsichtlich ihrer Erscheinungsformen bei sportlichen Bewegungsaufgaben traditionell in verschiedene Dimensionen differenziert: Maximalkraft, Schnellkraft und Kraftausdauer (Bührle, 1985, S. 82). Im Gegensatz zur physikalischen Größe ist die Kraft als motorische Fähigkeit somit ein theoretisches Konstrukt (Stapelheldt, 2001, S. 22). Dementsprechend muss kritisch angemerkt werden, dass auch sportmotorische Krafttests lediglich eindimensionale Testkonstruktionen darstellen. Gemessen wird eine biomechanische Größe: die maximal mögliche Last (Kraftmaximum) für eine definierte Wiederholungszahl (1-RM oder X-RM). Sportliche Leistungen respektive Kraftleistungen stellen jedoch komplexe und mehrdimensionale Parameter dar. Um von einem sportmotorischen Krafttestergebnis auf eine Ausprägung der Fähigkeit Kraft schließen zu können, müssten sich die erhobenen Messwerte

eindeutig einzelnen morphologischen oder neuromuskulären Parametern zuordnen lassen. Hier stellt sich die Frage, inwieweit sportmotorische Krafttests dieser Forderung gerecht werden, da die Testergebnisse durch konditionelle, durch koordinative sowie durch motivationale und volitive Einflussfaktoren determiniert werden. So bleibt z. B. im Kontext der Messung der konzentrischen Maximalkraft auch bei konsequenter Teststandardisierung stets offen, ob das im Test erhobene Kraftmaximum (1-RM) auch tatsächlich die konzentrische Maximalkraft repräsentiert. Aussagen zu Krafttrainingseffekten, die ausschließlich über sportmotorische Messungen der Kraftfähigkeit (als Konstrukt) und ohne Berücksichtigung weiterer objektiver Testvariablen operationalisiert wurden, sollten dementsprechend vorsichtig und zurückhaltend interpretiert werden. Dieser Kritikpunkt ist dem Autor der vorliegenden Arbeit durchaus bewusst. Wohlwissend dieser methodologischen Schwächen, wurden aufgrund eingeschränkter messtechnischer Ressourcen (bedingt durch das Feldtestdesign) sowie aus Gründen der Praktikabilität und guten Standardisierbarkeit sportmotorischer Krafttests (Stemper, 1994, S. 216) dennoch die in Kapitel 5.2 vorgestellten Testverfahren zur Quantifizierung der Krafttrainingseffekte ausgewählt. Die Interpretation der Ergebnisse erfolgte jedoch stets unter Wahrung einer skeptischen und konservativen Grundhaltung gegenüber den erhobenen Daten.

Alle Probanden trainierten während der Interventionsdauer versuchsgruppenunabhängig mit einem Belastungsgefüge, welches einem hypertrophieorientierten Krafttraining entspricht. Als Outcome-Parameter wurden die Veränderungen der Kraftleistung definiert. Eine Steigerung der motorischen Fähigkeit Kraft stellt für den durchschnittlichen Breiten- und Freizeitsportler in der Regel lediglich Mittel zum Zweck und kein originäres Trainingsziel dar. Nach Wirth (2007, S. 5) betreiben die meisten Besucher eines Fitness-Studios ein Krafttraining primär aus präventiven oder ästhetischen Gesichtspunkten. Zimmermann (2002, S. 30) sieht die globale Zielstellung des primärpräventiven Krafttrainings in der Förderung bzw. Festigung von Gesundheit, Wohlbefinden und allgemeiner psychophysischer Leistungsfähigkeit, der Vermeidung von Krankheiten, die aus dem Risikofaktor Bewegungsmangel resultieren sowie der Verzögerung der gesundheitsbeeinträchtigenden Auswirkungen des Alterungsprozesses. Eine Messung struktureller Anpassungen der Skelettmuskulatur sowie der daraus resultierenden präventiven Effekte konnte in der vorliegenden Untersuchung aufgrund eingeschränkter messtechnischer Ressourcen jedoch nicht erfolgen.

Ob die erzielten Kraftsteigerungen aus koordinativen Lern- bzw. Gewöhnungseffekten oder aus strukturellen Anpassungen der Skelettmuskulatur resultieren, kann letztendlich nicht eindeutig geklärt werden. Nach Grosser und Neumaier (1988, S. 77) lassen Kraftsteigerungen, die über sportmotorische Tests gemessen wurden, keinen validen Rückschluss auf Hypertrophieprozesse zu, da der Faktor „Koordinati-on“ die Resultate aus sportmotorischen Krafttests stets beeinflusst. Neben strukturellen Anpassungen im Sinne von Hypertrophieeffekten kann auch eine Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination zu Kraftsteigerungen führen (Moritani, 1994, S. 267-268). Auch nach Toigo (2006a, S. 102) ist ein Kraftzuwachs zunächst nur ein funktioneller Effekt und nicht zwangsläufig das Resultat einer Muskelmasse-zunahme.

Des Weiteren muss in Frage gestellt werden, ob eine Interventionsdauer von sechs Wochen überhaupt ausreicht, um Hypertrophieprozesse an der Skelettmuskulatur auszulösen. Pollock et al. (1998, S. 116) konnten mithilfe bildgebender Verfahren signifikante Muskelvolumenzuwächse erst nach 13 Wochen Interventionsdauer feststellen. Weiss, Coney und Clark (2000, S. 147) konnten hingegen mit verschiedenen Krafttrainingsprogrammen (differenzierte Wiederholungsbereiche) bereits nach sieben Wochen Krafttrainingsintervention signifikante strukturelle Anpassungen an der Arbeitsmuskulatur feststellen, betonen aber gleichzeitig die Schwierigkeiten einer validen Messung von Hypertrophieprozessen. Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen Young und Bilby (1993, S. 175), die signifikante Hypertrophieprozesse mit einem Krafttrainingsprogramm über 7,5 Wochen Dauer feststellen konnten. Abe et al. (2000, S. 177-178) konnten signifikante Hypertrophieprozesse in der Arbeitsmuskulatur bereits nach sechs Wochen Krafttraining registrieren. Vergleichbare Entwicklungen der Muskeldicke konnte Greiwing (2006, S. 214) beobachten.

In Anbetracht der kritischen Diskussion hinsichtlich struktureller und koordinativer Anpassungen als Ursache für die Kraftsteigerungen könnten die über Follow-up-Tests registrierten zeitlich verzögerten Kraftsteigerungen als Indiz für eine mangelnde Reliabilität der Messinstrumente ausgelegt werden. In Kapitel 5.4.1 der vorliegenden Arbeit wurde im Kontext der kritischen Diskussion zur angewandten Methodik dargestellt, dass die Reliabilität der Testinstrumente einen entscheidenden Einfluss auf eine Minimierung der Fehlervarianz bei einer Untersuchung hat. Zur Überprüfung der Test-Retest-Reliabilität wurden daher Korrelationskoeffizienten berechnet, um Zusammenhänge zwischen den Testzeitpunkten t_0 und t_1 (20-RM, 10-RM, 1-RM),

sowie t_0 und t_4 (1-RM) festzustellen. Dabei konnten bei allen abhängigen Variablen übungsunabhängig Korrelationskoeffizienten $> 0,9$ berechnet werden. Nach Willimczik (1999, S. 75) besteht bei $r > 0,7$ und $< 1,0$ ein hoher Zusammenhang zwischen den Variablen. Bei der vorliegenden Untersuchung liegen somit, trotz Feldtestdesign, keine Indizien für eine mangelnde Test-Retest-Reliabilität vor.

Aus den ermittelten hohen Zusammenhängen zwischen den abhängigen Variablen darf allerdings nicht auf strukturelle Anpassungen, als primäre Ursache für die registrierten Kraftsteigerungen, geschlossen werden. Unter Berücksichtigung der nur geringen Effektstärken bei der Analyse der Kraftsteigerungen zwischen den Testzeitpunkten sowie der deutlich submaximalen Intensitäten muss davon ausgegangen werden, dass die gemessenen Kraftsteigerungen primär aus koordinativen und nur minimal aus strukturellen Adaptationen resultieren. Es ist zudem anzunehmen, dass die getestete Probandenklientel als Breiten- und Freizeitsportler vor der Untersuchung nur wenig bis gar keine Erfahrung mit ausbelastenden Krafttrainingsreizen vorweisen konnte. Auf Grund eingeschränkter messtechnischer Ressourcen verfolgte die vorliegende Untersuchung aber auch nicht das Ziel, strukturelle Veränderungen der Skelettmuskulatur zu messen. Das Ziel bestand in der Untersuchung von Veränderungen der Kraftleistung, unabhängig davon, aus welchen Faktoren diese resultieren.

Wie bereits in Kapitel 5.4.1 dargestellt wurde, besteht speziell bei Feldtestexperimenten die Gefahr einer statistischen Regression (Regression zur Mitte bzw. Regression-to-the-Mean-Phänomen), d. h. Probanden mit sehr hohen oder tiefen Pre-Test-Werten (bedingt durch intraindividuelle Schwankungen oder Messungenauigkeiten) nähern sich in Post- und Follow-up-Tests der statistischen Mitte an (Kleist, 2006, S. 1024). Die statistische Variabilität der Folgemessungen kann dann fälschlicherweise als Treatmenteffekt interpretiert werden. Auch wenn die Probanden in der vorliegenden Untersuchung hinsichtlich Trainingsalter und Geschlecht geschichtet wurden, konnten diese Effekte a priori nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Die berechneten Korrelationskoeffizienten zwischen Pre-, Post- und Follow-up-Test-Ergebnissen ergaben jedoch übungs- und stichprobenunabhängig hohe positive Zusammenhänge. Probanden, die im Vergleich zum Stichprobenmittelwert auffallend hohe oder niedrige Pre-Test-Ergebnisse erzielten, reproduzierten diese auffallend hohen bzw. niedrigen Ergebnisse in den Post- und Follow-up-Tests. Die statistische Variabilität der Post- und Follow-up-Tests kann somit auf den Einfluss des Treat-

ments bzw. der unabhängigen Variable zurückgeführt werden. Für das Vorliegen einer statistischen Regression liegen keine Indizien vor.

Was bei der vorliegenden Untersuchung grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden kann, sind Selektionseffekte durch die freiwillige Teilnahme an der Studie (Bortz & Döring, 2006, S. 503) sowie Hawthorne-Effekte im Sinne von Verhaltensänderungen (konsequenterer Wahrnehmung der Trainingseinheiten, höherer subjektiver Anstrengungsgrad in den Tests sowie im Training etc.), welche durch das Bewusstsein entstehen, als Proband Teil einer wissenschaftlichen Untersuchung zu sein (Bortz & Döring, 2006, S. 504). Da in der vorliegenden Untersuchung kein klassisches Experimental-Kontrollgruppen-Design zur Anwendung kam, sondern alle Versuchsgruppen standardisierte Treatments absolvierten, können Selektionseffekte oder Hawthorne-Effekte zwar nicht ausgeschlossen, durch die Auftretenswahrscheinlichkeit in allen Versuchsgruppen aber zumindest konstant gehalten werden (Macefield, 2007, S. 152). Diese These wird nach Macefield (2007, S. 152) auch dadurch gestützt, dass durchgehend keine signifikanten Unterschiede bei den Post- und Follow-up-Testergebnissen zwischen Experimental- und Kontrollgruppen festgestellt werden konnten.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Im Folgenden werden die wichtigsten Aspekte und Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zusammengefasst. Das Kapitel schließt ab mit einem Ausblick auf zukünftige Forschungsziele, die aus den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeleitet werden können, sowie mit einem Resümee zum Fitness-Krafttraining.

8.1 Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung verfolgte das Ziel, ausgewählte Ansätze zur Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining zu analysieren. Da die Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen zur Intensitätssteuerung im Krafttraining originär aus dem leistungsorientierten Sport oder aus Laboruntersuchungen mit Sportstudierenden stammen, bestand ein Kernziel der Untersuchung darin, gängige Krafttrainingsmethoden respektive Ansätze zur Intensitätssteuerung im Breiten- und Freizeitsport im Setting „Fitness-Studio“ unter Feldtestbedingungen zu evaluieren. In der Untersuchung wurden drei unterschiedliche Verfahren zur Intensitätssteuerung untersucht:

1. Krafttraining mit einer kontrollierten Intensitätssteuerung nach der ILB-Methode (deduktiver Ansatz der Intensitätssteuerung)
2. Krafttraining mit einer kontrollierten Intensitätssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden (induktiver Ansatz der Intensitätssteuerung; Operationalisierung und Kontrolle des Belastungsempfindens über die Borg-Skala)
3. Krafttraining mit einer unkontrollierten bzw. intuitiven Intensitätssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden

In diesem Kontext wurde in Form eines Feldtestexperimentes in 48 Fitness-Unternehmen eine Untersuchung zur Klärung der relevanten Forschungsfragen durchgeführt. An der Untersuchung nahmen insgesamt 712 Probanden freiwillig teil. Von 601 Probanden konnten die Datensätze ausgewertet werden. Eingeschlossen wurden erwachsene, gesunde Fitness-Sportler. Ausgeschlossen wurden Patienten im Bereich der Tertiärprävention oder Rehabilitation, Kinder und Jugendliche sowie Leistungssportler.

Die Zuordnung in die Stichproben erfolgte über eine Randomisierung. Jede Stichprobe wurde ausgehend vom Trainingsalter in vier verschiedene Leistungsstufen geschichtet: Leistungsstufe „Beginner“ (mind. 2 Monate Krafttrainingserfahrung), Leistungsstufe „Geübte“ (mind. 6 Monate Krafttrainingserfahrung), Leistungsstufe „Fortgeschrittene“ (mind. 12 Monate Krafttrainingserfahrung) sowie Leistungsstufe „Leistungstrainierende“ (mind. 36 Monate Krafttrainingserfahrung). Bei jeder Stichprobe wurde zudem auf eine möglichst homogene Geschlechterverteilung geachtet. Über Pre- und Post-Tests wurde die motorische Fähigkeit Kraft in mehreren Wiederholungszahlbereichen erhoben: 20-RM-, 10-RM- und 1-RM-Test unmittelbar vor und nach der Interventionsphase. Um zeitlich verzögerte Trainingseffekte zu quantifizieren, wurden zudem Follow-up-Tests durchgeführt: 1-RM-Test drei, sieben und 14 Tage nach dem Pre-Test.

Während der sechswöchigen Interventionsphase wurde ein standardisiertes Krafttraining nach den oben genannten Ansätzen zur Intensitätssteuerung durchgeführt. Die Stichproben unterschieden sich ausschließlich in dem Faktor „Intensität“ bzw. bei der unkontrollierten Intensitätssteuerung zusätzlich um die Determinante „Bewegungsgeschwindigkeit“.

Ein erstes Untersuchungsziel bestand darin, zu überprüfen, ob durch die primär fitness- und gesundheitsorientierten Krafttrainingsmethoden signifikante Kraftsteigerungen erzielt werden konnten. Hierzu wurden die Veränderungen der absoluten Kraftleistungen zwischen den Testzeitpunkten t_0 und t_1 (20-RM, 10-RM, 1-RM) sowie zwischen t_0 und t_4 (1-RM) analysiert. Bei allen Übungen sowie bei allen Variablen zeigten sich hoch signifikante Kraftsteigerungen. Die Berechnung der Effektstärken ergab jedoch in der überwiegenden Anzahl der Fälle einen nur geringen Effekt. Die praktische Bedeutsamkeit der erzielten Kraftsteigerungen muss im Kontext der Krafttrainingsforschung folglich als eher gering eingestuft werden. Die lediglich geringen Trainingseffekte können über die realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) erklärt werden, die deutlich unter den gängigen trainingswissenschaftlichen Empfehlungen liegen (z. B. Bührle, 1985, S. 96; Baechle et al., 2008, S. 394). Übungs- und stichprobenunabhängig wurde in der vorliegenden Untersuchung mit einer durchschnittlichen Intensität von lediglich 55,10 % ($\pm 8,21$) des 1-RM trainiert. In Anbetracht dieser äußerst geringen Trainingsintensitäten muss in Frage gestellt werden, ob die erzielten Kraftsteigerungen aus strukturellen Adaptationen im Sinne von Hypertrophieprozessen oder vielmehr aus neuromuskulären Adaptationen im Sinne

einer Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination resultieren (Lern- und Gewöhnungseffekte).

Eine weitere Fragestellung der vorliegenden Arbeit, speziell vor dem Hintergrund des Feldtestdesigns, war die Überprüfung hinsichtlich des Auftretens von Pre-Test-Effekten bedingt durch Anpassungserscheinungen oder motivationale Ursachen. Hierzu wurde für jeden der oben genannten Ansätze zur Intensitätssteuerung eine Kontrollgruppe gebildet, die exakt das gleiche Treatment durchlief, allerdings keine Pre-Tests absolvierte. Analysiert wurden die Post- und Follow-up-Test-Ergebnisse auf signifikante Unterschiede. Der Vergleich der Stichproben konnte Pre-Test-Effekte nicht bestätigen. Generell konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Post- und Follow-up-Tests der Experimental- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Ein weiteres zentrales Untersuchungsziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, die verschiedenen trainingsmethodischen Ansätze zur Intensitätssteuerung hinsichtlich eventueller Effektunterschiede zu evaluieren. Hierzu wurden die relativen Kraftsteigerungen (Δt_0-t_1 20-RM, Δt_0-t_1 10-RM, Δt_0-t_1 1-RM, Δt_0-t_4 1-RM) auf Unterschiede zwischen den Trainingsmethoden bzw. Versuchsgruppen untersucht. Die Auswertung ergab keine für die Praxis relevanten Methodenunterschiede. Tendenziell konnten mit dem deduktiven Ansatz der ILB-Methode höhere relative Kraftsteigerungen erzielt werden. Die Ergebnisse waren aber nicht durchgehend signifikant. Im Falle signifikanter Ergebnisse konnten nur geringe Effektstärken berechnet werden, so dass für die Krafttrainingspraxis aus den Untersuchungsergebnissen kein zusätzlicher Benefit durch ein Training nach der ILB-Methode abgeleitet werden kann. Zwischen den untersuchten beanspruchungsorientierten Methoden konnten durchgehend keine praxisrelevanten Unterschiede festgestellt werden. Ein zusätzlicher Benefit oder Indizien für eine exaktere Intensitätssteuerung durch die Borg-Skala lassen sich aus den Untersuchungsergebnissen nicht ableiten. Für die Praxis des fitness- und gesundheitsorientierten Krafttrainings kann in Anbetracht der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung konstatiert werden, dass die Wahl der Krafttrainingsmethode eher eine untergeordnete Rolle zu spielen scheint.

Zwischen den vier Leistungsstufen konnten durchgehend hoch signifikante Unterschiede hinsichtlich der relativen Kraftsteigerungen festgestellt werden. Die Varianzauflösung ergab mittlere bis hohe Effektstärken. Wie aufgrund der aktuellen Studienlage zu erwarten war (z. B. Fröhlich, 2010, S. 39; Fröhlich et al., 2012, S. 17; Rhea et al., 2003, S. 458; Wolfe et al., 2004, S. 43), konnten Probanden mit geringer Leis-

tungsfähigkeit deutlich höhere relative Kraftsteigerungen erzielen wie krafttrainingserfahrene Probanden. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung liefern somit einen Beleg für gängige Modelle zur theoretischen Erklärung von Trainingsadaptationen im Sinne des Quantitätsgesetzes des Trainings.

Des Weiteren konnten durchgehend signifikante geschlechterspezifische Unterschiede hinsichtlich relativer Kraftsteigerungen festgestellt werden. Wie aufgrund der aktuellen Studienlage zu erwarten war (z. B. Buford et al., 2007, S. 1248; Fröhlich et al., 2012, S. 17; Fröhlich et al., 2009, S. 311; Herrick & Stone, 1996, S. 75; Lemmer et al., 2007, S. 733-735; Thomas et al., 2007, S. 338-339), konnten Frauen in den meisten Fällen signifikant höhere relative Kraftsteigerungen erzielen. Die Varianzaufklärung ergab in der überwiegenden Anzahl der Fälle hohe und in wenigen Ausnahmen mittlere Effektstärken.

Ein weiteres Untersuchungsziel bestand in der Analyse der realisierten Trainingsintensitäten (in % 1-RM) auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen bzw. Trainingsmethoden, den Leistungsstufen sowie den Geschlechtern. Die Analyse der Trainingsintensitäten auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen zeigte bei den beanspruchungsorientierten Krafttrainingsmethoden keine nennenswerten bzw. praxisrelevanten Unterschiede. Eine exaktere Steuerung der subjektiv gewählten Trainingsintensität über die Borg-Skala kann aus den Untersuchungsergebnissen nicht abgeleitet werden. Insgesamt bestätigten sich jedoch die Beobachtungen von Focht (2007, S. 184), Glass und Stanton (2004, S. 326; 2005, S. 177-178) sowie Rattamess et al. (2008, S. 108), welche darlegen konnten, dass Trainingsintensitäten, die auf der Basis des subjektiven Belastungsempfindens gesteuert werden, in der Regel zu niedrig im Hinblick auf die Auslösung von Hypertrophieprozessen gewählt werden. Die Trainingsintensitäten nach dem Ansatz der ILB-Methode gestalteten sich im Vergleich zu den beanspruchungsorientierten Trainingsmethoden in den ersten beiden Trainingswochen sogar deutlich geringer. Da nach dem ILB-Schema jedoch eine progressive Steigerung der Trainingsintensitäten methodisch verankert ist, konnten in Woche drei und vier sowie besonders deutlich in den letzten beiden Wochen der Trainingsintervention höhere Trainingsintensitäten realisiert werden. Im Vergleich zur ILB-Methode wurden die Trainingsintensitäten bei den beanspruchungsorientierten Trainingsmethoden nur minimal gesteigert. Insgesamt kann jedoch aus den höheren Trainingsintensitäten bei einem Training nach der ILB-Methode kein praxisrelevanter Mehrnutzen gegenüber den Methoden mit einer in-

duktiven Intensitätssteuerung gewonnen werden. Ursächlich hierfür könnten die deutlich zu niedrigen Trainingsintensitäten in den beiden ersten Trainingswochen sein. Insgesamt lagen aber auch die mit der ILB-Methode realisierten Trainingsintensitäten deutlich unter den gängigen trainingswissenschaftlichen Empfehlungen für ein Hypertrophietraining (z. B. Bührle, 1985, S. 96; Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 229).

Im Hinblick auf die Leistungsstufen zeigten sich die zu erwartenden Ergebnisse. Diametral zu den Trainingseffekten zeigten sich die geringsten Trainingsintensitäten bei den Trainingsbeginnern, die höchsten Trainingsintensitäten zeigten sich bei den krafttrainingserfahrenen Sportlern.

Geschlechterspezifisch konnten keine praxisrelevanten Unterschiede hinsichtlich realisierter Trainingsintensitäten festgestellt werden. Die deutlich höheren relativen Kraftsteigerungen der Frauen resultieren somit eher aus einem niedrigeren Ausgangsniveau sowie aus der Selektivität der Stichprobe (Fröhlich et al., 2012, S. 17; Fröhlich et al., 2009, S. 311).

8.2 Ausblick

Im Folgenden werden auf der Basis der Untersuchungsergebnisse mögliche zukünftige Forschungsziele skizziert. Das Kapitel respektive die vorliegende Arbeit schließen mit einem Resümee zum Fitness-Krafttraining ab, indem der Konflikt zwischen Kundeninteressen auf der einen Seite und ökonomischen Prämissen der kommerziellen Fitness-Anbieter auf der anderen Seite kritisch hinterfragt wird.

8.2.1 Ausblick auf zukünftige Forschungsziele im Themenfeld

Für die Praxis des Fitness-Krafttrainings kann unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse resümiert werden, dass die Wahl der Trainingsmethode bzw. der Ansatz zur Steuerung der Trainingsintensität bei Freizeit- und Breitensportlern eher eine untergeordnete Rolle spielt. Insgesamt konnten durch Krafttrainingsmethoden mit deutlich submaximalen Lasten signifikante Verbesserungen der Kraftleistung erzielt werden. Tendenziell wurden mit dem deduktiven Ansatz der Intensitätssteuerung nach der ILB-Methode höhere, jedoch nicht durchgehend signifikant höhere relative Kraftsteigerungen erreicht. In der Praxis des Fitness-Krafttrainings stellt sich

die Frage, ob dieser geringe Mehrnutzen der ILB-Methode den höheren Aufwand bei der Umsetzung rechtfertigt (obligate Krafttestung, a priori Berechnung der Trainingsintensitäten). Diese Frage kann im Kontext des kommerziell-orientierten Fitness-Krafttrainings nur individuell und nicht pauschal beantwortet werden.

Obgleich die vorliegende Untersuchung tendenzielle Vorteile der ILB-Methode darlegt, zeigt sich ein Optimierungsbedarf bei diesem trainingsmethodischen Ansatz. Die Einstiegsintensitäten sind suboptimal. Ein zukünftiges Forschungsziel könnte darin bestehen, die Effekte einer modifizierten Form der ILB-Methode mit angepassten höheren Intensitätsbereichen mit der klassischen Form der ILB-Methode zu vergleichen.

Bei der Betrachtung der beanspruchungsorientierten Krafttrainingsmethoden hat sich ein eventueller Mehrnutzen durch die Borg-Skala zur Kontrolle des subjektiven Belastungsempfindens in der vorliegenden Untersuchung nicht bestätigen können. Zwischen intuitiver Intensitätssteuerung und kontrollierter subjektiver Intensitätssteuerung mittels Borg-Skala zeigten sich keine Unterschiede, weder im Hinblick auf Trainingseffekte, noch im Hinblick auf die Steuerung der Trainingsintensität. Wie bereits in Kapitel 7.3.1 dargestellt wurde, kann die Ursache hierfür in der eventuell zu starken Ausdifferenzierung der Borg-Skala (Belastungsfaktor 6 bis 20) und dem damit verbundenen hohen Abstraktionsgrad liegen. Inwieweit unterschiedliche Krafttrainingseffekte aus der Verwendung unterschiedlicher Skalen zur Operationalisierung des subjektiven Belastungsempfindens resultieren, könnte ein weiteres zukünftiges Forschungsziel darstellen.

Aus der vorliegenden Untersuchung kann für die Praxis des Fitness-Krafttrainings geschlussfolgert werden, dass ein entscheidender Faktor zur Steigerung der Kraftleistung neben der Höhe der realisierten Trainingsintensitäten auch die progressive Steigerung der Intensitäten zu sein scheint (Peterson et al., 2011, S. 257; Rabelo et al., 2011, S. 2301). Krafttrainingsmethoden, die eine Progression der Trainingsintensitäten methodisch per se vorsehen (in der Regel Krafttrainingsmethoden mit Lastvorgaben), haben hier Vorteile. Bei beanspruchungsorientierten Krafttrainingsmethoden obliegt die progressive Steigerung der Trainingsintensität dem Kraftsportler. Die Fähigkeit zur genauen Einschätzung der subjektiv wahrgenommenen Belastung sowie motivationale und volitive Faktoren beeinflussen beim Breiten- und Freizeitsportler die Progression der Intensitäten und damit zusammenhängend die Trainingseffekte unter Umständen stärker als die zugrunde liegende Krafttrainingsmethodik.

Bei einer retrospektiven Betrachtung der vorliegenden Untersuchung kann resümiert werden, dass sich die eingesetzten sportmotorischen Tests (bis auf die in Kapitel 5.4.2 beschriebenen geringfügigen gerätetechnischen und testimmanenten Umsetzungsschwierigkeiten und ungeachtet der in Kapitel 7.4 geführten Diskussion) in der Praxis des Fitness-Krafttrainings bewährt haben. In Anbetracht der hohen Test-Retest-Reliabilität sowie bezugnehmend auf die Ergebnisse der Untersuchung auf Pre-Test-Effekte kann konstatiert werden, dass die eingesetzten sportmotorischen Testverfahren bei ausreichender Teststandardisierung durchaus praktikable Instrumente zur Leistungsdokumentation (intraindividuellem Leistungsvergleich; Martin et al., 1993, S. 118) im Fitness-Krafttraining darstellen. Inwieweit diese sportmotorischen Krafttests im Rahmen eines tertiärpräventiven oder rehabilitativen Krafttrainings durchgeführt werden können, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Die Möglichkeit zum interindividuellen Leistungsvergleich (Martin et al., 1993, S. 118) bzw. die Möglichkeit zum Vergleich der individuellen Krafttestwerte mit repräsentativen Referenzwerten besteht bei X-RM- und 1-RM-Tests nicht. Die Sammlung von Referenzwerten für verschiedene Krafttrainingsübungen und unterschiedliche X-RM-Bereiche könnte ein zukünftiges Forschungsziel sein. Zur empirischen Absicherung der Referenzwerte wären allerdings groß angelegte Studien mit einer hohen Anzahl an Probanden notwendig.

Aus der Frage nach der optimalen Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining könnte ein weiteres zukünftiges Forschungsziel darin bestehen, im Setting „Fitness-Studio“ (d. h. im Feldtest) verschiedene Intensitätsabstufungen hinsichtlich der Trainingseffekte zu vergleichen. Eine vergleichbare Untersuchung unter Laborbedingungen führte z. B. Buskies (1999, S. 317) durch. Buskies verglich unter anderem die Veränderungen der Maximalkraft bei verschiedenen Belastungsstufen (subjektiv „mittel“, „schwer“ sowie „ausbelastend“). Hier zeigte sich ein konsistentes Ergebnis: je höher der Belastungsgrad, umso größer die Kraftsteigerung. Die Unterschiede zwischen den Effekten in den Trainingsgruppen waren durchgehend signifikant bis sehr signifikant. Die höchsten Steigerungen der Maximalkraft wurden bei einem ausbelastenden Krafttraining erzielt.

Bei der Studie von Buskies (1999, S. 317) wurden allerdings ausschließlich Sportstudenten untersucht. Inwieweit dieser deutliche Benefit eines ausbelastenden Krafttrainings auch auf den durchschnittlich trainierten Breiten- und Freizeitsportler übertragbar ist, könnte Gegenstand einer zukünftigen Untersuchung sein. In diesem Kon-

text sollten jedoch die im Vergleich zu einem submaximalen Training signifikant höheren Laktaziden und kardialen Belastungen des ausbelastenden Krafttrainings (Buskies, 1999, S. 318) berücksichtigt werden. Buskies (1999, S. 320) konstatiert, dass aus gesundheitlicher Sicht die Effektivität, Belastung und Risikokomponente bei einem sanften Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden in einem günstigeren Verhältnis zueinander stehen, als bei einem Training bis zur muskulären Ausbelastung. Die Effektivität des sanften Krafttrainings wurde allerdings unter anderem über die relativen Kraftsteigerungen operationalisiert. In diesem Punkt wurden mit höheren Belastungen signifikant höhere Effekte erzielt. Des Weiteren fehlt der endgültige Beleg, dass eine höhere metabolische und kardiale Belastung für den gesunden Fitness-Sportler im Kontext eines primärpräventiven Fitness-Krafttrainings tatsächlich ein Gesundheitsrisiko darstellt.

Ein weiteres zukünftiges Forschungsziel könnte in einer Längsschnittstudie über eine längere Interventionsdauer bestehen. In der vorliegenden Untersuchung wurden die kurzfristigen Effekte verschiedener Ansätze zur Intensitätssteuerung getestet (Mesozyklusdauer von sechs Wochen). Die Ergebnisse können nicht vorbehaltlos auf eine längere Interventionsdauer übertragen werden (z. B. eine Makrozyklusplanung von sechs bis zwölf Monaten Dauer). In diesem Kontext wäre auch die Frage nach den Effekten verschiedener Periodisierungsmodelle im Fitness-Krafttraining von Bedeutung. Die Studienlage zu den unterschiedlichen Periodisierungsmodellen zeigt zwar relativ homogene Ergebnisse (vgl. im Überblick Fröhlich et al., 2009, S. 310-312), ähnlich wie schon beim Forschungsthema „Intensitätssteuerung“ existieren aber auch zum Thema „Periodisierung“ kaum repräsentative Studien, die das Thema im Kontext des Fitness-Krafttrainings oder unter Feldtestbedingungen untersuchten.

In Kapitel 7.4 wurde bereits kritisch dargestellt, dass in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich sportmotorische Krafttests eingesetzt wurden, um die Effekte der Krafttrainingsmethoden zu messen, obgleich eine Kraftsteigerung in der Regel kein originäres Trainingsziel des Breiten- und Freizeitsportlers darstellt. Ein zukünftiges Forschungsziel könnte darin bestehen, zu überprüfen, ob neben Kraftsteigerungen auch präventive Effekte (Veränderung der Körperkomposition, Blutdruckregulation, Glukosestoffwechsel etc.) durch ein Fitness-Krafttraining mit vergleichbar niedrigen Trainingsintensitäten erzielt werden können.

Die Frage nach einer optimalen Intensitätssteuerung bzw. Methodik im Krafttraining wird auch zukünftig weitergeführt werden und bietet nach wie vor viele Möglichkeiten

und offene Fragestellungen für weitere Studien. Speziell im Kontext der Feldtestforschung im Setting „Fitness-Studio“ besteht der Bedarf nach weiteren empirischen Untersuchungen zum Krafttraining.

8.2.2 Resümee zum Fitness-Krafttraining – Konflikt zwischen Kundeninteressen und ökonomischen Prämissen kommerzieller Fitness-Anbieter

Die Diskussion bzw. die Fragestellung nach dem optimalen Ansatz zur Intensitätssteuerung oder zur optimalen Krafttrainingsmethodik scheint für das Fitness-Krafttraining nicht endgültig geklärt zu sein. Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass gängige Ansätze zur Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining zwar signifikante Kraftsteigerungen bei Breiten- und Freizeitsportlern generieren können, diese Effekte unter Berücksichtigung der praktischen Relevanz jedoch nur gering ausfallen. Somit bestätigt die vorliegende Arbeit die These, dass im fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining mit deutlich zu geringen und somit suboptimalen Intensitäten trainiert wird.

Schmidtbleicher (1997, S. 26) sieht im Kontext des Fitness-Trainings einen Konflikt zwischen Kundeninteressen und ökonomischen Interessen der kommerziell-orientierten Fitness-Anbieter: Die Sporttreibenden erwarten eine möglichst hohe Effektivität und Effizienz⁵ des Trainings, in Abhängigkeit von der individuellen Zielsetzung. Die kommerziellen Fitness-Anbieter streben eine hohe Auslastung der räumlichen, zeitlichen und personellen Ressourcen an, um die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens zu sichern.

Ungeachtet von ökonomischen Prämissen stellt sportliches Training aus trainingswissenschaftlicher Sicht einen zielorientierten Handlungsprozess dar (Hohmann et al., 2002, S. 15). Im Kontext der Trainingssteuerung leiten sich alle Maßnahmen der Trainingsplanung sowie der Trainingsdurchführung aus den a priori definierten Trainingszielen ab (Martin et al., 1993, S. 17). Ein Kernbestandteil der Trainingssteuerung stellt zudem die Trainingskontrolle dar, d. h. die Überprüfung der Zielerreichung (Olivier et al., 2008, S. 64). Diese Anforderungen an den Prozess der Trainingssteuerung gelten dabei nicht ausschließlich für das leistungsorientierte

⁵ Nach Fröhlich, Emrich und Büsch (2007, S. 270) wird „Effektivität“ definiert als das Verhältnis von erreichtem zu definiertem Ziel, d. h. der Grad der Zielerreichung bzw. der Wirksamkeit einer Handlung. Unter „Effizienz“ definieren die Autoren das Verhältnis von investierter Leistung zu anfallenden Kosten und/oder anderen Nachteilen oder entgangenen Alternativen (Opportunitäten).

Training, sondern haben auch für das fitness- und gesundheitsorientierte Krafttraining bei kommerziellen Fitness-Anbietern ihre Gültigkeit.

Der Arbeitgeberverband deutscher Fitness- und Gesundheitsanlagen (DSSV, 2013, S. 42-43) veröffentlichte in einer aktuellen Erhebung zu den Eckdaten der deutschen Fitness-Wirtschaft Daten zu Trainingszielen der Sporttreibenden sowie zur subjektiven Beurteilung der Zielerreichung. Insgesamt wurden Fitness-Sportler in 1.674 Fitness-Studios befragt. Die vier meist genannten Trainingsziele waren „Fitnesssteigerung/-erhalt“ (65,2 %), „Abnehmen“ (20,2 %), „Gesundheit fördern“ (17,0 %) sowie „Krafttraining/Muskelaufbau“ (16,3 %). Auf die Frage nach der Zufriedenheit mit der Zielerreichung gaben 68,0 % der Befragten „gut“, 18,5 % „sehr gut“, 12,0 % „eher schlecht“ und 1,5 % „schlecht“ als subjektive Bewertung an. Diese Einschätzungen zum subjektiv wahrgenommenen Grad der Zielerreichung erlauben jedoch keine eindeutigen Rückschlüsse auf eine hinreichende Operationalisierung der Trainingsziele oder auf eine Zielorientierung der Trainingsplanung sowie auf eine Kontrolle der Zielerreichung. Insgesamt muss aufgrund der primär ökonomischen Prämissen kritisch hinterfragt werden, ob im kommerziell-orientierten Fitness-Training alle Maßnahmen der Trainingssteuerung konsequent umgesetzt werden. Es fehlt letztendlich an eindeutigen Belegen für eine stringente Trainingsevaluation bei kommerziellen Fitness-Anbietern.

In Anbetracht der hohen Relevanz der präventiven sowie ästhetischen Ziele der Freizeit- und Breitensportler (DSSV, 2013, S. 42), die weitgehend aus strukturellen Adaptationen der Skelettmuskulatur resultieren, muss unter Berücksichtigung der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit geschlossen werden, dass die hier analysierten fitness- und gesundheitsorientierten Krafttrainingsmethoden kein zielorientiertes Krafttraining ermöglichen. Dennoch werden die vermeintlich gesundheitsfördernden Effekte dieser Krafttrainingsmethoden in der populärwissenschaftlichen Literatur (z. B. Barteck, 1998, S. 32-33; Boeckh-Behrens & Buskies, 2002, S. 48-55; Trunz et al., 2002, S. 128-130) sowie in den Werbemedien kommerzieller Fitness-Anbieter propagiert.

Im Kontext des Fitness-Krafttrainings zeigt sich ein weiterer Konflikt zwischen Kundeninteressen und ökonomischen Interessen der kommerziell-orientierten Fitness-Anbieter. Nach Fröhlich (2010, S. 50) bestimmen zunehmend ökonomische Prämissen trainingswissenschaftliche Handlungsanweisungen. Diese ökonomischen Überlegungen sind auch auf die Umsetzungsmodalitäten der Handlungsanweisungen

durch die Sportler übertragbar. Es muss davon ausgegangen werden, dass Freizeit- und Breitensportler aufgrund der knappen Zeitressourcen⁶ Kosten und Nutzen des individuellen Handelns gegeneinander abwägen und letztendlich ihr Handeln an der Maximierung des subjektiv wahrgenommenen Nutzens ausrichten. Der Breiten- und Freizeitsportler wird ein Fitness-Krafttraining nur dann langfristig ausüben, wenn nach einer Kosten-Nutzen-Abwägung der subjektiv wahrgenommene Nutzen des Fitness-Krafttrainings gegenüber den Opportunitätskosten überwiegt.

Auf der einen Seite erhoffen sich kommerzielle Fitness-Anbieter von einem sanften Krafttraining aus ökonomischer Sicht eine Reduzierung der Drop-out-Quote, da die Sportler weder konditionell noch motivational überfordert werden sollen. Bei Trainingsbeginnern mag diese Überlegung auch durchaus nachvollziehbar sein; die Studienlage zeigt, dass krafttrainingsunerfahrene Sportler auch mit geringerem Trainingsaufwand höhere Krafttrainingseffekte erzielen können als krafttrainingserfahrene Sportler (Fröhlich et al., 2012, S. 16). Auf der anderen Seite muss man aber unter Berücksichtigung trainingswissenschaftlicher Überlegungen davon ausgehen, dass mit zunehmendem Trainingsalter die anvisierten Krafttrainingseffekte ausbleiben, da mit einem sanften Krafttraining eventuell keine trainingswirksamen Reize gesetzt werden.

Die in vielen Fitness-Studios kursierende Befürchtung, Kunden durch ein intensives Krafttraining zu verlieren oder gar gesundheitliche Probleme zu verursachen, erscheint irrational und kann nicht anhand belastbarer Daten belegt werden. Gegenteilig darf sogar angenommen werden, dass auch Breiten- und Freizeitsportler in der Lage sind, im Sinne des Rational-Choice-Ansatzes diejenige Handlungsalternative rational auszuwählen, bei der das subjektive Produkt aus dem Nutzwert und der Eintrittswahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses am größten ist (Fröhlich, Emrich & Büsch, 2007, S. 298).

Dieser These liegt die Annahme zugrunde, dass ein intensives Krafttraining in Puncto Effektivität sowie Effizienz einem sanften Krafttraining überlegen ist. Direkte Vergleiche der Trainingseffekte eines deutlich submaximalen bzw. sanften Krafttrainings mit einem hoch intensiven bzw. ausbelastenden Krafttraining bestätigen diese These (z. B. Buskies, 1999, S. 317-318; 2001, S. 48-51). Die Ergebnisse der vorliegenden

⁶ Laut aktuellen Eckdaten der deutschen Fitness-Wirtschaft (DSSV, 2013, S. 48) stellt „Zeitmangel“ mit 39,0 % den häufigsten Kündigungsgrund in deutschen Fitness-Studios dar. Dieser angebliche Zeitmangel bedeutet jedoch nichts anderes, als eine Abwägung der Wichtigkeit bzw. Sinnhaftigkeit des Trainings mit anderen Handlungsalternativen.

Untersuchung bekräftigen zudem die These, dass durch deutlich submaximale Trainingsintensitäten strukturelle Anpassungen im Sinne von Hypertrophieeffekten höchstwahrscheinlich nur in sehr geringem Umfang oder unter Umständen sogar gar nicht ausgelöst werden.

Der Breiten- und Freizeitsportler steht folglich vor der Alternative, ein für ihn zielführendes, da effektives und effizientes, im Umkehrschluss aber intensives und somit motivational und volitiv forderndes Krafttraining zu betreiben oder ein weniger effektives und mit höheren Opportunitätskosten verbundenes, dafür aber sanftes Krafttraining auszuführen. Bezugnehmend auf die Rational-Choice-Theorie müsste angenommen werden, dass sich der rational denkende Sportler für die für ihn effektivere und effizientere Form des Krafttrainings, folglich das intensive Krafttraining entscheiden wird. Meistens verfügen die potenziellen Kunden für ein Fitness-Krafttraining jedoch nicht über vollkommene Informationen, um ihre Entscheidung anhand objektiver Kriterien treffen zu können. In diesem Fall bedeutet Rationalität eher, dass der potenzielle Kunde aus einer gegebenen Menge möglicher Handlungsalternativen diejenige realisiert, die gemäß seinen Zielen die für ihn subjektiv wahrgenommene beste Wahl darstellt. Der Kunde maximiert seine Zielfunktion unter den gegebenen Restriktionen (Breyer, 2008, S. 2). Aufgrund falscher oder unvollständiger Informationen besteht jedoch die Gefahr der scheinrationalen Auswahl einer Handlungsalternative.

In der Außendarstellung suggeriert die kommerziell-orientierte Fitness-Branche dem potenziellen Kunden über das Mythos der empirischen Gültigkeit (Emrich & Thieme, 2012, S. 246), dass ein sanftes und nur minimal anstrengendes Krafttraining genauso effektiv sein kann wie ein hoch intensives und dementsprechend sehr anstrengendes Krafttraining.⁷ In populärwissenschaftlichen Publikationen oder auch Werbemedien kommerzieller Fitness-Anbieter erfreut sich z. B. der Begriff des „gelenkschonenden“ oder „rückenschonenden Krafttrainings“ großer Beliebtheit. Dem potenziellen Kunden wird über diese konstruierten Begriffe suggeriert, wie sanft, schonend und somit (scheinrational) medizinisch wertvoll das Fitness-Krafttraining gestaltet sein soll. Die Begriffskonstruktion „gelenkschonendes“ bzw. „rückenschonendes Krafttraining“ stellt an sich jedoch bereits ein Oxymoron dar. Sportliches Training

⁷ In der Tat gilt es als empirisch gesichert, dass auch durch ein sanftes Krafttraining signifikante Trainingseffekte erzielt werden können (z. B. Buskies, 1999; Strack & Eifler, 2005). Die vorliegende Untersuchung hat jedoch über die Analyse der Effektstärken gezeigt, dass diese Trainingseffekte bei kritischer Betrachtung der Ergebnisse nur von unbedeutender praktischer Relevanz sind.

respektive Krafttraining generiert Belastungen für die beteiligten arthromuskulären Strukturen, niemals eine Schonung. Auch Freese (2006, S. 12) kritisiert die in der Praxis des Krafttrainings außerhalb des Leistungssports oftmals zu beobachtende allzu vorsichtige Belastungsgestaltung.

Dabei ist das Postulat nach einem sanften, schonenden und somit motivational und volitiv nur gering fordernden Krafttraining nur ein ausgewähltes Beispiel für scheinrationale Trainingsempfehlungen im kommerziell-orientierten Fitness-Krafttraining. Als weiterer typischer Mythos seien hier die Aussagen hinsichtlich der generellen Überlegenheit eines Einsatz-Trainings, wie sie bei einigen kommerziellen Fitness-Anbietern propagiert werden, genannt.⁸ In diesem Kontext stellt sich die Frage, ob die Empfehlungen zu einem generellen Einsatz-Training bei kommerziellen Fitness-Anbietern auf trainingswissenschaftlichen oder eher ökonomischen Überlegungen (Steuerung der Studioauslastung) beruhen.

Die bewusste Aufrechterhaltung trainingswissenschaftlicher Mythen zur Kundenaquise im kommerziellen Fitness-Krafttraining kann jedoch nicht verhindern, dass im langfristigen Trainingsprozess der Sportler an seiner individuellen Zielerreichung aufgrund suboptimaler Trainingsempfehlungen höchstwahrscheinlich scheitern wird. Was mit einem suboptimalen Fitness-Krafttraining, fernab der empirisch gesicherten trainingswissenschaftlichen Empfehlungen, kurz- bis mittelfristig vermieden werden soll (Drop-out), stellt sich im langfristigen Prozess ein: Die Sportler erreichen ihre Ziele nicht und stellen das Krafttraining wieder ein.

Folglich muss auch aus ökonomischer Sicht die scheinrationale Aufrechterhaltung von Trainingsmythen zur kurzfristigen Kundenbindung in Frage gestellt werden. Eine stringenter Orientierung an empirisch gesicherten Handlungsempfehlungen für das Training (und daraus resultierend eine höhere Effektivität und Effizienz des Trainings) könnte letztendlich eine zielführende Strategie zur langfristigen Kundenbindung in kommerziellen Fitness-Anlagen darstellen. Gestaltet sich das Krafttraining in der Wahrnehmung des Sportlers als effektiv und effizient, so wird die subjektiv wahrgenommene Relation zwischen investierter Leistung und Opportunitätskosten zu-

⁸ Die Darstellungen in Kapitel 2.3.3 zeigen, dass es durchaus Studien gibt, die von höheren Krafttrainingseffekten durch ein Einsatz-Training berichten (z. B. Gießing, 2005b). Hier wurde allerdings ein Einsatz-Training bis zur Muskelererschöpfung evaluiert, also keineswegs ein sanftes Krafttraining. Generell muss aber bei einer metaanalytischen Betrachtung der Fragestellung (z. B. Fröhlich et al., 2010; Rhea et al., 2003; Wolfe et al., 2004) konstatiert werden, dass bei fortgeschrittenen Kraftsportlern ein Mehrsatz-Training dem Einsatz-Training überlegen ist.

nehmend positiver im Sinne einer stärkeren Bewertung der Sinnhaftigkeit bzw. Wichtigkeit des Fitness-Krafttrainings ausfallen.

Abschließend kann resümiert werden, dass es für die Effektivität und Effizienz des Fitness-Krafttrainings weniger ausschlaggebend ist, welche Trainingsmethode zur Anwendung kommt. Vielmehr wird es entscheidend sein, inwiefern die Belastungsgestaltung und insbesondere die Intensitätssteuerung auf evidenzbasierten trainingswissenschaftlichen Handlungsempfehlungen beruhen. Diesbezüglich sieht der Autor der vorliegenden Arbeit im Hinblick auf die untersuchten Trainingsmethoden aus dem Fitness-Krafttraining deutliche Defizite. Aus diesen Defiziten lässt sich ein dringender Handlungsbedarf für das fitness- und gesundheitsorientierte Krafttraining ableiten, wenn dieses sowohl für die sporttreibenden Kunden als auch für die kommerziell-orientierten Fitness-Unternehmen einen quantifizierbaren Nutzen bringen soll.

Literaturverzeichnis

- Aagaard, P. & Andersen, J. L. (2010). Effects of strength training on endurance capacity in top-level endurance athletes. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20 (2), 39-47.
- Abad, C. C., Prado, M. L., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V. & Barroso, R. (2011). Combination of general and specific warm-ups improves leg-press one repetition maximum compared with specific warm-up in trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (8), 2242-2245.
- Abe, T., DeHoyos, D. V., Pollock, M. L. & Garzarella, L. (2000). Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 81 (3), 174-180.
- Ades, P. A., Savage, P. D., Cress, M. E., Brochu, M., Lee, N. M. & Poehlman, E. T. (2003). Resistance training on physical performance in disabled older female cardiac patients. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35 (8), 1265-1270.
- Ahtiainen, J. (2006). *Neuromuscular, hormonal and molecular responses to heavy resistance training in strength trained men*. Academic dissertation. Faculty of sports and health sciences of the university of Jyväskylä.
- Alberti, G., Cavaggioni, L., Silvaggi, N., Caumo, A. & Garufi, M. (2013). Resistance training with blood flow restriction using the modulation of the muscle's contraction velocity. *Strength and Conditioning Journal*, 35 (1), 42-47.
- Almstedt, H. C., Canepa, J. A., Ramirez, D. A. & Shoepe, T. C. (2011). Changes in bone mineral density in response to 24 weeks of resistance training in college-age men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (4), 1098-1103.
- Alter, M. J. (2004). *Science of flexibility* (3. ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Andersen, J. L. & Aagaard, P. (2010). Effects of strength training on muscle fiber types and size; consequences for athletes training for high-intensity sport. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20 (2), 32-38.
- Baechle, T. R., Earle, R. W. & Wathen, D. (2008). Resistance training. In T. R. Baechle & R. W. Earle (eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (3. ed.) (pp. 381-412). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Baker, D., Wilson, G. & Carlyon, R. (1994a). Periodization: The effect on strength of manipulating volume and intensity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8 (4), 235-242.
- Baker, D., Wilson, G. & Carlyon, R. (1994b). Generality versus specificity: A comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed strength. *European Journal of Applied Physiology*, 68 (4), 350-355.
- Bale, P., Colley, E., Mayhew, J. L., Piper, F. C. & Ware, J. S. (1994). Anthropometric and somatotype variables related to strength in american football players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34 (4), 383-389.

- Ball, T. E., Mayhew, J. L. & Bowen, J. C. (1995). Parallel dips as a predictor of 1-RM bench press strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9 (3), 206.
- Ballor, D. L., Katch, V. L., Becque M. D. & Marks, C. R. (1988). resistance weight training during caloric restriction enhances lean body weight maintenance. *American Journal of Clinical Nutrition*, 47 (1), 19-25.
- Barteck, O. (1998). *Fitness Manual*. Köln: Könenmann.
- Bartholomew, J. B., Stults-Kolehmainen, M. A., Elrod, C. C. & Todd, J. S. (2008). Strength gains after resistance training: the effect of stressful, negative life events. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (4), 1215-1221.
- Bautmans, I., Njemini, R., Vassens, S., Chabert, H., Moens, L., Demanet, C. & Mets, T. (2005). Biochemical changes in response to intensive resistance exercise training in the elderly. *Gerontology*, 51 (4), 253-265.
- Bea, J. W., Cussler, E. C., Going, S. B., Blew, R. M., Metcalfe, L. L. & Lohman, T. G. (2010). Resistance training predicts 6-yr body composition change in postmenopausal women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42 (7), 1286-1295.
- Bellezza, P. A., Hall, E. E., Miller, P. C. & Bixby, W. R. (2009). The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (1), 203-208.
- Benton, M. J., Kasper, M. J., Raab, S. A., Waggener, G. T. & Swan, P. D. (2011). Short-term effects of resistance training frequency on body composition and strength in middle-aged women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (11), 3142-3149.
- Berger, R. A. (1967). Determination of a method to predict 1-RM chin and dip from repetitive chins and dips. *Research quarterly for Exercise and Sports*, 38 (3), 330-335.
- Bishop, P. A., Jones, E. & Woods, A. K. (2008). Recovery from resistance training: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (3), 1015-1024.
- Bodine, S. C., Stitt, T. N., Gonzales, M., Kline, W. O., Stover, G. L., Bauerlein, R., Zlotchenko, E., Scrimgeour, A., Lawrence, J. C., Glass, D. J. & Yancopoulos, G. D. (2001). Akt/mTOR pathway is a crucial regulator of skeletal muscle hypertrophy and can prevent muscle atrophy in vivo. *Nature Cell Biology*, 3 (11), 1014-1019.
- Boeckh-Behrens, W.-U. & Buskies, W. (2002). *Fitness-Krafttraining. Die besten Übungen und Methoden für Sport und Gesundheit* (6. Aufl.). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Bompa, T. O. & Carrera, M. C. (2005). *Periodization training for sports. Science-based strength and conditioning plans for 20 sports* (2. ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bös, K., Hänsel, F. & Schott, N. (2004). *Empirische Untersuchungen in der Sportwissenschaft. Planung – Auswertung – Statistik* (2. Aufl.). Hamburg. Czwalina.
- Borg, G. (2004). Anstrengungsempfinden und körperliche Aktivität. *Deutsches Ärzteblatt*, 101 (15), A1016-1021.

- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler* (5. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (1995). *Forschungsmethoden und Evaluation* (2. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation* (4. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bortz, J., Lienert, G. A. & Boehnke, K. (2000). *Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik* (2. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bottaro, M., Machado, S. N., Nogueira, W., Scales, R. & Veloso, J. (2006). Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *European Journal of Applied Physiology*, 99 (3), 257-264.
- Braith, R. W. & Stewart, K. J. (2006). Resistance exercise training: Its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation*, 113 (6), 2642-2650.
- Brechue, W. F. & Mayhew, J. L. (2009). Upper-body work capacity and 1-RM prediction are unaltered by increasing muscular strength in college football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (9), 2477-2486.
- Bredenkamp, A. & Hamm, M. (2000). *Trainieren im Sportstudio*. Bünde: Fitness Con-tur.
- Brennecke, A., Guimaraes, T. M., Leone, R., Cadarci, M., Mochizuki, L., Simão, R., Amadio, A. C. & Serrao, J. C. (2009). Neuromuscular activity during bench press exercise performed with and without the preexhaustion method. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (7), 1933-1940.
- Breyer, F. (2008). *Mikroökonomik. Eine Einführung* (4. Aufl.). Berlin: Springer.
- Brito, A. F., Alves, N. F. B., Araújo, A. S., Gonçalves, M. C. R. & Silva, A. S. (2011). Active intervals between sets of resistance exercises potentiate the magnitude of postexercise hypotension in elderly hypertensive women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (11), 3129-3136.
- Brooks, N., Layne, J. E., Gordon, P. L., Roubenoff, R., Nelson, M. E. & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in hispanic older adults with type 2 diabetes. *International Journal of Medical Sciences*, 4 (1), 19-27.
- Brunsgaard, H., Bjerregaard, E., Schroll, M. & Pedersen, B. K. (2004). Muscle strength after resistance training is inversely correlated with baseline levels of soluble tumor necrosis factor receptors in the oldest old. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52 (2), 237-241.
- Bryner, R. W., Ullrich, I. H., Sauers, J., Donley, D., Hornsby, G., Kolar, M. & Yeater, R. (1999). Effects of resistance vs. aerobic training combined with an 800 calorie liquid diet on lean body mass and resting metabolic rate. *American Journal of Clinical Nutrition*, 18 (2), 115-121.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing – predicting an one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64 (1), 88-90.

- Buford, T. W., Rossi, S. J., Smith, D. B., Douglas, B. & Warren, A. J. (2007). A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1245-1250.
- Bührlé, M. (1985). *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*. Schorndorf: Hofmann.
- Buresh, R., Berg, K. & French, J. (2009): The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength, and hypertrophy with training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (1), 62-71.
- Burgomaster, K. A., Moore, D. R., Schofield, L. M., Phillips, S. M., Sale, D. G., & Gibala, M. J. (2003). Resistance training with vascular occlusion: metabolic adaptations in human muscle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35 (7), 1203-1208.
- Buskies, W. (1999). Sanftes Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden versus Training bis zur muskulären Ausbelastung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (10), 316-320.
- Buskies, W. (2001). Zur Bedeutung des sanften Krafttrainings nach dem subjektiven Belastungsempfinden. *Sportwissenschaft*, 31 (1), 45-60.
- Buskies, W. & Boeckh-Behrens, W.-U. (1999). Probleme bei der Steuerung der Trainingsintensität im Krafttraining auf der Basis des Maximalkrafttests. *Leistungssport*, 29 (3), 4-8.
- Buskies, W. & Boeckh-Behrens, W.-U. (2009). *Fitness-Gesundheits-Training*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Buskies, W., Boeckh-Behrens, W.-U. & Zieschang, K. (1996). Möglichkeiten der Intensitätssteuerung im gesundheitsorientierten Krafttraining. *Sportwissenschaft*, 26 (2), 170-183.
- Cakir-Atabek, H., Demir, S., Pinarbasili, R. D & Gündüz, N. (2010). Effects of different resistance training intensity on indices of oxidative stress. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (9), 2491-2497.
- Campos, G. E., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., Ragg, K. E., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J. & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimes: Specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88 (1-2), 50-60.
- Candow, D. G. & Burke, D. G. (2007). Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (1), 204-207.
- Candow, D. G., Chilibeck, P. D, Abeysekara, S. & Zello, G. A. (2011). Short-term heavy resistance training eliminates age-related deficits in muscle mass and strength in healthy older males. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (2), 326-333.
- Chandler, T. G., Ware, J. S. & Mayhew, J. L. (2001). Relationship of lat-pull repetitions and pull-ups to 1-RM lat-pull strength in male athletes. *Journal of Human Movement Studies*, 41 (1), 25-37.

- Chandler, T. G., West, S. C., Larkin, R. B., Crady, B. J. & Mayhew, J. L. (1995). Relationship of pull-up and lat-pull performances to 1-RM lat-pull strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9 (3), 205.
- Church, T. S., Blair, S. N., Cocreham, S., Johannsen, N., Johnson, W., Kramer, K., Mikus, C. R., Myers, V., Nauta, M., Rodarte, R. Q., Sparks, L., Thompson, A. & Earnest, C. P. (2010). Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A_{1c} levels in patients with type 2 diabetes. *Journal of the American Medical Association*, 24 (20), 2253-2262.
- Coffey, V. G. & Hawley, J. A. (2007). The molecular bases of training adaptation. *Sports Medicine*, 37 (9), 737-763.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Conzelmann, A. (1997). *Entwicklung konditioneller Fähigkeiten im Erwachsenenalter*. Schorndorf: Hofmann.
- Cormie, P., McBride, J. M. & McCaulley, G. O. (2007). The influence of body mass on calculation of power during lower-body resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1042-1049.
- Craig, B. W. & Judge, L. W. (2009). The basics of resistance training program design: Where do i start! *Strength and Conditioning Journal*, 31 (6), 75-77.
- Cummings, B. & Finn, K. J. (1998). Estimation of a one repetition maximum bench press for untrained women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12 (4), 262-265.
- DaSilva, R. L., Brentano, M. A. & Krueel, L. F. M. (2010). Effects of different strength training methods on postexercise energetic expenditure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (8), 2255-2260.
- Day, M. L., McGuigan, M. R., Brice, G. & Foster, C. (2004). Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (2), 353-358.
- Dean, J. A., Foster, C. & Thompson, N. N. (1987). A simplified method of assessing muscular strength. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19 (2), S63.
- DeLorme, T. L. (1945). Restoration of muscle power by heavy-resistance exercises. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 27 (4), 645-667.
- DeLorme, T. L. & Watkins, A. L. (1948). Technics of progressive resistance exercise. *Archives of Physical Medicine*, 29 (5), 263-273.
- Denner, A. (1998). *Analyse und Training der rumpfstabilisierenden Muskulatur*. Berlin: Springer.
- DeSalles, B. F., Simão, R., Miranda, F., Novaes, J. D., Lemos, A. & Willardson, J. M. (2009). Rest interval between sets in strength training. *Sports Medicine*, 39 (9), 765-777.
- DeSouza Jr, T. P., Fleck, S. J., Simão, R., Dubas, J. P., Pereira, B., De Brito Pacheco, E. M., Da Silva, A. C. & De Oliveira, P. R. (2010). Comparison between constant and decreasing rest intervals: Influence on maximal strength and hypertrophy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (7), 1843-1850.

- Donges, C. E., Duffield, R. & Drinkwater, E. J. (2010). Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42 (2), 304-313.
- Drinkwater, E. J., Lawton, T. W., McKenna, M. J., Lindsell, R. P., Hunt, P. H. & Pyne, D. B. (2007). Increased number of forced repetitions does not enhance strength development with resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (3), 841-847.
- DSSV Arbeitgeberverband deutscher Fitness- und Gesundheitsanlagen (2013). *Eckdaten 2013 der deutschen Fitness-Wirtschaft*. Hamburg: DSSV.
- Dunstan, D. W., Daly, R. M., Owen, N., Jolley, D., DeCourten, M., Shaw, J. & Zimmet, P. (2002). High-intensity resistance training improves glycemic control in older patient with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 25 (10), 1729-1736.
- DuPrel, J.-B., Röhrig, B., Hommel, G. & Blettner, M. (2010). Auswahl statistischer Testverfahren. *Deutsches Ärzteblatt*, 107 (19), 343-348.
- Ebben, W. P., Feldmann, C. R., Dayne, A., Mitsche, D., Chmielewski, L. M., Alexander, P. & Knetzger, K. J. (2008). Using squat testing to predict training loads for the deadlift, lunge, step-up, and leg extension exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (6), 1947-1949.
- Eichmann, B., Adami, R. & Gießing, J. (2008). Repetition speed and time under tension (TUT) in single-set vs. multiple-set training programs. In J. Gießing, M. Fröhlich & R. Rößler (eds.), *Current results of strength training research (vol. 3). Various aspects on fitness performance* (pp. 57-65). Göttingen: Cuvillier.
- Emrich, E. & Thieme, L. (2012). Überlegungen zur Schließung von Wissensmärkten am Beispiel angewandter Sportwissenschaft. In S. Körner & P. Frei (Hrsg.), *Die Möglichkeiten des Sports. Kontingenz im Brennpunkt sportwissenschaftlicher Analysen* (S. 219-253). Bielefeld: transcript.
- Epley, B. (1985). *Poundage chart. Boyd Epley workout*. Lincoln, NE: University of Nebraska Press.
- Evangelista, R., Pereira, R., Hackney, A. C. & Machado, M. (2011). Rest interval between resistance exercise sets: length affects volume but not creatine kinase activity or muscle soreness. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6 (1), 118-127.
- Farinatti, P. T. V., DaSilva, N. S. L. & Monteiro, W. D. (2013). Influence of exercise order on the number of repetitions, oxygen uptake, and rate of perceived exertion during strength training in younger and older women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (3), 776-785.
- Farinatti, P. T. V., Simão, R., Monteiro, W. D. & Fleck, S. J. (2009). Influence of exercise order on oxygen uptake during strength training in young women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (3), 1037-1044.
- Feiereisen, P., DeLaGardelle, C., Vaillant, M., Lasar, Y. & Beissel, J. (2007). Is strength training the more efficient training modality in chronic heart failure? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39 (11), 1910-1917.
- Fiatarone, M. A., Marks, E. C., Ryan, N. D., Meredith, C. N., Lipsitz, L. A. & Evans, W. J. (1990). High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *Journal of the American Medical Association*, 263 (22), 3029-3034.

- Fielding, R. A., LeBrasseur, N. K., Cuoco, A., Bean, J., Mizer, K. & Fiatarone Singh, M. A. (2002). High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older woman. *Journal of the American Geriatrics Society*, (50) 4, 655-662.
- Fisher, M. M. (2001). The effect of resistance exercise on recovery blood pressure in normotensive and borderline hypertensive women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (2), 210-216.
- Fleck, S. J. & Kraemer, W. J. (2004). *Designing resistance training programs* (3. ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Focht, B. C. (2007). Perceived exertion and training load during self-selected and imposed-intensity resistance exercise in untrained women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (1), 183-187.
- Focht, B. C. & Arent, S. M. (2008). Psychological responses to acute resistance exercise: current status, contemporary considerations, and future research directions. In J. Gießing & M. Fröhlich (eds.), *Current results of strength training research (vol. 2). A multi-perspective approach* (pp. 89-103). Göttingen: Cuvillier.
- Fradkin, A. j., Zazryn, T. R. & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (1), 140-148.
- Freese, J. (2006). *Medizinische Fitness* (3. Aufl.). Köln: Deutscher Trainer-Verlag.
- Friedmann, B. (2007). Neuere Entwicklungen im Krafttraining. Muskuläre Anpassungen bei verschiedenen Krafttrainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58 (1), 12-18.
- Fröhlich, M. (2003). *Kraftausdauertraining. Eine empirische Studie zur Methodik*. Göttingen: Cuvillier.
- Fröhlich, M. (2006). Zur Effizienz des Einsatz- vs. Mehrsatz-Trainings. Eine metaanalytische Betrachtung. *Sportwissenschaft*, 36 (3), 269-290.
- Fröhlich, M. (2010). *Ökonomische Überlegungen zum sportlichen Training unter besonderer Berücksichtigung der Krafttrainingsforschung*. Kumulative Habilitationsschrift. Philosophische Fakultät (Empirische Sozialforschung) der Universität des Saarlandes. Saarbrücken.
- Fröhlich, M. (2012). Überlegungen zur Trainingswissenschaft. Ein Diskussionsbeitrag. *Sportwissenschaft*, 42 (2), 96-104.
- Fröhlich, M., Emrich, E. & Büsch, M.-P. (2007). Grenzerträge auch im Sport! Erste Überlegungen zur ökonomischen Betrachtung trainingswissenschaftlicher Probleme. Ein Beitrag zu einer Ökonomie der Trainingswissenschaft. *Sportwissenschaft*, 37 (3), 296-311.
- Fröhlich, M., Emrich, E. & Schmidtbleicher, D. (2010). Outcome effects of single-set versus multiple-set training. An advanced replication study. *Research in Sports Medicine*, 18 (3), 157-175.
- Fröhlich, M. & Gießing, J. (2006). Nachermüdung als trainingsmethodische Alternative im Krafttraining. *Leistungssport*, 36 (2), 39-44.
- Fröhlich, M. & Gießing, J. (2008). The effectiveness of single-set vs. multiple-set training – A meta-analytical consideration. In J. Gießing & M. Fröhlich (eds.), *Cur-*

- rent results of strength training research (vol. 2). A multi-perspective approach (pp. 9-33). Göttingen: Couvillier.
- Fröhlich, M., Gießing, J., Schmidtbleicher, D. & Emrich, E. (2007). Intensitätstechnik Vor- und Nachermüdung im Muskelaufbautraining. Ein explorativer Methodenvergleich. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58 (1), 25-30.
- Fröhlich, M., Klein, M. Emrich, E. & Schmidtbleicher, D. (2001). Arbeit als physikalisches Bruttokriterium der Belastung im Hypertrophietraining. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (7-8), S85.
- Fröhlich, M., Links, L. & Pieter, A. (2012). Effekte des Krafttrainings. Eine metaanalytische Betrachtung. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 60 (1), 14-20.
- Fröhlich, M., Müller, T., Schmidtbleicher, D. & Emrich, E. (2009). Outcome-Effekte verschiedener Periodisierungsmodelle im Krafttraining. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 60 (10), 307-314.
- Fröhlich, M. & Pieter, A. (2009). Cohen's Effektstärken als Mass der Bewertung von praktischer Relevanz. Implikationen für die Praxis. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 57 (4), 139-142.
- Fröhlich, M. & Schmidtbleicher, D. (2003). Belastungsintensität und Wiederholungszahl in Abhängigkeit von der Trainingsspezifität im Krafttraining. In G.-P. Brüggemann & G. Norey-Klapsing (Hrsg.), *Biologische Systeme, Mechanische Eigenschaften und ihre Adaptation bei körperlicher Belastung* (S. 54-58). Hamburg: Czwalina.
- Fröhlich, M. & Schmidtbleicher, D. (2008). Trainingshäufigkeit im Krafttraining. Ein metaanalytischer Zugang. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 59 (2), 4-12.
- Fröhlich, M., Schmidtbleicher, D. & Emrich, E. (2002a). Belastungssteuerung im Muskelaufbautraining. Belastungsnormativ Intensität versus Wiederholungszahl. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (3), 79-83.
- Fröhlich, M., Schmidtbleicher, D. & Emrich, E. (2002b). Intensität und Wiederholungszahl als Steuerungsparameter im Krafttraining. State of the art. *Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 54 (5), 745-750.
- Fröhlich, M., Schmidtbleicher, D. & Emrich, E. (2004). Metabolische und kardiovaskuläre Beanspruchung im Kraftausdauertraining. *Sportverletzung, Sportschaden*, 18 (3), 136-141.
- Fröhlich, M. Schmidtbleicher, D. & Emrich, E. (2005a). „Systemtheoretische“ Betrachtung von Belastung, Beanspruchung und Trainingsanamnese mittels multipler Regressionsanalyse und deren Erklärungswert. In H. Gabler, U. Göhner & F. Schiebl (Hrsg.), *Zur Vernetzung von Forschung und Lehre in Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft* (S. 262-266). Hamburg: Czwalina.
- Fröhlich, M., Schmidtbleicher, D. & Emrich, E. (2005b). The accuracy of prediction equations for estimating 1-RM performance. In J. Gießing, M. Fröhlich, P. Preuss (eds.), *Current results of strength training research* (pp. 35-44). Göttingen: Couvillier.
- Fröhlich, M., Schmidtbleicher, D. & Emrich, E. (2007a). Trainingsempfehlungen ökonomisch betrachtet. Exemplarisch dargestellt anhand der Trainingshäufigkeit im

- Krafttraining. In J. Backhaus, F. Borkenhagen & J. Funke-Wienecke (Hrsg.), *SportStadtKultur* (S. 93). Hamburg: Czwalina.
- Fröhlich, M. Schmidtbleicher, D. & Emrich, E. (2007b). Vergleich zwischen zwei und drei Krafttrainingseinheiten pro Woche. Ein metaanalytischer Zugang. *Spectrum der Sportwissenschaften*, 19 (2), 6-21.
- Gale, C. R., Martyn, C. N., Cooper, C. & Sayer, A. A. (2007). Grip strength, body composition, and mortality. *International Journal of Epidemiology*, 36 (1), 228-235.
- Galvão, D. A. & Taaffe, D. R. (2004). Single- vs. multiple-set resistance training: recent developments in the controversy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (3), 660-667.
- Garhammer, J. & Takano, B. (1994). Training im Gewichtheben. In P. V. Komi, (Hrsg.), *Kraft und Schnelkraft im Sport* (S. 353-364). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Gearhart, R. F. Jr., Goss, F. L., Lagally, K. M., Jakicic, J. M., Gallagher, J., Gallagher, K. I. & Robertson, R. J. (2002). Ratings of perceived exertion in active muscle during high-intensity and low-intensity resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16 (1), 87-91.
- Gearhart, R. F. Jr., Goss, F. L., Lagally, K. M., Jakicic, J. M., Gallagher, J. & Robertson, R. J. (2001). Standardized scaling procedures for rating perceived exertion during resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (3), 320-325.
- Geliebter, A., Maker, M. M., Gerace, L., Gutin, B., Heymsfield, S. B. & Hashim, S. A. (1997). Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*, 66 (3), 557-563.
- Gentil, P. & Bottaro, M. (2010). Influence of supervision ratio on muscle adaptations to resistance training in nontrained subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (3), 639-643.
- Gentil, P., Bottaro, M., Oliveira, E., Veloso, J., Amorim, N., Saiuri, A. & Wagner, D. R. (2010). Chronic effects of different between-set rest durations on muscle strength in nonresistance trained young men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (1), 37-42.
- Gentil, P., Oliveira, E., DeAraújo Rocha Júnior, V., Carmo, J. D. & Bottaro, M. (2007). Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1082-1086.
- Ghena, D., Mayhew, J. L., Kurth, A. & Thompson, C. B. (1991). Prediction of isokinetic leg strength from anthropometric dimensions in male college athletes. *Isokinetics and Exercise Science*, 1 (4), 187-192.
- Gießing, J. (2005a). Intensive Nachermüdung als Maßnahme zur Optimierung der Ausbelastungsintensität beim Muskelaufbautraining. *Leistungssport*, 35 (2), 11-14.
- Gießing, J. (2005b). Intense single-set training for maximum muscular hypertrophy in bodybuilding. In J. Gießing, M. Fröhlich & P. Preuss (eds.), *Current results of strength training research* (pp. 103-113). Göttingen: Cuvillier.

- Gießing, J., Preuss, P. & Fröhlich, M. (2005). High-intensity post-exhaustion for maximizing training intensity in muscle hypertrophy training. In J. Gießing, M. Fröhlich & P. Preuss (eds.), *Current results of strength training research* (pp. 80-88). Göttingen: Cuvillier.
- Gießing, J., Preuss, P., Greiwing, A., Goebel, S., Müller, A., Schischek, A. & Stephan, A. (2005). Fundamental definitions of decisive training parameters of single-set training and multiple-set training for muscle hypertrophy. In J. Gießing, M. Fröhlich & P. Preuss (eds.), *Current results of strength training research* (pp. 9-23). Göttingen: Cuvillier.
- Glass, S. (2008). Effect of a learning trial on self-selected resistance training intensity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (3), 1025-1029.
- Glass, S. & Stanton, D. (2004). Self-selected resistance training intensity in novice weight lifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (2), 324-327.
- Glass, S. & Stanton, D. (2005). Self-selected resistance training intensity in novice weight lifters. In J. Gießing, M. Fröhlich & P. Preuss (eds.), *Current results of strength training research* (pp. 173-183). Göttingen: Cuvillier.
- Goebel, S. (2002). *Entwicklung, Überprüfung und Normierung eines Kraftmessverfahrens – Ein Beitrag zur Diagnose des Status und der Entwicklung der isometrischen Maximalkraft bei 50- bis 75-jährigen Frauen und Männern*. Unveröffentlichte Dissertation. Philosophische Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn.
- Goebel, S., Stephan, A. & Freiwald, J. (2005). Krafttraining bei chronisch lumbalen Rückenschmerzen. Ergebnisse einer Längsschnittstudie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (11), 388-392.
- González-Badillo, J. J., Gorostiaga, E. M., Arellano, R. & Izquierdo, M. (2005). Moderate resistance training volume produces more favorable strength gains than high or low volumes during a short-term training cycle. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (3), 689-697.
- Goto, K., Ishii, N., Kizuka, T., & Takamatsu, K. (2005). The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37 (6), 955-963.
- Goto, K., Nagasawa, M., Yanagisawa, O., Kizuka, T., Ishii, N. & Takamatsu, K. (2004). Muscular adaptations to combinations of high- and low-intensity resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (4), 730-737.
- Goto, K., Takahashi, K., Yamamoto, M. & Takamatsu, K. (2008). Hormone and recovery responses to resistance exercise with slow movement. *The Journal of Physiological Sciences*, 58 (1), 7-14.
- Gottlob, A. (2001). *Differenziertes Krafttraining*. München: Urban & Fischer.
- Graves, J. & Franklin, B. (2001). *Resistance training for health and rehabilitation*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Greiwing, A. (2006). *Zum Einfluss verschiedener Krafttrainingsmethoden auf Maximalkraft und Kraftausdauer sowie auf die Muskeldicke des M. quadrizeps femoris*. Unveröffentlichte Dissertation. Fachbereich Bildungswissenschaften der Bergischen Universität Wuppertal.

- Greiwing, A. & Freiwald, J. (2005). Effects of three resistance training methods on maximal strength endurance and muscle thickness of the m. quadriceps femoris. In J. Gießing, M. Fröhlich & P. Preuss (eds.), *Current results of strength training research* (pp. 65-79). Göttingen: Cuvillier.
- Grimby, G. (1994). Orthopädische Aspekte des Krafttrainings. In P. V. Komi (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 333-349). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Grosser, M. & Neumaier, A. (1988). *Kontrollverfahren zur Leistungsoptimierung* (Studienbrief 17 der Trainerakademie Köln des Deutschen Sportbundes). Schorndorf: Hofmann.
- Grosser, M., Starischka, S. & Zimmermann, K. (2008). *Das neue Konditionstraining*. München: BLV Sportwissen.
- Grosser, M. & Zintl, F. (1994). *Training der konditionellen Fähigkeiten* (Studienbrief 20 der Trainerakademie Köln des Deutschen Sportbundes). Schorndorf: Hofmann.
- Güllich, A. & Schmidtbleicher, D. (1999). Struktur der Krafftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (7+8), 223-234.
- Gutenbrunner, C. (1990). *Muskeltraining und Muskelüberlastung*. Köln: Schmidt.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alen, M., Kauhanen, H. & Komi, P. V. (1987). Relationships between training volume, physical performance capacity, and serum hormone concentrations during prolonged training in elite weight lifters. *International Journal of Sports Medicine*, 8 (1), 61-65.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alen, M., Kauhanen, H. & Komi, P. V. (1988a). Neuro-muscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *Journal of Applied Physiology*, 65 (6), 2406-2412.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alen, M., Kauhanen, H. & Komi, P. V. (1988b). Daily hormonal and neuromuscular response to intensive strength training in 1 week. *International Journal of Sports Medicine*, 9 (6), 422-428.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alen, M., Kauhanen, H. & Komi, P. V. (1988c). Neuro-muscular and hormonal responses in elite athletes to two successive strength training sessions in one day. *European Journal of Applied Physiology*, 57 (2), 133-139.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kyröläinen, H., Cheng, S., Kim, D. H. & Komi, P. V. (1990). Neuromuscular adaptations and serum hormones in females during prolonged power training. *International Journal of Sports Medicine*, 11 (2), 91-98.
- Halet, K. A., Mayhew, J. L., Murphy, C. & Fanthorpe, J. (2009). Relationship of 1 repetition maximum lat-pull to pull-up and lat-pull repetitions in elite collegiate women swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (5), 1496-1502.
- Haller, N. (2007). *Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining. Konzentrische und exzentrische Muskelarbeitsweise und deren Metabolismus*. Unveröffentlichte Dissertation. Fachbereich Sportwissenschaft der Universität Konstanz.
- Hansen, E., Landstad, B. J., Gundersen, K. T., Torjesen, P. A. & Svebak, S. (2012). Insulin sensitivity after maximal and endurance resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (2), 327-334.

- Harman, E. (2008). Biomechanics of resistance exercise. In T. R. Baechle & R. W. Earle (eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (3. ed.) (pp. 65-91). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Harre, D. (1986). *Trainingslehre: Einführung in die Theorie und Methodik des sportlichen Trainings*. Berlin: Sportverlag.
- Hart, C. L., Ward, T. E. & Mayhew, J. L. (1991). Anthropometric correlates of bench press performance following resistance training. *Research in Sports Medicine*, 2 (2), 89-95.
- Hart, C. L., Ward, T. E., Mayhew, J. L. & Ball, T. E. (1990). Pushups as a measure of upper body strength in males. *Journal of Human Movement Studies*, 18, 287-294.
- Hass, C. J., Garzarella, L., DeHoyos, D. & Pollock, M. L. (2000). Single versus multiple sets in long term recreational weightlifters. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (1), 235-242.
- Hatfield, B. D. & Brody, E. B. (2008). Psychology of athletic preparation and performance. In T. R. Baechle & R. W. Earle (eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (3. ed.) (pp. 159-178). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hauptert, M. (2007). *Zur Belastungsbestimmung im fitnessorientierten Krafttraining – Eine explorative Studie zur Methodik*. Unveröffentlichte Dissertation. Sportwissenschaftliches Institut der Universität des Saarlandes, Saarbrücken.
- Hay, J. G. (1994). Biomechanische Grundlagen der Kraftentwicklung. In P. V. Komi (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 200-209). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Headley, S. A., Henry, K., Nindl, B. C., Thompson, B. A., Kraemer, W. J. & Jones, M. T. (2011). Effects of lifting tempo on one repetition maximum and hormonal responses to a bench press protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (2), 406-413.
- Heden, T., Lox, C., Rose, P., Reid, S. & Kirk, E. P. (2011). One-set resistance training elevates energy expenditure for 72 h similar to three sets. *European Journal of Applied Physiology*, 111 (3), 477-484.
- Heiduk, R., Preuss, P. & Steinhöfer, D. (2002). Die optimale Satzzahl im Krafttraining: Einsatz- versus Mehrsatz-Training. *Leistungssport*, 32 (4), 4-13.
- Herrick, A. B. & Stone, W. J. (1996). The effects of periodization versus progressive resistance exercise on upper and lower body strength in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10 (2), 72-76.
- Hetzler, R. K., Schroeder, B. L., Wages, J. J., Stickle, C. D. & Kimura, I. F. (2010). Anthropometry increases 1 repetition maximum predictive ability of NFL-225 test for division IA college football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (6), 1429-1439.
- Hoeger, W. W. K., Hopkins, D. R., Barette, S. L. & Hale, D. F. (1990). Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: A comparison between untrained and trained males and females. *Journal of Applied Sport Science Research*, 4 (2), 47-54.

- Hoffman, J. R. & Ratamess, N. A. (2008). *A practical guide to developing resistance-training programs* (2. ed.). Monterey, CA: Coaches Choice.
- Hohmann, A., Lames, M. & Letzelter, M. (2002). *Einführung in die Trainingswissenschaft*. Wiebelsheim: Limpert.
- Holsgaard-Larsen, A., Caserotti, P., Puggaard, L. & Aagaard, P. (2011). Stair-ascent performance in elderly women: effect of explosive strength training. *Journal of Aging and Physical Activity*, 19 (2), 117-136.
- Hoppeler, H., Baum, O., Mueller, M. & Lurman, G. (2011). Molekulare Mechanismen der Anpassungsfähigkeit der Skelettmuskulatur. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 59 (1), 6-13.
- Hooper, D. R., Szivak, T. K., DiStefano, L. J., Comstock, B. A., Dunn-Lewis, C., Apicella, J. M., Kelly, N. A., Creighton, B. C., Volek, J. S., Maresh, C. M. & Kraemer, W. J. (2013). Effects of resistance training fatigue on joint biomechanics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (1), 146-153.
- Hortobagyi, T., Katch, F. I., Katch, V. L., LaChance, P. F. & Behnke, A. R. (1990). Relationship of body size, segmental dimensions and ponderal equivalents to muscular strength in high-strength and low-strength subjects. *International Journal of Sports Medicine*, 11 (5), 349-356.
- Horvat, M., Franklin, C. & Born, D. (2007). Predicting strength in high school women athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1018-1022.
- Horvat, M., Ramsey, V., Franklin, C., Gavin, C., Palumbo, T. & Glass, L. A. (2003). A method for predicting maximal strength in collegiate women athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (2), 324-328.
- Hosenfeld, I. & Höft, S. (1999). Robustheit statistischer Testverfahren. In B. Strauß, H. Haag & M. Kolb (Hrsg.), *Datenanalyse in der Sportwissenschaft* (S. 359-376). Schorndorf: Hofmann.
- Humburg, H., Baars, H., Schröder, J., Reer, R. & Braumann, K.-M. (2007). 1-set vs. 3-set resistance training: A crossover study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (2), 578-582.
- Hunter, G. R., Byrne, N. M., Sirikul, B., Fernández, J. R., Zuckerman, P. A., Darnell, B. E. & Gower, B. A. (2008). Resistance training conserves fat-free mass and resting energy expenditure following weight loss. *Obesity*, 16 (5), 1045-1051.
- Hunter, G. R. & Harris, R. T. (2008). Structure and function of the muscular, neuromuscular, cardiovascular, and respiratory system. In T. R. Baechle & R. W. Earle (eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (3. ed.) (pp. 3-20). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hunter, G. R., Seelhorst, D. & Snyder, S. (2003). Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (1), 76-81.
- Ishii, T., Yamakita, T., Sato, T., Tanaka, S. & Fujii, S. (1998). Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care*, 21 (8), 1353-1355.

- Israel, S. (1994). Die Auswirkungen eines Krafttrainings in Abhängigkeit von Lebensalter und Gesundheitszustand. In P. V. Komi (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 315-323). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Jackson, J. K., Shepherd, T. R. & Kell, R. T. (2011). The influence of periodized resistance training on recreationally active males with chronic nonspecific low back pain. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (1), 242-251.
- Janssen, J. & Laatz, W. (2007). *Statistische Datenauswertung mit SPSS für Windows* (6. Aufl.). Berlin: Springer.
- Johnson, M. A., Polgar, J., Weightman, D. & Appleton, D. (1973). Data on the distribution of the fibre types in thirtysix human muscles. An autopsy study. *Journal of the Neurological Sciences*, 18 (1), 111-129.
- Jones, E. J., Bishop, P. A., Richardson, M. T. & Smith, J. F. (2006). Stability of a practical measure of recovery from resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (4), 756-759.
- Kähler, W.-M. (2010). *Statistische Datenanalyse. Verfahren verstehen und mit SPSS gekonnt einsetzen* (6. Aufl.). Wiesbaden: Vieweg und Teubner.
- Karavirta, L., Häkkinen, K., Kauhanen, A., Arijia-Blázquez, A., Sillanpää, E., Rinkinen, N. & Häkkinen, A. (2011). Individual responses to combined endurance and strength training in older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43 (3), 484-490.
- Kawamori, N. & Haff, G. G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (3), 675-684.
- Keeler, L. K., Finkelstein, L. K., Miller, W. & Fernhall, B. (2001). Early-phase adaptations of traditional-speed vs. superslow resistance training on strength and aerobic capacity in sedentary individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (3), 309-314.
- Kell, R. T. & Asmundson, G. J. (2009). A comparison of two forms of periodized exercise rehabilitation programs in the management of chronic nonspecific low-back pain. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (2), 513-523.
- Kell, R. T., Risi, A. D. & Barden, J. M. (2011). The response of persons with chronic nonspecific low back pain to three different volumes of periodized musculoskeletal rehabilitation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (4), 1052-1064.
- Kelly, G. A. (1997). Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults: A meta-analysis. *Journal of Applied Physiology*, 82 (5), 1559-1565.
- Kelly, G. A. & Kelly, K. S. (2000). Progressive resistance exercise and resting blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*, 35 (3), 838-843.
- Kelly, S. B., Brown, L. E., Coburn, J. W., Zinder, S. M., Gardner, L. M. & Nguyen, D. (2007). The effect of single versus multiple sets on strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1003-1006.
- Kemmler, W. K., Lauber, D., Engelke, K. & Weineck, J. (2004). Effects of single- vs. multiple-set resistance training on maximum strength and body composition in

- trained postmenopausal women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (4), 689-694.
- Kemmler, W. K., Lauber, D., Mayhew, J. L. & Wassermann, A. (2008). Repetitions to fatigue to predict 1-RM performance – Looking behind the covaraites. In J. Gießing & M. Fröhlich (eds.), *Current results of strength training research (vol. 2). A multi-perspective approach* (pp. 35-58). Göttingen: Couvillier.
- Kemmler, W. K., Lauber, D., Wassermann, A. & Mayhew, J. L. (2006). Predicting maximal strength in trained postmenopausal woman. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (4), 838-842.
- Kemmler, W. K., Lauber, D., Weineck, J., Mayhew, J. L., Engelke, K. & Kalender, W. A. (2005). Trainingssteuerung im Gesundheitssport. Lastvorgabe versus subjektive Intensitätswahl im präventivsportlichen Krafttraining. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (6), 165-170.
- Kemmler, W. K., Von Stengel, S., Lauber, D., Weineck, J., Kalender, W. & Engelke, K. (2007). Umsetzung leistungssportlicher Prinzipien in der Osteoporose-Prophylaxe. Zusammenfassende Ergebnisse der Erlanger Fitness und Osteoporose Präventions-Studie (EFOPS). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58 (12), 427-432.
- Kempf, H.-D. & Strack, A. (2001). *Der Hantel-Krafttrainer*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Kieser, W. (2003). *Ein starker Körper kennt keinen Schmerz. Gesundheitsorientiertes Krafttraining nach der Kieser-Methode*. München: Heyne.
- Kim, E., Dear, A., Ferguson, S. L., Seo, D. & Bemben, M. G. (2011). Effects of 4 weeks of traditional resistance training vs. superslow strength training on early phase adaptations in strength, flexibility, and aerobic capacity in college-aged women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (11), 3006-3013.
- Kirk, E. P., Donnelly, J. E., Smith, B. K., Honas, J., Lecheminant, J. D., Bailey, B. W., Jacobsen, D. J. & Washburn, R. A. (2009). Minimal resistance training improves daily energy expenditure and fat oxidation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41 (5), 1122-1129.
- Kleist, P. (2006). Vier Effekte, Phänomene und Paradoxe in der Medizin. Ihre Relevanz und ihre historische Wurzeln. *Schweizerisches Medizinisches Forum*, 46 (6), 1023-1027.
- Kolster, B. C., Valerius, K.-P., Seidenspinner, D., Kopp, V., Berschien, G. & Voll, M. M. (2008). *Bildatlas medizinisches Gerätetraining. Grundlagen, Anatomie, Training*. Marburg: KVM.
- Kon, M., Ikeda, T., Homma, T., Akimoto, T., Suzuki, Y. & Kawahara, T. (2010). Effects of acute hypoxia on metabolic and hormonal responses to resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42 (7), 1279-1285.
- König, D., Deibert, P., Dickhuth, H. H. & Berg, A. (2011). Krafttraining bei Diabetes mellitus Typ 2. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 62 (1), 5-9.
- Kosek, D. J., Kim, J.-S., Petrella, J. K., Cross, J. M. & Bamman, M. M. (2006). Efficacy of 3 d/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. *Journal of Applied Physiology*, 101 (2), 531-544.

- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Faigenbaum, M. S., Fleck, S. J., Franklin, B., Fry, A. C., Newton, R. U., Jeffrey, P., Stone, M. H., Ratamess, N. A. & Triplett-McBride, T. (2002). Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (2), 364-380.
- Kraemer, W. J. & Fleck, S. J. (2007). *Optimizing strength training. Designing nonlinear periodization workouts*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kraemer, W. J., Häkkinen, K., Newton, R. U., Nindl, B. C., Volek, J. S., McCormick, M., Gotshalk, L. A., Gordon, S. E., Fleck, S. J., Campbell, W. W., Putukian, M. & Evans, W. J. (1999). Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *Journal of Applied Physiology*, 87 (3), 982-992.
- Kraemer, W. J., Häkkinen, K., Triplett-McBride, T., Fry, A. C., Koziris, L. P., Ratamess, N. A., Bauer, J. E., Volek, J. S., McConnell, T., Newton, R. U., Gordon, S. E., Cummings, D., Hauth, J., Pullo, F., Lynch, J. M., Mazzetti, S. A. & Knuttgen, H. G. (2003). Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35 (1), 157-168.
- Kraemer, W. J., Noble, B. J., Clark, M. J. & Culver, B. W. (1987). Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. *International Journal of Sports Medicine*, 8 (4), 247-252.
- Kravitz, L., Akalan, C., Nowicki, K. & Kinzey, S. J. (2003). Prediction of 1 repetition maximum in high-school power lifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (1), 167-172.
- Krieger, J. (2009). Single versus multiple sets of resistance exercise: A meta-regression. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (6), 1890-1901.
- Krieger, J. (2010). Determining appropriate set volume for resistance exercise. *Strength and Conditioning Journal*, 32 (3), 30-32.
- Lagally, K. M., McCaw, S. T., Young, G. T., Medema, H. C. & Thomas, D. Q. (2004). Ratings of perceived exertion and muscle activity during the bench press exercise in recreational and novice lifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (2), 359-364.
- Lagally, K. M., Robertson, R. J., Gallagher, K. I., Goss, F. L., Jakicic, J. M., Lephart, S. M., McCaw, S. T. & Goodpaster, B. (2002). Perceived exertion, electromyography, and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (3), 552-559.
- Landers, J. (1984). Maximum based on reps. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 6 (6), 60-61.
- Landin, D. & Nelson, A. G. (2007). Early phase strength development: A four-week training comparison of different programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1113-1116.
- Laurig, W. (1980). *Grundzüge der Ergonomie*. Berlin: Beuth.
- Lemmer, J. T., Martel, G. F., Hurlbut, D. E. & Hurley, B. F. (2007). Age and sex differentially affect regional changes in one repetition maximum strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (3), 731-737.

- Lo, M. S., Lin, L. L. C., Yao, W.-J. & Ma, M.-C. (2011). Training and detraining effects of the resistance vs. endurance program on body composition, body size, and physical performance in young men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (8), 2246-2254.
- Löllgen, H. (2004). Das Anstrengungsempfinden (RPE, Borg-Skala). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (11), 299-300.
- Lottmann, A. (2002). *Untersuchungen zur Optimierung der Belastungssteuerung im Krafttraining durch Kombination verschiedener Methoden trainingsbegleitender Leistungsdiagnostik*. Unveröffentlichte Dissertation. Sozialwissenschaftliche Fakultät der Universität Göttingen.
- Lovell, D. I., Cuneo, R. & Gass, G. C. (2011). The blood pressure response of older men to maximum and sub-maximum strength testing. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14 (3), 254-258.
- Lyons, T. S., McLester, J. R., Arnett, S. W. & Thoma, M. J. (2010). Specificity of training modalities on upper-body one repetition maximum performance: free weights vs. hammer strength equipment. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (11), 2984-2988.
- MacDougall, J. D. (1994). Hypertrophie und/oder Hyperplasie. In P. V. Komi (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 232-239). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- MacDougall, J. D., Gibala, M. J., Tarnopolsky, M. A., MacDonald, J. R., Interisano, S. A. & Yarashaki, K. E. (1995). The time course for elevated muscle protein synthesis following heavy resistance exercise. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 20 (4), 480-486.
- Macefield, R. (2007). Usability studies and the Hawthorne effect. *Journal of Usability Studies*, 2 (3), 145-154.
- Machado, M., Koch, A., Willardson, J., Pereira, L., Cardoso, M. I. Motta, M. K., Pereira, R. & Monteiro, A. N. (2011). Effect of varying rest intervals between sets of assistance exercises on creatine kinase and lactate dehydrogenase responses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (5), 1339-1345.
- Manoel, M. E., Harris-Love, M. O., Danoff, J. V. & Miller, T. A. (2008). Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (5), 1528-1534.
- Marschall, F. & Fröhlich, M. (1999). Überprüfung des Zusammenhangs von Maximalkraft und maximaler Wiederholungszahl bei deduzierten submaximalen Intensitäten. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (10), 311-315.
- Marschall, F. & Ruckelshausen, B. (2004). Dient Dehnen der Verletzungsprophylaxe? Eine qualitative Metaanalyse. *Spectrum der Sportwissenschaften*, 16 (1), 31-47.
- Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (1993). *Handbuch Trainingslehre* (2. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.
- Martyn-St. James, M. & Carroll, S. (2008). A meta-analysis of impact exercise on postmenopausal bone loss: the case for mixed loading exercise programmes. *British Journal of Sports Medicine*, 43 (12), 898-908.

- Marx, J. O., Ratamess, N. A., Nindl, B. C., Gotshalk, L. A., Volek, J. S., Dohi, K., Bush, J. A., Gomez, A. L., Mazzetti, S. A., Fleck, S. J., Häkkinen, K., Newton, R. U. & Kraemer, W. J. (2001). Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (4), 635-643.
- Marzolini, S., Oh, P. I., Thomas, S. G. & Goodman, J. M. (2008). Aerobic and resistance training in coronary disease: Single versus multiple sets. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40 (9), 1557-1564.
- Massey, C. D. (2005). An analysis of full range of motion vs. partial range of motion training in the development of strength. In J. Gießing, M. Fröhlich & P. Preuss (eds.), *Current results of strength training research* (pp. 206-216). Göttingen: Cuvillier.
- Massey, C. D., Vincent, J., Maneval, M., Moore, M. & Johnson, J. T. (2004). An analysis of full range of motion vs. partial range of motion training in the development of strength in untrained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (3), 518-521.
- Mayer, F., Gollhofer, A. & Berg, A. (2003). Krafttraining mit Älteren und chronisch Kranken. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (3), 88-94.
- Mayer, F., Scharhag-Rosenberger, F., Carlsohn, A., Cassel, M., Müller, S. & Scharhag, J. (2011). Intensität und Effekte von Krafttraining bei Älteren. *Deutsches Ärzteblatt*, 108 (21), 359-364.
- Mayhew, J. L., Ball, T. E., Arnold, M. D. & Bowen, J. C. (1991). Push-ups as a measure of upper body strength. *Journal of Applied Sport Science Research*, 5 (1), 16-21.
- Mayhew, J. L., Jacques, J. A., Ware, J. S., Chapman, P. P., Bembem, M. G., Ward, T. E. & Slovak, J. P. (2004). Anthropometric dimensions do not enhance one repetition maximum prediction from the NFL-225 test in college football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (3), 572-578.
- Mayhew, J. L., Johnson, B. D., Lamonte, M. J., Lauber, D. & Kemmler, W. (2008). Accuracy of prediction equations for determining one repetition maximum bench press in women before and after resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (5), 1570-1577.
- Mayhew, J. L., Piper, F. C. & Ware, J. S. (1993). Anthropometric correlates with strength performance among resistance trained athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33 (2), 159-165.
- Mayhew, J. L., Prinster, J. L., Ware, J. S., Zimmer, D. L., Arabas, J. R. & Bembem, M. G. (1995). Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different levels. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35 (2), 108-113.
- Mayhew, J. L., Ware, J. S., Cannon, K., Corbett, S., Chapman, P. P., Bembem, M. G., Ward, T. E., Farris, B., Juraszek, J. & Slovak, J. P. (2002). Validation of the NFL-225 test for predicting 1-RM bench press performance in college football players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42 (3), 304-308.
- Mazzetti, S. A., Kraemer, W. J., Volek, J. S., Duncan, N. D., Ratamess, N. A., Gómez, A. L., Newton, R. U., Häkkinen, K. & Fleck, S. J. (2000). The influence

- of direct supervision of resistance training on strength performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (6), 1175-1184.
- McBride, J. M., McCaulley, G. O., Cormie, P., Nuzzo, J. L., Cavill, M. J. & Triplett, N. T. (2009). Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (1), 106-110.
- McCall, G. E., Byrnes, W. C., Dickinson, A., Pattany, P. M. & Fleck, S.J. (1996). Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 81 (5), 2004–2012.
- McCartney, N., Hicks, A. L., Martin, J. & Webber, C. E. (1996). A longitudinal trial of weight training in elderly: continued improvements in year 2. *Journal of Gerontology*, 51 (6), B425-B433.
- McLester, J. R., Bishop, J. P. & Williams, M. E. (2000). Comparison of 1 day and 3 day per week of equal-volume resistance in experienced subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (3), 273-281.
- Meinel, K. & Schnabel, G. (1998). *Bewegungslehre – Sportmotorik* (9. Aufl.). Berlin: Sportverlag.
- Metter, E., Talbot, L. A., Schragar, M. & Conwit, R. (2002). Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 57 (10), B359-B365.
- Meyer, K. & Foster, C. (2004). Muskelaufbau im Zentrum des kardiovaskulären Trainings. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (3), 70-74.
- Mießner, W. (2006). *Richtig Krafttraining*. München: BLV Sportwissen.
- Miranda, H., Simão, R., Rhea, M., Bunker, D., Prestes, J., Leite, R. D., Miranda, H., DeSalles, B. F. & Novaes, J. (2011). Effects of linear vs. daily undulatory periodized resistance training on maximal and submaximal strength gains. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (7), 1824-1830.
- Monteiro, A. G., Aoki, M. S., Evangelista, A. L., Alveno, D. A., Monteiro, G. A., Piçarro, I. d. C. & Ugrinowitsch, C. (2009). Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (4), 1321-1326.
- Moore, D. R., Burgomaster, K. A., Schofield, L. M., Gibala, M. J., Sale, D. G., & Phillips, S. M. (2004). Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *European Journal of Applied Physiology*, 92 (4-5), 399-406.
- Moritani, T. (1994). Die zeitliche Abfolge der Trainingsanpassungen im Verlaufe eines Krafttrainings. In P. V. Komi (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 266-276). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Moritani, T., Sherman, W. M., Shibata, M., Matsumoto, T., & Shinohara, M. (1992). Oxygen availability and motor unit activity in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 64 (6), 552-556.
- Munn, J., Herbert, R. D., Hancock, M. J. & Gandevia, S. C. (2005). Resistance training for strength: Effects of number of sets and contraction speed. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37 (9), 1622-1626.

- Naclerio, F., Rodríguez-Romo, G., Barriopedro-Moro, M. I., Jiménez, A., Alvar, B. A. & Triplett, N. T. (2011). Control of resistance training intensity by the omni perceived exertion scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (7), 1879-1888.
- Nader, G. A. (2005). Molecular determinants of skeletal muscle mass: getting the „AKT“ together. *International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 37 (10), 1985-1996.
- Neils, C. M., Udermann, B. E., Brice, G. A., Winchester, J. B. & McGuigan, M. R. (2005). Influence of contraction velocity in untrained individuals over the initial early phase of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (4), 883-887.
- Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., Tylavsky, F. A., Rubin, S. M. & Harris, T. B. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61 (1), 72-77.
- Nishimura, A., Suqita, M., Kato, K., Fukuda, A., Sudo, A. & Uchida, A. (2010). Hypoxia increases muscle hypertrophy induced by resistance training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5 (4), 497-508.
- O'Conner, B., Simmons, J. & O'Shea, P. (1989). *Weight training today*. St. Paul: West Publishing.
- O'Connor, P. J., Poudevigne, M. S. & Pasley, J. D. (2002). Perceived exertion responses to novel elbow flexor eccentric action in women and men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (5), 862-868.
- Olivier, N., Marschall, F. & Büsch, D. (2008). *Grundlagen der Trainingswissenschaft und -lehre*. Schorndorf: Hofmann.
- Oschütz, H. (1991). Chronobiologie im Sport – Zur Entwicklung der sportlichen Leistungsfähigkeit unter Berücksichtigung der Cirkadian-Rhythmik. *Leistungssport*, 21 (4), 12-15.
- Paulsen, G., Myklestad, D. & Raastad, T. (2003). The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (1), 115-120.
- Pearson, D., Faigenbaum, A., Conley, M. & Kraemer, W. J. (2000). The national strength and conditioning association's basic guidelines for the resistance training of athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 22 (4), 14-27.
- Peterson, M. D. (2010). Resistance exercise for sarcopenic outcomes and muscular fitness in aging adults. *Strength and Conditioning Journal*, 32 (3), 52-63.
- Peterson, M. D., Dodd, D. J., Alvar, B. A., Rhea, M. R., Matthew, R. & Favre, M. (2008). Undulating training for development of hierarchical fitness and improved firefighter job performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (5), 1683-1695.
- Peterson, M. D., Rhea, M. R. & Alvar, B. A. (2004). Maximizing strength development in athletes: A meta-analysis to determine the dose-response relationship. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (2), 377-382.

- Peterson, M. D., Sen, A. & Gordon, P. M. (2011). Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43 (2), 249-258.
- Phillips, S. M., Tipton, K. D., Aarsland, A., Wolf, S. E. & Wolfe, R. R. (1997). Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *American Journal of Physiology*, 273 (1 Pt 1), E99-107.
- Pinto, R. S., Gomes, N., Radaelli, R., Botton, C. E., Brown, L. E. & Bottaro, M. (2012). Effect of range of motion on muscle strength and thickness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (8), 2140-2145.
- Ploutz-Snyder, L. L. & Giamis, G. L. (2001). Orientation and familiarization to 1-RM strength testing in old and young women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (4), 519-523.
- Pollock, M. L., Abe, T., DeHoyos, D. V., Garzarella, L., Hass, C. J. & Werber, G. (1998). Muscular hypertrophy responses to 6 months of high- or low-volume resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30 (5), S116.
- Pratley, R., Nicklas, B., Rubin, M., Miller, J., Smith, A., Smith, M., Hurley, B. & Goldberg, A. (1994). Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50-to-60-year men. *Journal of Applied Physiology*, 76 (1), 133-137.
- Prestes, J., DeLima, C., Frollini, A. B., Donatto, F. F. & Conte, M. (2009). Comparison of linear and reverse linear periodization effects on maximal strength and body composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (1), 266-274.
- Pryor, R. R., Sforzo, G. A. & King, D. L. (2011). Optimizing power output by varying repetition tempo. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (11), 3029-3034.
- Quenzer, E. & Nepper, H.-U. (1997). *Funktionelle Gymnastik. Grundlagen, Methoden, Übungen*. Wiesbaden: Limpert.
- Rabelo, H. T., Bezerra, L. A., Terra, D. F., Lima, R. M., Silva, M. A., Leite, T. K. & DeOliveira, R. J. (2011). Effects of 24 weeks of progressive resistance training on knee extensors peak torque and fat-free mass in older women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (8), 2298-2303.
- Radlinger, L., Bachmann, W., Homburg, J., Leuenberger, U. & Thaddey, G. (1998). *Rehabilitatives Krafttraining*. Stuttgart: Thieme.
- Rahimi, R., Qaderi, M., Faraji, H. & Boroujerdi, S. S. (2010). Effects of very short rest period on hormonal responses to resistance exercise in men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (7), 1851-1859.
- Rantanen, T., Harris, T., Leveille, S. G., Visser, M., Foley, D., Masaki, K. & Guralnik, J. M. (2000). Muscle strength and body mass index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 53 (3), M168-M173.
- Ratamess, N. A., Alvar, B. A., Evetoch, T. K., Housh, T. J., Kibler, W. B., Kraemer, W. J. & Triplett, N. T. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41 (3), 687-708.

- Ratamess, N. A., Faigenbaum, A. D., Hoffman, J. R. & Kang, J. (2008). Self-selected resistance training intensity in healthy women: The influence of a personal trainer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (1), 103-111.
- Raubuch, W., Haberecht, D., Fröhlich, M. & Gießing, J. (2012). Outcome-effects of high intensity pre-exhaustion vs. post-exhaustion in muscle hypertrophy training. In J. Gießing, M. Fröhlich & R. Rößler (eds.), *Current results of strength training research (vol. 3). Various aspects on fitness and performance* (pp. 109-119). Göttingen: Cuvillier.
- Remmert, H., Schischek, A., Zamhöfer, T. & Ferrauti, A. (2005). Influence of recovery duration on increase of strength and muscular growth within a high-intensity training (HIT). In J. Gießing, M. Fröhlich & P. Preuss (eds.), *Current results of strength training research* (pp. 89-102). Göttingen: Cuvillier.
- Rennie, M. J. (2005). Body maintenance and repair: how food and exercise keep the musculoskeletal system in good shape. *Experimental Physiology*, 90 (4), 427-436.
- Rennie, M. J., Wackerhage, H., Spangenburg, E. E. & Booth, F. W. (2004). Control of the size of the human muscle mass. *Annual Review of Physiology*, 66, 799-828.
- Reuss-Borst, M., Hartmann, U. & Wentrock, S. (2008). Wirkungen eines sanften Krafttrainings während stationärer Rehabilitation bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 59 (11), 263-267.
- Reynolds, J. M., Gordon, T. J. & Robergs, R. A. (2006). Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (3), 584-592.
- Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (4), 918-920.
- Rhea, M. R. & Alderman, B. L. (2004). A meta-analysis of periodized versus nonperiodized strength and power training programs. *Research quarterly for Exercise and Sport*, 75 (4), 413-422.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., Ball, S. D. & Burkett, L. N. (2002). Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16 (4), 525-529.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N. & Ball, S. D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35 (3), 456-464.
- Ritti-Dias, R. M., Avelar, A., Salvador, E. P. & Cyrino, E. S. (2011). Influence of previous experience on resistance training on reliability of one-repetition maximum test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (5), 1418-1422.
- Robbins, J. W. & Scheuermann, B. W. (2008). Varying amounts of acute static stretching and its effect on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (3), 781-786.
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Aaron, D. J., Nagle, E. F., Gallagher Jr., M., Kane, I. K., Tessmer, K. A., Schafer, M. A. & Hunt, S. E. (2009). Concurrent muscle hurt and perceived exertion of children during resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41 (5), 1146-1154.

- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J. & Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35 (2), 333-341.
- Rohmert, W. (1983). Formen menschlicher Arbeit. In W. Rohmert & J. Rutenfranz (Hrsg.), *Praktische Arbeitsphysiologie* (S. 5-29). Stuttgart: Thieme.
- Rønnestad, B. R., Egeland, W., Kvamme, N. H., Refsnes, P. E., Kadi, F. & Raastad, T. (2007). Dissimilar effects of one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (1), 157-163.
- Rønnestad, B. & Raastad, T. (2008). Dissimilar effects of 1 and 3 set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. In J. Gießing & M. Fröhlich (eds.), *Current results of strength training research (vol. 2). A multi-perspective approach* (pp. 73-87). Göttingen: Cuvillier.
- Rooney, K. J., Herbert, R. D., & Balnave, R. J. (1994). Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26 (9), 1160-1164.
- Ruiz, J. R., Sui, X., Lobelo, F., Morrow, J. R., Jackson, A. W., Sjöström, M. & Blair, S. N. (2008). Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *British Medical Journal*, 337 (7661), 92-95.
- Rustenbach, S. J. (2003). *Metaanalyse. Eine anwendungsorientierte Einführung*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Sakamoto, A. & Sinclair, P. J. (2006). Effect of movement velocity on relationship between training load and the number of repetitions of bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (3), 523-527.
- Sale, D. G. (1994). Neuronale Adaptation im Verlauf eines Krafttrainings. In P. V. Komi (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 249-265). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Sanborn, K., Boros, R., Hruby, J., Schilling, B., O'Bryant, H. S., Johnson, R. L., Hoke, T., Stone, M. E. & Stone, M. H. (2000). Short-term performance effects of weight training with multiple sets not to failure vs. a single set to failure in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (3), 328-331.
- Sánchez-Medina, L. & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43 (9), 1725-1734.
- Sarris, V. (1992). *Methodologische Grundlagen der Experimentalpsychologie 2: Versuchsplan und Stadien*. München: Reinhardt.
- Savage, P. A., Shaw, A. O., Miller, M. S., Vanburen, P., Lewinter, M. M., Ades, P. A. & Toth, M. J. (2011). Effect of resistance training on physical disability in chronic heart failure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43 (8), 1379-1386.
- Sayers, S. P. & Gibson, K. (2010). A comparison of high-speed power training and traditional slow-speed resistance training in older men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (12), 3369-3380.

- Scher, L. M. L., Ferriolli, E., Moriguti, J. C., Scher, R. & Lima, N. K. C. (2011). The effect of different volumes of acute resistance exercise on elderly individuals with treated hypertension. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (4), 1016-1023.
- Schlumberger, A. & Schmidtbleicher, D. (1998). Zeitlich verzögerte Effekte beim Krafttraining. *Leistungssport*, 28 (3), 33-38.
- Schlumberger, A. & Schmidtbleicher, D. (1999). Einsatz-Training als trainingsmethodische Alternative. Möglichkeiten und Grenzen. *Leistungssport*, 29 (3), 9-11.
- Schlumberger, A., Stec, J. & Schmidtbleicher, D. (2001). Single- vs. multiple-set strength training in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (3), 284-289.
- Schmidtbleicher, D. (1985). Klassifizierung der Trainingsmethoden im Krafttraining. *Lehre der Leichtathletik*, 24 (1+2), 25-30.
- Schmidtbleicher, D. (1987). Motorische Beanspruchungsform Kraft. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 38 (9), 356-377.
- Schmidtbleicher, D. (1992). Krafttraining (Strength training). In P. Röthig, H. Becker, K. Carl, D. Kayser & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (6. Aufl.) (S. 263-264). Schorndorf: Hofmann.
- Schmidtbleicher, D. (1994). Training in Schnellkraftsportarten. In P. V. Komi (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 374-387). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Schmidtbleicher, D. (1997). Fitnessstraining – Zielkonflikt zwischen Effektivität und Motivation. In W. Brehm, P. Kuhn, K. Lutter & W. Wabel (Hrsg.), *Leistung im Sport – Fitness im Leben* (S. 26-29). Hamburg: Czwalina.
- Schmidtbleicher, D. (1998). Konzeptionelle Überlegungen zur muskulären Rehabilitation. In H. Binkowski, M. Hoster & H. U. Nepper (Hrsg.), *Medizinische Trainingstherapie in der ambulanten orthopädischen und traumatologischen Rehabilitation* (S. 20-27). Waldenburg: Sport Consult.
- Schnabel, G., Harre, D. & Borde, A. (1997). *Trainingswissenschaft. Leistung, Training, Wettkampf*. Berlin: Sportverlag.
- Schönpflug, W. (1987). Beanspruchung und Belastung bei der Arbeit. Konzepte und Theorien. In U. Kleinbeck & J. H. Rutenfranz (Hrsg.), *Arbeitspsychologie. Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich D, Praxisgebiete, Serie 3, Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie* (S. 130-184). Göttingen: Hogrefe.
- Schwingel, P. A., Porto, Y. C., Dias, M. C., Moreira, M. M. & Zoppi, C. C. (2009). Predicting one repetition maximum equations accuracy in paralympic rowers with motor disabilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (3), 1045-1050.
- Scott, C. B., Leighton, B. H., Ahearn, K. J. & McManus, J. J. (2011). Aerobic, anaerobic, and excess postexercise oxygen consumption energy expenditure of muscular endurance and strength: 1-set of bench press to muscular fatigue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (4), 903-908.
- Shaibi, G. Q., Cruz, M. L., Ball, G. D., Weigensberg, M. J., Salem, G. J., Crespo, N. C. & Goran, M. I. (2006). Effects of resistance training on insulin sensitivity in

- overweight latino adolescent males. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (7), 1208-1215.
- Sillanpää, E., Häkkinen, A., Nyman, K., Mattila, M., Cheng, S., Karavirta, L., Laaksonen, D. E., Huuhka, N., Kraemer, W. J. & Häkkinen, K. (2008). Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40 (5), 950-958.
- Simão, R., DeTarso Veras Farmatti, P., Polito, M. D., Viveiros, L. & Fleck, S. J. (2007). Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (1), 23-28.
- Simão, R., Fleck, S. J., Polito, M., Monteiro, W. & Farinatti, P. (2005). Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (4), 853-858.
- Simpson, S. R., Rozenek, R., Garhammer, J., LaCourse, M. & Storer, T. (1997). Comparison of one repetition maximums between free weight and universal machine exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11 (2), 103-106.
- Smilios, I., Piliandis, T., Karamouzis, M. & Tokmakidis, S. P. (2003). Hormonal response after various resistance exercise protocols. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35 (4), 644-654.
- Soares-Caldeira, L. F., Ritti-Dias, R. M., Okuno, N. M., Cyrino, E. S., Gurjao, A. L. D. & Ploutz-Snyder, L. L. (2009). Familiarization indexes in sessions of 1-RM tests in adult women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (7), 2039-2045.
- Sooneste, H., Tanimoto, M., Kakigi, R. Saga, N. & Katamoto, S. (2013). Effects of training volume on strength and hypertrophy in young men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (1), 8-13.
- Soufi, F. G., Saber, M. M., Ghiassie, R. & Alipour, M. (2011). Role of 12-week resistance training in preserving the heart against ischemia-reperfusion-induced injury. *Cardiology Journal*, 18 (2), 140-145.
- Spinetti, J., DeSalles, B. F., Rhea, M. R., Lavigne, D., Matta, T., Miranda, F., Fernandes, L. & Simão, R. (2010). Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (11), 2962-2969.
- Spreuwenberg, L. P. B., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Volek, J. S., Hatfield, D. L., Silvestre, R., Vingren, J. L., Fragala, M. S., Häkkinen, K., Newton, R. U., Maresh, C. M. & Fleck, S. J. (2006). Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (1), 141-144.
- Stapelfeldt, B. (2001). *Kraft- und Ausdauerleistungen im Mountainbikesport*. Unveröffentlichte Dissertation. Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg i. Br.
- Steib, S., Schoene, D. & Pfeiffer, K. (2010). Dose-response relationship of resistance training in older adults: A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42 (5), 902-914.

- Steinacker, J. M., Wang, L., Lormes, W., Reißnecker, S. & Liu, Y. (2002). Strukturanpassungen der Skelettmuskulatur auf Training. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (12), 354-360.
- Steininger, K. & Buchbauer, J. (1994). *Funktionelles Kraftaufbautraining in der Rehabilitation*. Oberhaching: Gesundheitsdialog.
- Stemper, T. (1994). *Effekte gerätegestützten Fitnessstrainings. Veränderungen anthropometrischer, motorischer und physiologischer Parameter durch Training an Fitnessgeräten*. Hamburg: SSV-Verlag.
- Stone, M. H. & O'Bryant, H. (1987). *Weight training: A scientific approach*. Minneapolis, MN: Bellwether Press.
- Strack, A. & Eifler, C. (2005). The individual lifting performance method (ILP). A practical method for fitness- and recreational strength training. In J. Gießing, M. Fröhlich & P. Preuss (eds.), *Current results of strength training research* (pp. 153-163). Göttingen: Cuvillier.
- Sweet, T. W., Foster, C., McGuigan, M. R. & Brice, G. (2004). Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (4), 796-802.
- Takahashi, S. (2011). Effects of learning trials on self-selected resistance training loads, during circuit weight training, in young healthy untrained males. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (Supl. 1), S69-S70.
- Takarada, Y. & Ishii, N. (2002). Effects of low-intensity resistance exercise with short intersets rest period on muscular function in middle-aged women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16 (1), 123-128.
- Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S. & Ishii, N. (2000a). Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology*, 88 (1), 61-65.
- Takarada, Y., Takazawa, H. & Ishii, N. (2000). Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (12), 2035-2039.
- Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y. & Ishii, N. (2000b). Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of Applied Physiology*, 88 (6), 2097-2106.
- Takarada, Y., Tsuruta, T. & Ishii, N. (2004). Cooperative effects of exercise and vascular occlusion stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *Japanese Journal of Physiology*, 54 (6), 585-592.
- Tamse, T. R., Tillmann, M. D., Stopka, C. B., Weimer, A. C., Abrams, G. L. & Issa, I. M. (2010). Supervised moderate intensity resistance exercise training improves strength in special olympic athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (3), 695-700.
- Tanimoto, M., Sanada, K., Yamamoto, K., Kawano, H., Gando, Y., Tabata, I., Ishii, N. & Miyachi, M. (2008). Effects of whole-body low-intensity resistance training with slow movement and tonic force generation on muscular size and strength

- in young men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (6), 1926-1938.
- Tesch, P. A. (1994). Das Training im Bodybuilding. In P. V. Komi (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 365-373). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Thomas, G. A., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Volek, J. S., Anderson, J. M. & Maresch, C. M. (2007). Maximal power at different percentages of one repetition maximum: influence of resistance and gender. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (2), 336-342.
- Tidow, G. (1999). Zur Dimensionalität des Adaptationsraums im Bereich von Kraftbeanspruchungen. In S. Radandt, R. Grieshaber & W. Schneider (Hrsg.), *Prävention von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und Erkrankungen* (S. 41-80). Leipzig: Monade.
- Tiggemann, C. L., Korzenowski, A. L., Brentano, M. A., Tartaruga, M. P., Alberton, C. L. & Kruegel, L. F. M. (2010). Perceived exertion in different strength exercise loads in sedentary, active, and trained adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (8), 2032-2041.
- Tittel, K. & Wutscherk, H. (1994). Anthropometrische Faktoren. In P. V. Komi (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 183-199). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Toigo, M. (2006a). Trainingsrelevante Determinanten der molekularen und zellulären Skelettmuskeladaptation. Teil 1: Einleitung und Längenadaptation. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 54 (3), 101-107.
- Toigo, M. (2006b). Trainingsrelevante Determinanten der molekularen und zellulären Skelettmuskeladaptation. Teil 2: Adaptation von Querschnitt und Fasertypmodulen. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 54 (4), 121-132.
- Toigo, M. & Boutellier, U. (2006). New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular adaptations. *European Journal of Applied Physiology*, 97 (6), 643-663.
- Trunz, E., Freiwald, J. & Konrad, P. (2002). *Fit durch Muskeltraining*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Turbanski, S., Sandig, D. & Schmidtbleicher, D. (2008). Warming-up effects of static stretching on power and strength. In J. Gießing & M. Fröhlich (eds.), *Current results of strength training research (vol. 2). A multi-perspective approach* (pp. 129-138). Göttingen: Cuvillier.
- Turner, A. (2011). The science and practice of periodization: A brief review. *Strength and Conditioning Journal*, 33 (1), 34-46.
- Urhausen, A., Schwarz, M., Stefan, S., Schwarz, L., Gabriel, H. & Kindermann, W. (2000). Kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung durch einen Kraftausdauer-Zirkel in der ambulanten Herztherapie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (4), 130-136.
- Verstegen, M. & Williams, P. (2004). *Core performance. The revolutionary workout program to transform your body and your life*. Allentown, PA: Rodale Press.

- Vescovi, J. & Fernhall, B. (2000). Cardiac rehabilitation and resistance training: Are they compatible? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (3), 350-358.
- Wahle, S. (2009). *Optimiertes Krafttraining mit der ILB-Methode*. Norderstedt: Books on Demand.
- Walker, S., Taipale, R. S., Nyman, K., Kraemer, W. J. & Häkkinen, K. (2011). Neuromuscular and hormonal responses to constant and variable resistance loadings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43 (1), 26-33.
- Wathen, D., Baechle, T. R. & Earle, R. W. (2008). Periodization. In T. R. Baechle & R. W. Earle (eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (3. ed.) (pp. 507-522). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Weineck, J. (1997). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (10. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Weiss, L. W., Coney, H. D., & Clark, F. C. (2000). Gross measures of exercise-induced muscular hypertrophy. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 30 (3), 143-148.
- Whisenant, M. J., Panton, L. B., East, W. B. & Broeder, C. E. (2003). Validation of submaximal prediction equations for the 1 repetition maximum bench press test on a group of collegiate football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (2), 221-227.
- Willardson, J. M. (2006). A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (4), 978-984.
- Willardson, J. M. (2007). The application of training to failure in periodized multiple-set resistance exercise programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (2), 628-631.
- Willardson, J. M. & Bressel, E. (2004). Predicting a 10 repetition maximum for the free weight parallel squat using the 45° angled leg press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (3), 567-571.
- Willardson, J. M., Norton, L. & Wilson, G. (2010). Training to failure and beyond in mainstream resistance exercise programs. *Strength and Conditioning Journal*, 32 (3), 21-29.
- Willimczik, K. (1999). *Statistik im Sport: Grundlagen, Verfahren, Anwendungen*. Hamburg: Czwalina.
- Willimczik, K., Daug, R. & Olivier, N. (1991). Belastung und Beanspruchung als Einflussfaktor der Sportmotorik. In N. Olivier & R. Daug (Hrsg.), *Sportliche Bewegung und Motorik unter Belastung* (S. 2-28). Clausthal-Zellerfeld: dvs-Protokoll.
- Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M. C., Jo, E., Lowery, R. P. & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (3), 854-859.

- Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M. C., Loennecke, J. P. & Anderson, J. C. (2012). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (8), 2293-2307.
- Winett, R. A. & Carpinelli, R. N. (2001). Potential health-related benefits of resistance training. *Preventive Medicine*, 33 (5), 503-513.
- Wirth, K. (2007). *Trainingshäufigkeit beim Hypertrophietraining*. Köln: Sportverlag Strauß.
- Wirth, K., Atzor, K. R. & Schmidtbleicher, D. (2007). Veränderungen der Muskelmasse in Abhängigkeit von Trainingshäufigkeit und Leistungsniveau. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58 (6), 178-183.
- Wolfe, B. L., LeMura, L. M. & Cole, P. J. (2004). Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (1), 35-47.
- Wong, D. P., Tan, E. C. H., Chaouachi, A., Carling, C., Castagna, C., Bloomfield, J. & Behm, D. G. (2010). Using squat testing to predict training loads for lower-body exercises in elite karate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (11), 3075 - 3080.
- Yamaguchi, T. & Ishii, K. (2005). Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (3), 677-683.
- Young, W. B. & Bilby, G. E. (1993). The effect of voluntary effort to influence speed of contraction on strength, muscular power and hypertrophy development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7 (3), 172-178.
- Zatsiorsky, V. M. (1996). *Krafttraining. Praxis und Wissenschaft*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Zatsiorsky, V. M. & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training* (2. ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Zatsiorsky, V. M. & Kulik, N. G. (1965). Zwei Arten von Ausdauer-Kennwerten. *Theorija i Praktika Fiziceskoj Kultury*, 27 (2), 35-41.
- Zatsiorsky, V. M., Kulik, N. G. & Smirnov, Y. I. (1970). Die Wechselwirkung zwischen den körperlichen Eigenschaften. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 19 (2), 141-157.
- Zimmermann, K. (2002). *Gesundheitsorientiertes Muskelkrafttraining* (2. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.

Anhang

Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1:	Deskriptive Statistik „Beinpresse horizontal“	291
Anhang 2:	Deskriptive Statistik „Brustpresse horizontal“	294
Anhang 3:	Deskriptive Statistik „Butterfly“	297
Anhang 4:	Deskriptive Statistik „Latzug vertikal zum Nacken“	300
Anhang 5:	Deskriptive Statistik „Rückenzug horizontal“	303
Anhang 6:	Deskriptive Statistik „Kurzhantel-Seitheben“	306
Anhang 7:	Deskriptive Statistik „Armstrecken am Seilzug“	309
Anhang 8:	Deskriptive Statistik „Kurzhantel-Armbeugen“	312
Anhang 9:	Informationsblatt zur Krafttrainingsstudie	315
Anhang 10:	Anamnesebogen	316
Anhang 11:	Testprotokoll 20-RM-Test.....	320
Anhang 12:	Testprotokoll 10-RM-Test.....	322
Anhang 13:	Testprotokoll 1-RM-Test.....	324
Anhang 14:	Curriculum Vitae.....	326

Anhang 1: Deskriptive Statistik „Beinpresse horizontal“

Tab. I: Beinpresse horizontal: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Testzeitpunkten

Variable	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₀ 20-RM	315	90,60	87,08	94,11	31,70	25,00	187,50
t ₁ 20-RM	315	108,31	104,48	112,13	34,52	40,00	225,00
t ₀ 10-RM	315	113,12	108,98	117,26	37,31	40,00	215,00
t ₁ 10-RM	315	130,87	126,54	135,19	39,03	55,00	265,00
t ₀ 1-RM	315	136,47	131,72	141,21	42,79	52,50	290,00
t ₁ 1-RM	315	155,63	150,58	160,67	45,49	70,00	320,00
t ₂ 1-RM	315	156,41	151,34	161,47	45,65	70,00	320,00
t ₃ 1-RM	315	157,58	152,52	162,64	45,62	75,00	320,00
t ₄ 1-RM	315	159,29	154,25	164,33	45,47	75,00	325,00

Tab. II: Beinpresse horizontal: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Post- und Follow-up-Testzeitpunkten der Experimental- und Kontrollgruppe

Variable	E/K	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₁ 20-RM	E	315	108,31	104,48	112,13	34,52	40,00	225,00
t ₁ 20-RM	K	286	107,90	104,07	111,73	32,90	30,00	230,00
t ₁ 10-RM	E	315	130,87	126,54	135,19	39,03	55,00	265,00
t ₁ 10-RM	K	286	130,08	125,84	134,32	36,41	40,00	250,00
t ₁ 1-RM	E	315	155,63	150,58	160,67	45,49	70,00	320,00
t ₁ 1-RM	K	286	154,76	149,75	159,78	43,12	55,00	280,00
t ₂ 1-RM	E	315	156,41	151,34	161,47	45,65	70,00	320,00
t ₂ 1-RM	K	286	155,21	150,19	160,24	43,18	55,00	280,00
t ₃ 1-RM	E	315	157,58	152,52	162,64	45,62	75,00	320,00
t ₃ 1-RM	K	286	156,50	151,47	161,54	43,29	55,00	285,00
t ₄ 1-RM	E	315	159,29	154,25	164,33	45,47	75,00	325,00
t ₄ 1-RM	K	286	158,51	153,50	163,53	43,07	55,00	285,00

E = Experimentalgruppe, K = Kontrollgruppe

Tab. III: Beinpresse horizontal: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	V1	104	22,93	21,27	24,59	8,54	9,43	61,90
	V2	109	20,70	18,72	22,68	10,44	6,67	60,00
	V3	102	20,79	18,30	23,29	12,71	0,00	75,00
Δt_0-t_1 10-RM	V1	104	18,80	17,62	19,98	6,07	8,57	45,00
	V2	109	16,52	14,96	18,08	8,23	5,41	47,06
	V3	102	16,39	14,44	18,35	9,96	0,00	55,56
Δt_0-t_1 1-RM	V1	104	16,44	14,99	17,89	7,43	5,41	44,44
	V2	109	14,39	13,11	15,66	6,71	4,35	41,67
	V3	102	14,51	13,19	15,84	6,73	4,17	35,71
Δt_0-t_4 1-RM	V1	104	19,56	17,84	21,28	8,83	7,50	50,00
	V2	109	17,31	15,78	18,84	8,07	4,35	50,00
	V3	102	17,59	16,04	19,14	7,89	5,71	42,86

V = Versuchsgruppe

Tab. IV: Beinpresse horizontal: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	B	76	27,39	25,11	29,67	9,96	6,82	60,00
	G	78	18,88	17,63	20,13	5,55	4,00	31,58
	F	98	23,26	20,51	26,02	13,74	0,00	75,00
	L	63	14,74	13,52	15,96	4,83	6,67	26,67
Δt_0-t_1 10-RM	B	76	22,54	20,78	24,31	7,74	11,76	45,00
	G	78	16,08	14,83	17,34	5,58	4,65	37,50
	F	98	16,91	14,93	18,90	9,90	0,00	55,56
	L	63	12,74	11,46	14,03	5,10	6,00	25,00
Δt_0-t_1 1-RM	B	76	21,07	19,22	22,92	8,10	8,82	44,44
	G	78	15,12	14,25	15,99	3,85	6,67	25,00
	F	98	13,88	12,60	15,16	6,39	4,17	32,50
	L	63	9,79	8,92	10,67	3,48	4,76	25,93
Δt_0-t_4 1-RM	B	76	25,87	23,82	27,92	8,98	11,11	50,00
	G	78	17,58	16,59	18,58	4,41	6,67	27,27
	F	98	17,09	15,57	18,60	7,56	4,35	50,00
	L	63	11,15	10,23	12,08	3,66	4,76	25,93

LS = Leistungsstufe

Tab. V: Beinpresse horizontal: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	m	166	19,47	18,02	20,93	9,51	0,00	55,56
	w	149	23,69	21,82	25,55	11,51	7,69	75,00
Δt_0-t_1 10-RM	m	166	15,51	14,33	16,69	7,69	0,00	47,06
	w	149	19,15	17,77	20,53	8,51	6,00	55,56
Δt_0-t_1 1-RM	m	166	14,07	13,04	15,11	6,76	4,17	44,44
	w	149	16,25	15,10	17,40	7,11	4,55	35,71
Δt_0-t_4 1-RM	m	166	16,59	15,41	17,78	7,72	4,35	50,00
	w	149	19,87	18,47	21,26	8,62	5,26	50,00

m = männlich, w = weiblich

Tab. VI: Beinpresse horizontal: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	V1	104	49,63	47,71	51,56	9,89	29,00	75,00
	V2	109	53,02	51,74	54,30	6,74	40,00	71,00
	V3	102	53,94	52,64	55,25	6,64	33,00	70,00
Intensität Woche 3-4	V1	104	56,88	54,88	58,87	10,26	34,00	78,00
	V2	109	54,14	52,86	55,42	6,74	40,00	71,00
	V3	102	55,46	54,23	56,69	6,25	33,00	70,00
Intensität Woche 5-6	V1	104	64,64	62,55	66,74	10,77	40,00	89,00
	V2	109	55,61	54,18	57,04	7,53	40,00	78,00
	V3	102	56,97	55,82	58,12	5,84	46,00	72,00

V = Versuchsgruppe

Tab. VII: Beinpresse horizontal: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	B	76	45,97	44,74	47,21	5,39	31,00	62,00
	G	78	46,37	44,89	47,86	6,58	29,00	57,00
	F	98	56,71	55,83	57,60	4,44	45,00	66,00
	L	63	59,90	58,57	61,24	5,31	48,00	75,00
Intensität Woche 3-4	B	76	49,76	48,67	50,86	4,79	37,00	62,00
	G	78	49,56	48,17	50,96	6,20	33,00	67,00
	F	98	59,94	58,82	61,06	5,60	45,00	76,00
	L	63	62,71	61,32	64,11	5,54	50,00	78,00
Intensität Woche 5-6	B	76	53,46	52,09	54,83	5,99	40,00	68,00
	G	78	53,17	51,70	54,63	6,51	40,00	70,00
	F	98	62,80	61,20	64,39	7,97	45,00	84,00
	L	63	67,17	65,21	69,14	7,80	56,00	89,00

LS = Leistungsstufe

Tab. VIII: Beinpresse horizontal: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	m	166	51,69	50,38	52,99	8,52	29,00	75,00
	w	149	52,77	51,55	53,99	7,54	33,00	70,00
Intensität Woche 3-4	m	166	54,85	53,61	56,09	8,10	34,00	78,00
	w	149	56,16	54,89	57,43	7,85	33,00	76,00
Intensität Woche 5-6	m	166	58,14	56,74	59,54	9,12	40,00	89,00
	w	149	60,03	58,54	61,51	9,19	42,00	84,00

m = männlich, w = weiblich

Anhang 2: Deskriptive Statistik „Brustpresse horizontal“

Tab. I: Brustpresse horizontal: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Testzeitpunkten

Variable	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₀ 20-RM	315	35,79	34,00	37,57	16,07	10,00	90,00
t ₁ 20-RM	315	43,19	41,28	45,10	17,19	15,00	100,00
t ₀ 10-RM	315	48,83	46,53	51,14	20,82	15,00	130,00
t ₁ 10-RM	315	57,27	54,85	59,69	21,85	20,00	140,00
t ₀ 1-RM	315	63,87	61,07	66,66	25,20	17,50	135,00
t ₁ 1-RM	315	72,68	69,80	75,56	25,96	22,50	140,00
t ₂ 1-RM	315	73,04	70,17	75,91	25,91	25,00	140,00
t ₃ 1-RM	315	73,75	70,87	76,63	25,98	25,00	140,00
t ₄ 1-RM	315	74,88	71,98	77,78	26,13	25,00	140,00

Tab. II: Brustpresse horizontal: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Post- und Follow-up-Testzeitpunkten der Experimental- und Kontrollgruppe

Variable	E/K	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₁ 20-RM	E	315	43,19	41,28	45,10	17,19	15,00	100,00
t ₁ 20-RM	K	286	42,23	40,29	44,17	16,69	15,00	95,00
t ₁ 10-RM	E	315	57,27	54,85	59,69	21,85	20,00	140,00
t ₁ 10-RM	K	286	56,14	53,70	58,57	20,94	20,00	115,00
t ₁ 1-RM	E	315	72,68	69,80	75,56	25,96	22,50	140,00
t ₁ 1-RM	K	286	71,82	68,86	74,78	25,46	30,00	142,50
t ₂ 1-RM	E	315	73,04	70,17	75,91	25,91	25,00	140,00
t ₂ 1-RM	K	286	72,12	69,15	75,08	25,48	30,00	145,00
t ₃ 1-RM	E	315	73,75	70,87	76,63	25,98	25,00	140,00
t ₃ 1-RM	K	286	72,89	69,92	75,87	25,54	30,00	145,00
t ₄ 1-RM	E	315	74,88	71,98	77,78	26,13	25,00	140,00
t ₄ 1-RM	K	286	74,19	71,23	77,15	25,43	32,50	145,00

E = Experimentalgruppe, K = Kontrollgruppe

Tab. III: Brustpresse horizontal: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	V1	104	25,83	23,35	28,31	12,75	7,69	60,00
	V2	109	23,08	20,75	25,42	12,31	7,69	75,00
	V3	102	24,41	21,81	27,02	13,28	0,00	66,67
Δt_0-t_1 10-RM	V1	104	22,58	20,36	24,80	11,41	3,57	75,00
	V2	109	18,21	16,30	20,12	10,05	5,00	50,00
	V3	102	19,56	17,52	21,60	10,39	5,26	55,56
Δt_0-t_1 1-RM	V1	104	17,29	15,88	18,69	7,22	6,67	33,33
	V2	109	14,59	13,23	15,96	7,20	0,00	33,33
	V3	102	15,59	13,93	17,25	8,44	0,00	50,00
Δt_0-t_4 1-RM	V1	104	21,75	19,96	23,54	9,21	6,98	44,44
	V2	109	18,21	16,48	19,94	9,10	2,22	42,86
	V3	102	19,49	17,67	21,30	9,23	3,70	50,00

V = Versuchsgruppe

Tab. IV: Brustpresse horizontal: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	B	76	31,95	28,76	35,14	13,96	11,11	66,67
	G	78	21,33	19,17	23,49	9,58	7,69	66,67
	F	98	26,69	24,11	29,28	12,90	8,33	75,00
	L	63	15,62	13,86	17,39	7,01	0,00	37,50
Δt_0-t_1 10-RM	B	76	28,25	25,86	30,63	10,44	12,50	55,56
	G	78	15,79	14,17	17,42	7,21	3,57	38,89
	F	98	20,77	18,47	23,06	11,44	5,26	75,00
	L	63	14,52	12,80	16,24	6,84	5,00	50,00
Δt_0-t_1 1-RM	B	76	21,33	19,57	23,09	7,69	3,85	50,00
	G	78	15,54	14,20	16,88	5,93	4,76	33,33
	F	98	14,62	13,11	16,14	7,56	3,70	37,50
	L	63	11,31	9,84	12,78	5,85	0,00	33,33
Δt_0-t_4 1-RM	B	76	27,19	25,05	29,34	9,38	7,69	50,00
	G	78	19,41	17,72	21,10	7,49	9,09	41,67
	F	98	17,99	16,28	19,70	8,51	3,70	40,00
	L	63	14,15	12,55	15,76	6,38	2,22	33,33

LS = Leistungsstufe

Tab. V: Brustpresse horizontal: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	m	166	18,82	17,55	20,10	8,31	7,69	50,00
	w	149	30,65	28,39	32,92	13,98	0,00	75,00
Δt_0-t_1 10-RM	m	166	15,72	14,53	16,92	7,78	3,57	50,00
	w	149	24,96	23,10	26,82	11,51	5,26	75,00
Δt_0-t_1 1-RM	m	166	12,37	11,54	13,20	5,42	2,22	33,33
	w	149	19,63	18,33	20,93	8,04	0,00	50,00
Δt_0-t_4 1-RM	m	166	15,48	14,50	16,47	6,41	2,22	41,67
	w	149	24,60	23,04	26,15	9,61	5,56	50,00

m = männlich, w = weiblich

Tab. VI: Brustpresse horizontal: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	V1	104	49,85	47,91	51,79	9,97	27,00	69,00
	V2	109	53,17	51,76	54,57	7,40	29,00	70,00
	V3	102	53,75	52,37	55,14	7,06	38,00	71,00
Intensität Woche 3-4	V1	104	57,27	55,19	59,35	10,69	31,00	81,00
	V2	109	54,83	53,55	56,10	6,70	36,00	70,00
	V3	102	55,32	54,05	56,60	6,51	40,00	71,00
Intensität Woche 5-6	V1	104	65,14	62,97	67,32	11,18	38,00	88,00
	V2	109	57,31	55,98	58,65	7,04	36,00	75,00
	V3	102	57,06	55,80	58,31	6,39	40,00	71,00

V = Versuchsgruppe

Tab. VII: Brustpresse horizontal: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	B	76	43,76	42,19	45,33	6,87	27,00	67,00
	G	78	51,12	49,75	52,48	6,05	35,00	62,00
	F	98	53,86	52,79	54,93	5,33	38,00	64,00
	L	63	61,44	60,07	62,82	5,46	44,00	71,00
Intensität Woche 3-4	B	76	47,13	45,85	48,41	5,61	31,00	67,00
	G	78	55,23	54,19	56,28	4,63	41,00	69,00
	F	98	57,05	55,89	58,22	5,81	43,00	73,00
	L	63	64,98	63,31	66,66	6,66	44,00	81,00
Intensität Woche 5-6	B	76	50,78	49,36	52,19	6,20	36,00	75,00
	G	78	60,09	58,92	61,26	5,20	47,00	75,00
	F	98	60,95	59,42	62,48	7,65	47,00	81,00
	L	63	68,62	66,38	70,86	8,89	50,00	88,00

LS = Leistungsstufe

Tab. VIII: Brustpresse horizontal: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	m	166	53,28	52,06	54,50	7,97	27,00	70,00
	w	149	51,12	49,71	52,53	8,73	29,00	71,00
Intensität Woche 3-4	m	166	56,44	55,24	57,64	7,80	31,00	76,00
	w	149	55,07	53,67	56,47	8,64	36,00	81,00
Intensität Woche 5-6	m	166	60,14	58,80	61,47	8,70	38,00	86,00
	w	149	59,46	57,87	61,04	9,80	36,00	88,00

m = männlich, w = weiblich

Anhang 3: Deskriptive Statistik „Butterfly“

Tab. I: Butterfly: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Testzeitpunkten

Variable	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₀ 20-RM	315	28,53	26,98	30,09	14,04	5,00	70,00
t ₁ 20-RM	315	35,17	33,58	36,80	14,77	10,00	77,50
t ₀ 10-RM	315	39,22	37,13	41,31	18,86	7,50	100,00
t ₁ 10-RM	315	46,94	44,79	49,10	19,44	15,00	105,00
t ₀ 1-RM	315	53,70	50,96	56,44	24,73	12,50	132,50
t ₁ 1-RM	315	46,94	44,79	49,10	19,44	15,00	105,00
t ₂ 1-RM	315	46,94	44,79	49,10	19,44	15,00	105,00
t ₃ 1-RM	315	63,48	60,62	66,33	25,74	20,00	140,00
t ₄ 1-RM	315	64,34	61,49	67,20	25,74	20,00	142,50

Tab. II: Butterfly: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Post- und Follow-up-Testzeitpunkten der Experimental- und Kontrollgruppe

Variable	E/K	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₁ 20-RM	E	315	35,17	33,58	36,80	14,77	10,00	77,50
t ₁ 20-RM	K	286	34,48	32,86	36,10	13,91	10,00	75,00
t ₁ 10-RM	E	315	46,94	44,79	49,10	19,44	15,00	105,00
t ₁ 10-RM	K	286	46,02	43,97	48,08	17,65	15,00	105,00
t ₁ 1-RM	E	315	46,94	44,79	49,10	19,44	15,00	105,00
t ₁ 1-RM	K	286	60,92	58,17	63,66	23,58	20,00	135,00
t ₂ 1-RM	E	315	46,94	44,79	49,10	19,44	15,00	105,00
t ₂ 1-RM	K	286	61,22	58,47	63,96	23,56	20,00	135,00
t ₃ 1-RM	E	315	63,48	60,62	66,33	25,74	20,00	140,00
t ₃ 1-RM	K	286	62,05	59,28	64,81	23,73	20,00	135,00
t ₄ 1-RM	E	315	64,34	61,49	67,20	25,74	20,00	142,50
t ₄ 1-RM	K	286	63,27	60,52	66,02	23,66	22,50	137,50

E = Experimentalgruppe, K = Kontrollgruppe

Tab. III: Butterfly: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	V1	104	39,48	33,19	45,76	32,32	9,09	200,00
	V2	109	23,88	21,44	26,32	12,84	7,14	75,00
	V3	102	23,95	21,70	26,20	11,46	5,00	60,00
Δt_0-t_1 10-RM	V1	104	31,49	27,19	35,80	22,13	6,67	133,33
	V2	109	20,59	18,35	22,83	11,79	5,00	71,43
	V3	102	20,79	18,65	22,93	10,91	4,00	58,33
Δt_0-t_1 1-RM	V1	104	24,76	21,47	28,04	16,88	5,00	80,00
	V2	109	15,91	14,32	17,50	8,37	4,55	42,86
	V3	102	16,24	14,72	17,75	7,70	0,00	40,00
Δt_0-t_4 1-RM	V1	104	30,55	26,84	34,27	19,10	9,09	100,00
	V2	109	19,72	17,79	21,66	10,18	4,55	50,00
	V3	102	20,95	18,99	22,91	9,99	4,76	50,00

V = Versuchsgruppe

Tab. IV: Butterfly: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	B	76	37,13	34,48	39,78	11,59	16,67	75,00
	G	78	22,72	20,84	24,61	8,37	8,33	50,00
	F	98	34,84	27,89	41,80	34,67	7,14	200,00
	L	63	18,12	15,96	20,28	8,59	5,00	50,00
Δt_0-t_1 10-RM	B	76	31,61	28,85	34,36	12,05	11,11	71,43
	G	78	20,12	18,16	22,08	8,70	6,25	50,00
	F	98	27,64	22,89	32,39	23,69	4,00	133,33
	L	63	15,24	13,56	16,91	6,66	4,55	37,50
Δt_0-t_1 1-RM	B	76	24,40	22,40	26,40	8,77	12,50	50,00
	G	78	16,44	14,93	17,94	6,67	5,00	37,50
	F	98	20,98	17,44	24,52	17,66	4,76	80,00
	L	63	12,26	10,58	13,93	6,66	0,00	33,33
Δt_0-t_4 1-RM	B	76	31,41	29,11	33,72	10,09	14,29	62,50
	G	78	20,93	19,03	22,84	8,45	9,38	41,18
	F	98	25,42	21,36	29,49	20,27	4,76	100,00
	L	63	15,13	13,31	16,95	7,22	4,55	33,33

LS = Leistungsstufe

Tab. V: Butterfly: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	m	166	23,53	21,35	25,71	14,25	5,00	85,71
	w	149	35,20	30,76	39,64	27,43	7,69	200,00
Δt_0-t_1 10-RM	m	166	19,80	17,94	21,65	12,08	4,00	71,43
	w	149	29,22	26,11	32,33	19,20	6,67	133,33
Δt_0-t_1 1-RM	m	166	15,54	14,19	16,90	8,86	4,55	62,50
	w	149	22,71	20,36	25,06	14,52	0,00	80,00
Δt_0-t_4 1-RM	m	166	19,49	17,84	21,14	10,77	4,55	62,50
	w	149	28,39	25,40	31,08	16,62	7,69	100,00

m = männlich, w = weiblich

Tab. VI: Butterfly: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	V1	104	46,33	44,56	48,19	9,61	26,00	70,00
	V2	109	51,32	50,18	52,46	6,02	40,00	67,00
	V3	102	50,69	49,33	52,04	6,90	36,00	69,00
Intensität Woche 3-4	V1	104	53,11	51,07	55,14	10,47	29,00	79,00
	V2	109	52,61	51,40	53,83	6,42	40,00	67,00
	V3	102	52,32	51,12	53,53	6,14	36,00	69,00
Intensität Woche 5-6	V1	104	60,44	58,30	62,58	11,01	32,00	87,00
	V2	109	54,80	53,59	56,01	6,38	40,00	71,00
	V3	102	55,16	53,96	56,36	6,09	42,00	75,00

V = Versuchsgruppe

Tab. VII: Butterfly: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	B	76	42,66	41,48	43,83	5,15	33,00	55,00
	G	78	49,95	48,66	51,24	5,71	36,00	63,00
	F	98	48,63	47,35	49,91	6,39	26,00	63,00
	L	63	58,38	56,72	60,05	6,61	42,00	70,00
Intensität Woche 3-4	B	76	46,18	45,25	47,12	4,08	36,00	55,00
	G	78	54,38	53,31	55,46	4,77	43,00	63,00
	F	98	50,55	49,16	51,94	6,92	29,00	75,00
	L	63	61,73	60,01	63,45	6,85	47,00	79,00
Intensität Woche 5-6	B	76	50,70	49,65	51,74	4,56	40,00	60,00
	G	78	58,92	57,73	60,11	5,28	44,00	71,00
	F	98	54,04	52,49	55,59	7,73	32,00	75,00
	L	63	65,71	63,62	67,81	8,31	53,00	87,00

LS = Leistungsstufe

Tab. VIII: Butterfly: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	m	166	49,75	48,53	50,97	7,97	26,00	70,00
	w	149	49,15	47,87	50,43	7,91	33,00	68,00
Intensität Woche 3-4	m	166	52,66	51,49	53,83	7,63	29,00	79,00
	w	149	52,71	51,38	54,04	8,21	36,00	76,00
Intensität Woche 5-6	m	166	56,04	54,79	57,29	8,14	32,00	87,00
	w	149	57,60	56,16	59,03	8,85	40,00	84,00

m = männlich, w = weiblich

Anhang 4: Deskriptive Statistik „Latzug vertikal zum Nacken“

Tab. I: Latzug vertikal zum Nacken: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Testzeitpunkten

Variable	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₀ 20-RM	315	36,06	34,72	37,41	12,13	12,50	65,00
t ₁ 20-RM	315	43,12	41,73	44,51	12,56	20,00	75,00
t ₀ 10-RM	315	47,48	45,74	49,21	15,64	20,00	85,00
t ₁ 10-RM	315	55,60	53,81	57,38	16,13	25,00	95,00
t ₀ 1-RM	315	61,09	59,00	63,18	18,87	22,50	110,00
t ₁ 1-RM	315	69,91	67,78	72,04	19,22	27,50	120,00
t ₂ 1-RM	315	70,20	68,07	72,33	19,20	30,00	120,00
t ₃ 1-RM	315	70,98	68,87	73,10	19,11	30,00	120,00
t ₄ 1-RM	315	71,87	69,75	74,00	19,15	30,00	125,00

Tab. II: Latzug vertikal zum Nacken: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Post- und Follow-up-Testzeitpunkten der Experimental- und Kontrollgruppe

Variable	E/K	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₁ 20-RM	E	315	43,12	41,73	44,51	12,56	20,00	75,00
t ₁ 20-RM	K	286	42,46	40,97	43,94	12,77	17,50	80,00
t ₁ 10-RM	E	315	55,60	53,81	57,38	16,13	25,00	95,00
t ₁ 10-RM	K	286	54,90	53,05	56,76	15,97	25,00	95,00
t ₁ 1-RM	E	315	69,91	67,78	72,04	19,22	27,50	120,00
t ₁ 1-RM	K	286	69,07	66,82	71,32	19,33	30,00	120,00
t ₂ 1-RM	E	315	70,20	68,07	72,33	19,20	30,00	120,00
t ₂ 1-RM	K	286	69,21	66,96	71,46	19,33	30,00	120,00
t ₃ 1-RM	E	315	70,98	68,87	73,10	19,11	30,00	120,00
t ₃ 1-RM	K	286	70,04	67,80	72,28	19,25	30,00	120,00
t ₄ 1-RM	E	315	71,87	69,75	74,00	19,15	30,00	125,00
t ₄ 1-RM	K	286	71,29	69,04	73,53	19,25	35,00	120,00

E = Experimentalgruppe, K = Kontrollgruppe

Tab. III: Latzug vertikal zum Nacken: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	V1	104	24,34	22,19	26,49	11,06	9,09	71,43
	V2	109	20,47	18,70	22,24	9,33	5,56	50,00
	V3	102	21,26	19,01	23,50	11,43	4,76	66,67
Δt_0-t_1 10-RM	V1	104	21,08	19,45	22,70	8,35	5,88	50,00
	V2	109	17,44	15,77	19,11	8,79	3,23	40,00
	V3	102	18,37	16,47	20,28	9,71	0,00	50,00
Δt_0-t_1 1-RM	V1	104	17,37	15,98	18,76	7,15	5,00	50,00
	V2	109	15,59	13,69	17,49	10,00	0,00	68,75
	V3	102	14,85	13,46	16,25	7,09	0,00	33,33
Δt_0-t_4 1-RM	V1	104	21,24	19,58	22,91	8,56	5,00	50,00
	V2	109	19,03	16,90	21,16	11,22	0,00	75,00
	V3	102	18,45	16,76	20,15	8,62	0,00	41,67

V = Versuchsgruppe

Tab. IV: Latzug vertikal zum Nacken: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	B	76	27,17	24,53	29,81	11,55	9,09	71,43
	G	78	23,79	20,93	26,66	12,72	10,00	66,67
	F	98	20,79	19,21	22,38	7,92	8,33	41,67
	L	63	15,42	13,86	16,99	6,21	4,76	33,33
Δt_0-t_1 10-RM	B	76	24,60	22,63	26,57	8,62	8,33	50,00
	G	78	20,66	18,73	22,59	8,56	0,00	50,00
	F	98	17,19	15,47	18,92	8,63	3,23	40,00
	L	63	12,73	11,30	14,15	5,66	0,00	31,25
Δt_0-t_1 1-RM	B	76	20,72	19,01	22,42	7,46	8,82	50,00
	G	78	15,83	14,36	17,30	6,53	5,56	33,33
	F	98	16,67	13,79	17,55	9,37	3,03	68,75
	L	63	10,71	9,27	12,16	5,74	0,00	30,77
Δt_0-t_4 1-RM	B	76	25,40	23,51	27,29	8,29	8,82	50,00
	G	78	20,18	18,35	22,00	8,10	7,69	41,67
	F	98	18,79	16,68	20,89	10,50	3,03	75,00
	L	63	13,02	11,32	14,72	6,74	0,00	31,58

LS = Leistungsstufe

Tab. V: Latzug vertikal zum Nacken: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	m	166	17,21	16,21	18,21	6,52	4,76	38,46
	w	149	27,34	25,41	29,27	11,92	5,88	71,43
Δt_0-t_1 10-RM	m	166	15,76	14,67	16,85	7,11	0,00	40,00
	w	149	22,49	20,92	24,06	9,70	0,00	50,00
Δt_0-t_1 1-RM	m	166	13,01	12,05	13,96	6,25	0,00	33,33
	w	149	19,20	17,74	20,66	9,01	0,00	68,75
Δt_0-t_4 1-RM	m	166	15,85	14,71	16,99	7,42	0,00	41,67
	w	149	23,72	22,08	25,36	10,12	0,00	75,00

m = männlich, w = weiblich

Tab. VI: Latzug vertikal zum Nacken: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	V1	104	50,38	48,41	52,34	10,13	33,00	69,00
	V2	109	53,70	52,32	55,07	7,23	36,00	67,00
	V3	102	53,98	52,56	55,40	7,23	31,00	67,00
Intensität Woche 3-4	V1	104	57,98	55,91	60,06	10,67	38,00	79,00
	V2	109	55,63	54,38	56,89	6,60	43,00	70,00
	V3	102	55,66	54,27	57,04	7,04	36,00	67,00
Intensität Woche 5-6	V1	104	65,83	63,67	67,98	11,08	44,00	86,00
	V2	109	57,11	55,89	58,33	6,45	43,00	70,00
	V3	102	57,56	56,26	58,86	6,63	36,00	71,00

V = Versuchsgruppe

Tab. VII: Latzug vertikal zum Nacken: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	B	76	43,08	41,84	44,32	5,43	31,00	57,00
	G	78	50,99	49,59	52,38	6,18	37,00	64,00
	F	98	55,34	54,35	56,32	4,91	43,00	64,00
	L	63	62,29	61,22	63,35	4,24	47,00	69,00
Intensität Woche 3-4	B	76	47,87	46,58	49,16	5,64	36,00	63,00
	G	78	54,41	53,16	55,66	5,54	43,00	67,00
	F	98	58,58	57,45	59,71	5,62	43,00	72,00
	L	63	65,84	64,38	67,30	5,81	50,00	79,00
Intensität Woche 5-6	B	76	51,51	50,33	52,69	5,16	36,00	65,00
	G	78	58,77	57,38	60,16	6,16	43,00	75,00
	F	98	62,07	60,51	63,63	7,78	43,00	81,00
	L	63	69,21	67,07	71,35	8,49	50,00	86,00

LS = Leistungsstufe

Tab. VIII: Latzug vertikal zum Nacken: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	m	166	53,64	52,42	54,85	7,93	36,00	67,00
	w	149	51,64	50,20	53,07	8,87	31,00	69,00
Intensität Woche 3-4	m	166	57,20	56,04	58,35	7,53	40,00	75,00
	w	149	55,54	54,07	57,02	9,10	36,00	79,00
Intensität Woche 5-6	m	166	60,71	59,45	61,97	8,21	46,00	83,00
	w	149	59,49	57,84	61,14	10,20	36,00	86,00

m = männlich, w = weiblich

Anhang 5: Deskriptive Statistik „Rückenzug horizontal“

Tab. I: Rückenzug horizontal: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Testzeitpunkten

Variable	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₀ 20-RM	315	39,26	37,80	40,73	13,21	15,00	75,00
t ₁ 20-RM	315	46,83	45,28	48,38	13,99	20,00	87,50
t ₀ 10-RM	315	53,13	51,16	55,11	17,81	25,00	120,00
t ₁ 10-RM	315	62,37	60,30	64,43	18,61	30,00	135,00
t ₀ 1-RM	315	70,55	68,12	72,98	21,94	30,00	135,00
t ₁ 1-RM	315	80,51	77,95	83,07	23,07	40,00	150,00
t ₂ 1-RM	315	80,87	78,29	83,44	23,22	40,00	150,00
t ₃ 1-RM	315	81,62	79,04	84,19	23,23	40,00	150,00
t ₄ 1-RM	315	82,56	79,98	85,13	23,20	40,00	155,00

Tab. II: Rückenzug horizontal: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Post- und Follow-up-Testzeitpunkten der Experimental- und Kontrollgruppe

Variable	E/K	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₁ 20-RM	E	315	46,83	45,28	48,38	13,99	20,00	87,50
t ₁ 20-RM	K	286	46,07	44,46	47,68	13,82	20,00	90,00
t ₁ 10-RM	E	315	62,37	60,30	64,43	18,61	30,00	135,00
t ₁ 10-RM	K	286	60,94	58,88	63,01	17,72	30,00	120,00
t ₁ 1-RM	E	315	80,51	77,95	83,07	23,07	40,00	150,00
t ₁ 1-RM	K	286	78,92	76,31	81,53	22,42	45,00	155,00
t ₂ 1-RM	E	315	80,87	78,29	83,44	23,22	40,00	150,00
t ₂ 1-RM	K	286	79,13	76,51	81,74	22,46	45,00	155,00
t ₃ 1-RM	E	315	81,62	79,04	84,19	23,23	40,00	150,00
t ₃ 1-RM	K	286	80,01	77,41	82,61	22,36	45,00	155,00
t ₄ 1-RM	E	315	82,56	79,98	85,13	23,20	40,00	155,00
t ₄ 1-RM	K	286	81,37	78,78	83,97	22,29	45,00	155,00

E = Experimentalgruppe, K = Kontrollgruppe

Tab. III: Rückenzug horizontal: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	V1	104	24,15	22,47	25,83	8,63	7,69	50,00
	V2	109	19,08	17,30	20,86	9,39	0,00	53,85
	V3	102	20,75	18,63	22,87	10,80	4,17	57,14
Δt_0-t_1 10-RM	V1	104	21,44	19,88	22,99	8,02	5,88	41,67
	V2	109	17,52	16,16	18,87	7,13	5,26	42,86
	V3	102	18,67	16,64	20,69	10,31	5,26	58,33
Δt_0-t_1 1-RM	V1	104	16,95	15,68	18,22	6,53	5,88	37,50
	V2	109	14,17	12,92	15,41	6,54	0,00	35,71
	V3	102	14,42	13,17	15,66	6,35	2,86	37,50
Δt_0-t_4 1-RM	V1	104	20,50	18,99	22,00	7,72	7,69	43,75
	V2	109	16,96	15,41	18,52	8,17	0,00	44,44
	V3	102	17,59	16,20	18,98	7,07	3,70	43,75

V = Versuchsgruppe

Tab. IV: Rückenzug horizontal: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	B	76	27,28	24,75	29,82	11,11	4,17	57,14
	G	78	22,24	20,23	24,26	8,93	7,69	50,00
	F	98	19,26	17,55	20,98	8,55	0,00	50,00
	L	63	16,06	14,32	17,80	6,92	5,26	33,33
Δt_0-t_1 10-RM	B	76	23,80	21,95	25,66	8,11	9,68	45,45
	G	78	20,58	19,06	22,10	6,75	9,09	41,67
	F	98	18,39	16,41	20,38	9,91	5,56	58,33
	L	63	13,12	11,84	14,39	5,05	5,26	25,00
Δt_0-t_1 1-RM	B	76	20,18	18,76	21,61	6,23	9,52	37,50
	G	78	15,52	14,50	16,54	4,53	7,69	31,25
	F	98	14,49	13,21	15,76	6,36	3,70	37,50
	L	63	9,74	8,57	10,92	4,67	0,00	23,81
Δt_0-t_4 1-RM	B	76	23,88	22,11	25,65	7,74	9,68	44,44
	G	78	19,34	18,02	20,67	5,88	7,69	40,00
	F	98	17,13	15,60	18,66	7,64	3,70	43,75
	L	63	12,27	11,05	13,49	4,83	0,00	28,57

LS = Leistungsstufe

Tab. V: Rückenzug horizontal: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	m	166	18,10	16,92	19,29	7,75	0,00	53,85
	w	149	24,85	23,12	26,58	10,69	0,00	57,14
Δt_0-t_1 10-RM	m	166	15,96	14,85	17,06	7,22	5,88	58,33
	w	149	22,78	21,36	24,20	8,79	5,26	45,45
Δt_0-t_1 1-RM	m	166	13,24	12,42	14,06	5,33	2,86	35,71
	w	149	17,31	16,15	18,47	7,16	0,00	37,50
Δt_0-t_4 1-RM	m	166	13,77	12,89	14,65	5,74	2,86	44,44
	w	149	15,85	14,87	16,83	6,39	3,70	44,44

m = männlich, w = weiblich

Tab. VI: Rückenzug horizontal: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	V1	104	49,32	47,19	51,45	10,94	30,00	75,00
	V2	109	53,66	52,37	54,96	6,82	36,00	70,00
	V3	102	53,90	52,46	55,34	7,33	40,00	71,00
Intensität Woche 3-4	V1	104	56,99	54,71	59,28	11,75	35,00	83,00
	V2	109	55,48	54,38	56,57	5,76	43,00	70,00
	V3	102	55,26	53,96	56,57	6,64	43,00	71,00
Intensität Woche 5-6	V1	104	64,49	62,10	66,88	12,31	40,00	92,00
	V2	109	57,03	55,98	58,08	5,52	43,00	70,00
	V3	102	56,87	55,61	58,14	6,43	43,00	72,00

V = Versuchsgruppe

Tab. VII: Rückenzug horizontal: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	B	76	43,24	41,89	44,59	5,90	30,00	62,00
	G	78	50,51	49,24	51,78	5,64	36,00	60,00
	F	98	53,21	52,19	54,24	5,13	37,00	65,00
	L	63	64,05	62,90	65,20	4,57	55,00	75,00
Intensität Woche 3-4	B	76	47,75	46,63	48,87	4,91	35,00	65,00
	G	78	54,26	53,34	55,17	4,07	44,00	65,00
	F	98	56,06	54,94	57,19	5,61	43,00	73,00
	L	63	67,56	65,96	69,15	6,34	57,00	83,00
Intensität Woche 5-6	B	76	51,39	50,20	52,59	5,23	40,00	63,00
	G	78	58,28	57,22	59,34	4,69	44,00	73,00
	F	98	59,27	57,85	60,68	7,05	47,00	82,00
	L	63	70,86	68,54	73,17	9,19	57,00	92,00

LS = Leistungsstufe

Tab. VIII: Rückenzug horizontal: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	m	166	52,43	51,22	53,64	7,90	33,00	71,00
	w	149	52,17	50,60	53,74	9,69	30,00	75,00
Intensität Woche 3-4	m	166	56,00	54,79	57,21	7,90	40,00	82,00
	w	149	55,81	54,34	57,27	9,06	35,00	83,00
Intensität Woche 5-6	m	166	59,59	58,22	60,96	8,92	43,00	89,00
	w	149	59,28	57,71	60,84	9,69	40,00	92,00

m = männlich, w = weiblich

Anhang 6: Deskriptive Statistik „Kurzhandel-Seitheben“

Tab. I: Kurzhandel-Seitheben: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Testzeitpunkten

Variable	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₀ 20-RM	315	8,71	8,34	9,09	3,39	4,00	25,00
t ₁ 20-RM	315	11,40	10,98	11,81	3,74	4,00	30,00
t ₀ 10-RM	315	13,31	12,77	13,85	4,86	6,00	30,00
t ₁ 10-RM	315	16,54	15,91	17,16	5,62	6,00	35,00
t ₀ 1-RM	315	18,69	18,00	19,38	6,23	8,00	40,00
t ₁ 1-RM	315	22,57	21,76	23,37	7,25	10,00	50,00
t ₂ 1-RM	315	22,64	21,83	23,44	7,26	10,00	50,00
t ₃ 1-RM	315	22,76	21,94	23,57	7,33	10,00	50,00
t ₄ 1-RM	315	23,58	22,73	24,44	7,75	10,00	50,00

Tab. II: Kurzhandel-Seitheben: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Post- und Follow-up-Testzeitpunkten der Experimental- und Kontrollgruppe

Variable	E/K	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₁ 20-RM	E	315	11,40	10,98	11,81	3,74	4,00	30,00
t ₁ 20-RM	K	286	11,25	10,82	11,68	3,70	4,00	30,00
t ₁ 10-RM	E	315	16,54	15,91	17,16	5,62	6,00	35,00
t ₁ 10-RM	K	286	16,08	15,47	16,68	5,22	6,00	40,00
t ₁ 1-RM	E	315	22,57	21,76	23,37	7,25	10,00	50,00
t ₁ 1-RM	K	286	22,09	21,25	22,94	7,26	10,00	50,00
t ₂ 1-RM	E	315	22,64	21,83	23,44	7,26	10,00	50,00
t ₂ 1-RM	K	286	22,16	21,32	23,01	7,26	10,00	50,00
t ₃ 1-RM	E	315	22,76	21,94	23,57	7,33	10,00	50,00
t ₃ 1-RM	K	286	22,36	21,52	23,21	7,27	10,00	50,00
t ₄ 1-RM	E	315	23,58	22,73	24,44	7,75	10,00	50,00
t ₄ 1-RM	K	286	23,21	22,35	24,08	7,43	10,00	50,00

E = Experimentalgruppe, K = Kontrollgruppe

Tab. III: Kurzhandel-Seitheben: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	V1	104	35,75	32,59	38,90	16,22	0,00	100,00
	V2	109	33,92	30,98	36,86	15,49	12,50	66,67
	V3	102	34,36	29,91	38,80	22,64	0,00	100,00
Δt_0-t_1 10-RM	V1	104	26,24	24,17	28,31	10,64	11,11	56,25
	V2	109	25,72	23,28	28,16	12,84	0,00	66,67
	V3	102	25,70	23,27	28,14	12,41	0,00	66,67
Δt_0-t_1 1-RM	V1	104	22,11	20,14	24,09	10,17	0,00	60,00
	V2	109	20,88	19,22	22,55	8,77	0,00	50,00
	V3	102	21,36	19,68	23,04	8,55	0,00	50,00
Δt_0-t_4 1-RM	V1	104	29,98	27,28	32,67	13,85	0,00	60,00
	V2	109	25,70	23,31	28,09	12,61	0,00	78,57
	V3	102	25,25	22,93	27,56	11,78	0,00	66,67

V = Versuchsgruppe

Tab. IV: Kurzhandel-Seitheben: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	B	76	40,41	36,25	44,58	18,22	14,29	100,00
	G	78	39,09	33,94	44,25	22,87	0,00	100,00
	F	98	31,73	28,64	34,82	15,42	0,00	66,67
	L	63	26,81	23,95	29,66	11,32	12,50	50,00
Δt_0-t_1 10-RM	B	76	32,17	28,92	35,41	14,20	11,11	66,67
	G	78	25,92	23,32	28,53	11,56	0,00	60,00
	F	98	23,49	21,29	25,68	10,94	0,00	50,00
	L	63	21,99	20,10	23,88	7,51	11,11	40,00
Δt_0-t_1 1-RM	B	76	25,63	23,28	27,97	10,25	11,11	60,00
	G	78	20,35	18,33	22,37	8,97	0,00	50,00
	F	98	19,84	18,11	21,56	8,61	0,00	40,00
	L	63	20,24	18,38	22,10	7,39	11,11	40,00
Δt_0-t_4 1-RM	B	76	30,96	27,91	34,01	13,37	11,11	78,57
	G	78	24,51	21,95	27,06	11,34	0,00	66,67
	F	98	26,59	23,71	29,46	14,34	0,00	66,67
	L	63	25,78	23,04	28,52	10,87	11,11	50,00

LS = Leistungsstufe

Tab. V: Kurzhandel-Seitheben: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	m	166	30,69	27,98	33,41	17,71	0,00	100,00
	w	149	39,09	36,18	41,99	17,94	0,00	100,00
Δt_0-t_1 10-RM	m	166	24,13	22,55	25,72	10,32	0,00	60,00
	w	149	27,83	25,67	30,00	13,36	0,00	66,67
Δt_0-t_1 1-RM	m	166	20,98	19,76	22,20	7,96	0,00	50,00
	w	149	21,96	20,28	23,64	10,37	0,00	60,00
Δt_0-t_4 1-RM	m	166	26,62	24,67	28,56	12,69	0,00	78,57
	w	149	27,35	25,22	29,49	13,19	0,00	66,67

m = männlich, w = weiblich

Tab. VI: Kurzhandel-Seitheben: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	V1	104	48,59	46,53	50,64	10,57	32,00	71,00
	V2	109	51,09	49,45	52,74	8,66	25,00	71,00
	V3	102	51,07	49,66	52,48	7,18	33,00	67,00
Intensität Woche 3-4	V1	104	55,20	53,02	57,38	11,21	32,00	83,00
	V2	109	53,20	51,75	54,66	7,67	33,00	71,00
	V3	102	53,06	51,65	54,46	7,15	38,00	67,00
Intensität Woche 5-6	V1	104	62,75	60,27	65,23	12,77	40,00	90,00
	V2	109	56,06	54,59	57,54	7,79	40,00	75,00
	V3	102	55,88	54,43	57,34	7,40	40,00	71,00

V = Versuchsgruppe

Tab. VII: Kurzhandel-Seitheben: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	B	76	42,55	40,92	44,18	7,13	25,00	67,00
	G	78	46,99	45,76	48,21	5,44	33,00	60,00
	F	98	52,01	50,73	53,29	6,40	32,00	67,00
	L	63	60,87	59,30	62,45	6,26	43,00	71,00
Intensität Woche 3-4	B	76	47,04	45,73	48,35	5,72	32,00	67,00
	G	78	50,64	49,32	51,96	5,84	33,00	67,00
	F	98	54,44	53,12	55,75	6,56	40,00	67,00
	L	63	64,95	63,09	66,81	7,38	50,00	83,00
Intensität Woche 5-6	B	76	51,61	49,96	53,25	7,19	40,00	67,00
	G	78	55,33	53,90	56,77	6,38	42,00	71,00
	F	98	59,02	57,08	60,96	9,66	40,00	83,00
	L	63	68,49	66,16	70,83	9,27	50,00	90,00

LS = Leistungsstufe

Tab. VIII: Kurzhandel-Seitheben: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	m	166	50,08	48,74	51,43	8,80	32,00	71,00
	w	149	50,45	48,96	51,93	9,17	25,00	70,00
Intensität Woche 3-4	m	166	53,36	51,97	54,74	9,04	32,00	83,00
	w	149	54,33	52,92	55,74	8,70	33,00	83,00
Intensität Woche 5-6	m	166	57,11	55,67	58,56	9,46	40,00	86,00
	w	149	59,44	57,71	61,17	10,69	42,00	90,00

m = männlich, w = weiblich

Anhang 7: Deskriptive Statistik „Armstrecken am Seilzug“

Tab. I: Armstrecken am Seilzug: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Testzeitpunkten

Variable	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₀ 20-RM	315	16,78	16,05	17,50	6,54	5,00	40,00
t ₁ 20-RM	315	21,17	20,34	21,99	7,46	7,50	45,00
t ₀ 10-RM	315	23,68	22,67	24,70	9,18	10,00	60,00
t ₁ 10-RM	315	28,75	27,64	29,86	10,01	12,50	70,00
t ₀ 1-RM	315	32,29	30,99	33,59	11,73	12,50	80,00
t ₁ 1-RM	315	37,49	36,12	38,87	12,40	15,00	90,00
t ₂ 1-RM	315	37,76	36,39	39,13	12,37	15,00	90,00
t ₃ 1-RM	315	38,28	36,89	39,66	12,48	15,00	90,00
t ₄ 1-RM	315	38,97	37,59	40,35	12,47	15,00	90,00

Tab. II: Armstrecken am Seilzug: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Post- und Follow-up-Testzeitpunkten der Experimental- und Kontrollgruppe

Variable	E/K	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₁ 20-RM	E	315	21,17	20,34	21,99	7,46	7,50	45,00
t ₁ 20-RM	K	286	20,95	20,15	21,76	6,89	10,00	45,00
t ₁ 10-RM	E	315	28,75	27,64	29,86	10,01	12,50	70,00
t ₁ 10-RM	K	286	28,58	27,58	29,59	8,61	12,50	55,00
t ₁ 1-RM	E	315	37,49	36,12	38,87	12,40	15,00	90,00
t ₁ 1-RM	K	286	37,29	36,03	38,55	10,85	15,00	70,00
t ₂ 1-RM	E	315	37,76	36,39	39,13	12,37	15,00	90,00
t ₂ 1-RM	K	286	37,47	36,19	38,74	10,95	17,50	72,50
t ₃ 1-RM	E	315	38,28	36,89	39,66	12,48	15,00	90,00
t ₃ 1-RM	K	286	38,01	36,73	39,28	10,97	17,50	75,00
t ₄ 1-RM	E	315	38,97	37,59	40,35	12,47	15,00	90,00
t ₄ 1-RM	K	286	38,96	37,66	40,26	11,15	17,50	75,00

E = Experimentalgruppe, K = Kontrollgruppe

Tab. III: Armstrecken am Seilzug: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	V1	104	29,10	26,96	31,24	11,02	11,11	60,00
	V2	109	27,96	25,42	30,50	13,38	0,00	100,00
	V3	102	27,74	25,02	30,45	13,81	0,00	75,00
Δt_0-t_1 10-RM	V1	104	25,36	23,42	27,30	9,96	6,25	50,00
	V2	109	21,87	20,11	23,62	9,25	6,67	50,00
	V3	102	22,21	20,21	24,20	10,17	0,00	50,00
Δt_0-t_1 1-RM	V1	104	19,48	17,81	21,15	8,57	0,00	50,00
	V2	109	16,89	15,08	18,70	9,53	0,00	50,00
	V3	102	16,82	15,20	18,45	8,29	0,00	40,00
Δt_0-t_4 1-RM	V1	104	26,36	23,50	29,21	14,68	0,00	100,00
	V2	109	21,77	19,71	23,83	10,86	5,56	50,00
	V3	102	20,56	18,63	22,49	9,81	0,00	60,00

V = Versuchsgruppe

Tab. IV: Armstrecken am Seilzug: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	B	76	35,75	32,28	39,23	15,21	12,50	100,00
	G	78	26,11	24,01	28,22	9,34	12,50	50,00
	F	98	26,53	24,07	28,98	12,22	0,00	66,67
	L	63	24,60	21,94	27,26	10,55	10,00	66,67
Δt_0-t_1 10-RM	B	76	27,97	25,53	30,41	10,68	6,25	50,00
	G	78	22,01	20,17	23,85	8,16	7,14	50,00
	F	98	22,17	20,14	24,20	10,13	0,00	50,00
	L	63	20,16	18,01	22,31	8,54	6,67	44,44
Δt_0-t_1 1-RM	B	76	19,78	17,85	21,70	8,41	0,00	50,00
	G	78	20,69	18,35	23,03	10,39	6,25	50,00
	F	98	16,82	15,18	18,46	8,18	0,00	40,00
	L	63	12,98	11,49	14,47	5,93	0,00	33,33
Δt_0-t_4 1-RM	B	76	25,77	23,46	28,09	10,15	0,00	60,00
	G	78	26,28	22,69	29,88	15,94	7,69	100,00
	F	98	21,61	19,41	23,81	10,95	0,00	60,00
	L	63	17,21	15,20	19,21	7,97	5,56	42,86

LS = Leistungsstufe

Tab. V: Armstrecken am Seilzug: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	m	166	25,28	23,47	27,10	11,86	0,00	100,00
	w	149	31,58	29,48	33,68	12,98	0,00	75,00
Δt_0-t_1 10-RM	m	166	20,24	18,84	21,63	9,09	0,00	50,00
	w	149	26,35	24,77	27,93	9,76	10,00	50,00
Δt_0-t_1 1-RM	m	166	14,83	13,66	16,00	7,61	0,00	50,00
	w	149	20,95	19,48	22,43	9,11	0,00	50,00
Δt_0-t_4 1-RM	m	166	19,60	17,73	21,46	12,18	0,00	100,00
	w	149	26,56	24,76	28,36	11,13	7,14	60,00

m = männlich, w = weiblich

Tab. VI: Armstrecken am Seilzug: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	V1	104	48,48	46,38	50,58	10,81	25,00	71,00
	V2	109	52,72	51,35	54,08	7,17	38,00	67,00
	V3	102	52,18	50,67	53,68	7,68	33,00	71,00
Intensität Woche 3-4	V1	104	55,18	52,88	57,48	11,82	29,00	83,00
	V2	109	53,98	52,53	55,43	7,62	38,00	73,00
	V3	102	54,17	52,61	55,72	7,91	33,00	71,00
Intensität Woche 5-6	V1	104	62,62	60,18	65,05	12,54	36,00	86,00
	V2	109	56,50	55,14	57,85	7,13	38,00	73,00
	V3	102	56,52	55,10	57,94	7,22	40,00	75,00

V = Versuchsgruppe

Tab. VII: Armstrecken am Seilzug: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	B	76	41,79	40,23	43,35	6,84	25,00	67,00
	G	78	50,99	49,45	52,52	6,81	35,00	67,00
	F	98	52,51	51,37	53,65	5,67	38,00	63,00
	L	63	60,49	59,02	61,97	5,86	50,00	71,00
Intensität Woche 3-4	B	76	44,74	43,26	46,21	6,44	29,00	67,00
	G	78	54,21	52,87	55,54	5,92	41,00	71,00
	F	98	55,30	53,95	56,64	6,73	38,00	75,00
	L	63	65,10	63,50	66,69	6,33	50,00	83,00
Intensität Woche 5-6	B	76	49,22	47,73	50,72	6,55	36,00	67,00
	G	78	58,91	57,38	60,44	6,79	47,00	83,00
	F	98	59,24	57,70	60,79	7,72	44,00	81,00
	L	63	68,14	65,99	70,30	8,57	50,00	86,00

LS = Leistungsstufe

Tab. VIII: Armstrecken am Seilzug: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	m	166	51,11	49,72	52,51	9,09	25,00	71,00
	w	149	51,17	49,78	52,57	8,63	30,00	71,00
Intensität Woche 3-4	m	166	54,08	52,64	55,53	9,43	29,00	76,00
	w	149	54,83	53,35	56,31	9,14	33,00	83,00
Intensität Woche 5-6	m	166	58,08	56,58	59,57	9,76	36,00	86,00
	w	149	59,02	57,46	60,58	9,65	38,00	86,00

m = männlich, w = weiblich

Anhang 8: Deskriptive Statistik „Kurzhandel-Armbeugen“

Tab. I: Kurzhandel-Armbeugen: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Testzeitpunkten

Variable	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₀ 20-RM	315	12,50	11,96	13,04	4,84	4,00	30,00
t ₁ 20-RM	315	15,66	15,05	16,28	5,53	6,00	35,00
t ₀ 10-RM	315	18,36	17,59	19,12	6,93	6,00	40,00
t ₁ 10-RM	315	22,49	21,61	23,36	7,86	10,00	50,00
t ₀ 1-RM	315	25,77	24,72	26,83	9,55	10,00	55,00
t ₁ 1-RM	315	30,48	29,33	31,64	10,41	12,00	60,00
t ₂ 1-RM	315	30,61	29,45	31,77	10,46	12,00	60,00
t ₃ 1-RM	315	30,80	29,64	31,96	10,47	12,00	60,00
t ₄ 1-RM	315	31,62	30,44	32,80	10,65	14,00	60,00

Tab. II: Kurzhandel-Armbeugen: Deskriptive Statistik der Krafttestwerte [kg] zu den Post- und Follow-up-Testzeitpunkten der Experimental- und Kontrollgruppe

Variable	E/K	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
t ₁ 20-RM	E	315	15,66	15,05	16,28	5,53	6,00	35,00
t ₁ 20-RM	K	286	15,58	14,95	16,22	5,44	6,00	40,00
t ₁ 10-RM	E	315	22,49	21,61	23,36	7,86	10,00	50,00
t ₁ 10-RM	K	286	21,96	21,04	22,85	7,62	10,00	50,00
t ₁ 1-RM	E	315	30,48	29,33	31,64	10,41	12,00	60,00
t ₁ 1-RM	K	286	29,85	28,69	31,02	9,99	12,00	60,00
t ₂ 1-RM	E	315	30,61	29,45	31,77	10,46	12,00	60,00
t ₂ 1-RM	K	286	30,61	29,45	31,77	10,46	12,00	60,00
t ₃ 1-RM	E	315	30,80	29,64	31,96	10,47	12,00	60,00
t ₃ 1-RM	K	286	30,21	29,03	31,39	10,16	14,00	60,00
t ₄ 1-RM	E	315	31,62	30,44	32,80	10,65	14,00	60,00
t ₄ 1-RM	K	286	30,98	29,82	32,15	10,01	14,00	60,00

E = Experimentalgruppe, K = Kontrollgruppe

Tab. III: Kurzhandel-Armbeugen: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	V1	104	28,83	26,49	31,17	12,05	11,11	66,67
	V2	109	26,91	24,35	29,46	13,45	0,00	100,00
	V3	102	27,17	24,35	29,99	14,34	0,00	100,00
Δt_0-t_1 10-RM	V1	104	25,33	23,22	27,45	10,88	11,11	56,25
	V2	109	23,37	21,21	25,54	11,40	0,00	66,67
	V3	102	22,98	21,25	24,74	8,81	0,00	50,00
Δt_0-t_1 1-RM	V1	104	20,65	18,97	22,34	8,65	10,00	50,00
	V2	109	18,88	17,19	20,47	8,39	0,00	42,86
	V3	102	18,79	17,24	20,35	7,93	0,00	38,89
Δt_0-t_4 1-RM	V1	104	26,54	24,18	28,91	12,18	10,00	60,00
	V2	109	23,67	21,54	25,79	11,20	0,00	50,00
	V3	102	22,66	20,68	24,63	10,05	0,00	56,25

V = Versuchsgruppe

Tab. IV: Kurzhandel-Armbeugen: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	B	76	34,14	30,28	38,01	16,92	14,29	100,00
	G	78	27,83	25,49	30,17	10,38	12,50	66,67
	F	98	24,72	22,26	27,18	12,29	0,00	66,67
	L	63	24,04	21,51	26,56	10,01	11,11	50,00
Δt_0-t_1 10-RM	B	76	30,78	28,29	33,27	10,91	11,11	66,67
	G	78	24,79	22,42	27,15	10,49	11,11	66,67
	F	98	21,06	19,35	22,77	8,52	0,00	50,00
	L	63	18,89	16,89	20,89	7,95	0,00	40,00
Δt_0-t_1 1-RM	B	76	23,41	21,32	25,49	9,12	0,00	50,00
	G	78	19,85	18,05	21,65	7,98	0,00	50,00
	F	98	17,98	16,45	19,51	7,63	0,00	40,00
	L	63	16,41	14,63	18,19	7,06	0,00	28,57
Δt_0-t_4 1-RM	B	76	29,12	26,58	31,65	11,09	11,11	60,00
	G	78	24,60	21,98	27,23	11,64	0,00	56,25
	F	98	22,88	20,71	25,05	10,81	0,00	60,00
	L	63	20,27	17,82	22,73	9,75	0,00	50,00

LS = Leistungsstufe

Tab. V: Kurzhandel-Armbeugen: Deskriptive Statistik zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung [%] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Δt_0-t_1 20-RM	m	166	24,51	22,86	26,15	10,74	0,00	100,00
	w	149	31,10	28,68	33,52	14,95	0,00	100,00
Δt_0-t_1 10-RM	m	166	23,50	21,83	25,14	10,91	0,00	66,67
	w	149	24,33	22,72	25,95	9,97	0,00	66,67
Δt_0-t_1 1-RM	m	166	18,15	16,87	19,43	8,36	0,00	50,00
	w	149	20,87	19,56	22,19	8,13	0,00	42,86
Δt_0-t_4 1-RM	m	166	22,41	20,70	24,12	11,16	0,00	60,00
	w	149	26,38	24,59	28,17	11,05	0,00	60,00

m = männlich, w = weiblich

Tab. VI: Kurzhandel-Armbeugen: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Trainingsmethoden

Variable	V	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	V1	104	46,61	44,68	48,53	9,89	29,00	75,00
	V2	109	50,27	49,03	51,50	6,49	38,00	71,00
	V3	102	51,02	49,56	52,48	7,46	32,00	70,00
Intensität Woche 3-4	V1	104	52,61	50,59	54,62	10,38	33,00	78,00
	V2	109	51,72	50,50	52,93	6,41	40,00	71,00
	V3	102	52,96	51,65	54,27	6,67	33,00	70,00
Intensität Woche 5-6	V1	104	60,60	58,41	62,78	11,25	40,00	89,00
	V2	109	54,44	53,02	55,87	7,51	40,00	78,00
	V3	102	54,95	53,63	56,28	6,75	38,00	72,00

V = Versuchsgruppe

Tab. VII: Kurzhandel-Armbeugen: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Leistungsstufen

Variable	LS	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	B	76	42,84	41,68	44,00	5,07	29,00	50,00
	G	78	46,37	44,89	47,86	6,58	29,00	57,00
	F	98	49,83	48,63	51,02	5,95	30,00	60,00
	L	63	59,90	58,57	61,24	5,31	48,00	75,00
Intensität Woche 3-4	B	76	46,97	45,90	48,05	4,72	34,00	60,00
	G	78	49,56	48,17	50,96	6,20	33,00	67,00
	F	98	52,28	50,99	53,56	6,43	33,00	67,00
	L	63	62,71	61,32	64,11	5,54	50,00	78,00
Intensität Woche 5-6	B	76	51,99	50,60	53,38	6,09	38,00	67,00
	G	78	53,17	51,70	54,63	6,51	40,00	70,00
	F	98	56,23	54,56	57,91	8,36	40,00	83,00
	L	63	67,17	65,21	69,14	7,80	56,00	89,00

LS = Leistungsstufe

Tab. VIII: Kurzhandel-Armbeugen: Deskriptive Statistik zu den realisierten Trainingsintensitäten [% 1-RM] im Vergleich der Geschlechter

Variable	m/w	N	M.	CI -95 %	CI 95 %	Std.	Min.	Max.
Intensität Woche 1-2	m	166	48,95	47,65	50,26	8,51	29,00	75,00
	w	149	49,69	48,40	50,98	7,97	32,00	70,00
Intensität Woche 3-4	m	166	51,79	50,56	53,02	8,05	34,00	78,00
	w	149	53,11	51,83	54,39	7,92	33,00	72,00
Intensität Woche 5-6	m	166	55,50	54,11	56,89	9,10	40,00	89,00
	w	149	57,91	56,44	59,37	9,03	38,00	80,00

m = männlich, w = weiblich

Anhang 9: Informationsblatt zur Krafttrainingsstudie

Teilnehmerinformation und Einverständniserklärung

Sehr geehrte Versuchsteilnehmerinnen und Versuchsteilnehmer,

Sie nehmen an einer wissenschaftlichen Krafttrainingsstudie teil. Diese Studie wird im Rahmen eines Forschungsprojektes der Deutschen Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement durchgeführt. Wir möchten uns bereits an dieser Stelle für Ihr Interesse und Ihre Bereitschaft zur Mitarbeit an dem Projekt bedanken. Mit Ihrer Hilfe wollen wir untersuchen, inwieweit es durch ein standardisiertes Krafttrainingsprogramm nach einer bestimmten Krafttrainingsmethode zu Kraftzuwächsen kommt.

In diesem Kontext führen wir verschiedene standardisierte Krafttests durch, in denen das maximale Gewicht für unterschiedliche Wiederholungszahlen getestet wird. Da die registrierten Kraftwerte sehr stark von Ihrer Motivation und von Ihrer Bereitschaft, sich anzustrengen, abhängig sind, möchten wir Sie bitten, bei den Krafttests die individuell höchstmögliche Kraft aufzubringen.

Ihr Trainingsprogramm dauert insgesamt sechs Wochen. Zu bestimmten Zeitpunkten werden die verschiedenen Krafttests durchgeführt. Wir bitten Sie, das standardisierte Krafttrainingsprogramm gemäß Trainingsplan und nach den Anweisungen Ihrer Trainer umzusetzen, so dass die Ergebnisse der Krafttrainingsstudie repräsentativ sind.

Die Ergebnisse Ihrer Krafttests werden statistisch ausgewertet. Aus Datenschutzgründen dokumentieren wir nicht Ihren Namen sondern einen individuellen Code, der bei der Auswertung der Ergebnisse keinen Rückschluss auf Ihre Person zulässt. Die Ergebnisse des Forschungsprojektes werden zu gegebener Zeit publiziert. Dazu bitten wir Sie um Ihr Einverständnis.

Einverständniserklärung

Datum, Unterschrift

Anhang 10: Anamnesebogen

Anamnese

3. Buchstabe des Vornamens des Vaters	2. Buchstabe des Vornamens der Mutter	3. Buchstabe des eigenen Geburtsortes	Eigener Geburts- monat (z. B. April = 04)

Sehr geehrte Versuchsteilnehmerinnen und Versuchsteilnehmer,

Sie nehmen an einer wissenschaftlichen Krafttrainingsstudie teil. Diese Studie wird im Rahmen eines Forschungsprojektes der Deutschen Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement durchgeführt. Mit Ihrer Hilfe wollen wir untersuchen, inwieweit es durch ein standardisiertes Krafttrainingsprogramm nach einer bestimmten Krafttrainingsmethode zu Kraftzuwächsen kommt.

Das Ziel des folgenden Fragebogens besteht darin, Daten zu Ihrer gesundheitlichen Vorgeschichte sowie zu Ihrer Freizeit- und Berufsbelastung zu erheben.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie uns bei unseren Untersuchungen unterstützen würden. Dazu ist es erforderlich, dass Sie sich einige Minuten Zeit nehmen und den Fragebogen sorgfältig ausfüllen. Bitte lassen Sie keine Fragen aus. Der Fragebogen und Ihre Antworten werden streng vertraulich behandelt und die erhobenen Daten werden von Ihnen selbst durch eine Codierung anonymisiert. Ihr Fragebogen wird ausschließlich von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Deutschen Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement bearbeitet. Die Auswertung des Fragebogens erlaubt keine Rückschlüsse auf die einzelne Person, die ihn ausgefüllt hat. Bitte geben Sie den Fragebogen nach dem Ausfüllen bei der jeweiligen Testleiterin bzw. dem jeweiligen Testleiter ab.

Vielen herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!

Allgemeine Daten

Alter: _____ Jahre

Körpergröße: _____ m Körpergewicht: _____ kg

Geschlecht: weiblich [] männlich []**Freizeitaktivitäten und Beruf**

Wie lange betreiben Sie bereits regelmäßiges Krafttraining (regelmäßig = durchschnittlich mind. 1-2-mal Krafttraining pro Woche ohne größere Trainingsunterbrechungen bzw. Trainingspausen)?

seit _____ Jahren/Monaten/Wochen (nicht zutreffendes bitte streichen)

Durchschnittliche Anzahl an Trainingseinheiten pro Woche: _____

Durchschnittlicher Umfang (in Minuten) pro Trainingseinheit: _____

Betreiben Sie außer dem Krafttraining im Fitness-Studio weitere kraftorientierte sportliche oder körperliche Aktivitäten (Kräftigungsgymnastik, kraftorientierte Disziplinen in der Leichtathletik, Geräteturnen, Klettern etc.)?

Ja []Nein []

Falls ja, welche? _____

Umfang in Stunden
pro Woche _____

Betreiben Sie außer dem Krafttraining im Fitness-Studio weitere Sportarten (Ausdauertraining, Aerobic, Ballsportarten, Rückschlagspiele, Kampfsport, Schwimmen etc.)?

Ja []Nein []

Falls ja, welche? _____

Umfang in Stunden
pro Woche _____

Üben Sie eine berufliche Tätigkeit aus, die in der Regel hohe Krafteinsätze erfordert (Möbeltransport, Gebäude- oder Straßenbau, Dachdeckerarbeit, Bergbauarbeit etc.)?

Ja []

Nein []

Falls ja, welche?

Umfang in Stunden
pro Woche

Gesundheitszustand

Leiden Sie unter chronischen orthopädischen gesundheitlichen Beeinträchtigungen, welche einen Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse haben könnten (Rückenprobleme, Gelenkprobleme etc.)?

Nein []

Ja [] Falls ja, welche?

Leiden Sie unter chronischen internistischen gesundheitlichen Beeinträchtigungen, welche einen Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse haben könnten (zu hoher oder zu niedriger Blutdruck etc.)?

Nein []

Ja [] Falls ja, welche?

Leiden Sie unter sonstigen gesundheitlichen Beeinträchtigungen, welche einen Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse haben könnten (Atemwegserkrankungen, Osteoporose etc.)?

Nein []

Ja [] Falls ja, welche?

Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein?

Nein []

Ja [] Falls ja, welche?

Leiden Sie unter akuten gesundheitlichen Problemen oder Beeinträchtigungen?

Nein []

Ja [] Falls ja, welche?

Anhang 11: Testprotokoll 20-RM-Test

Datenblatt 20-RM-Test / Testzeitpunkt: _____

3. Buchstabe des Vornamens des Vaters	2. Buchstabe des Vornamens der Mutter	3. Buchstabe des eigenen Geburtsortes	Eigener Geburts- monat (z. B. April = 04)

Wann haben Sie das letzte Mal ein Krafttraining betrieben?

heute gestern vor 2 Tagen vor 3-5 Tagen letzte Woche

Haben Sie Muskelkater?

Nein Ja

Wie beurteilen Sie Ihre heutige Motivation auf einer Skala von 1 bis 5 (1 = sehr motiviert, 5 = gar nicht motiviert)




 1 [] 2 [] 3 [] 4 [] 5 []

Wie beurteilen Sie Ihre heutige Tagesform auf einer Skala von 1 bis 5 (1 = sehr gute Tagesform, 5 = sehr schlechte Tagesform)




 1 [] 2 [] 3 [] 4 [] 5 []

Testprotokoll 20-RM-Test

Allgemeines Aufwärmen:

- Dauer: 5 Min.
- Intensität: 60 % der theoretischen Hf_{max}

Spezifisches Aufwärmen:

- spezieller Aufwärmsetz: 10 Wiederholungen mit ca. 50 % des für den ersten Testsatz abgeschätzten Gewichtes

Rohdaten 20-RM:

Übungen	WH	T 1 [kg]	T 2 [kg]	T 3 [kg]	Ergebnis [kg]
Beinpresse horizontal	20				
Brustpresse horizontal	20				
Butterfly	20				
Latzug vertikal zum Nacken	20				
Rückenzug horizontal	20				
Kurzhandel-Seitheben	20				
Armstrecken am Seilzug	20				
Kurzhandel-Armbegen	20				

Anmerkungen:

- maximal 3 Testsätze
- T 1 = erster Testsatz
- T 2 = zweiter Testsatz
- T 3 = dritter Testsatz
- Satzpausen zwischen den Testsätzen: jeweils 3 Minuten

Anhang 12: Testprotokoll 10-RM-Test

Datenblatt 10-RM-Test / Testzeitpunkt: _____

3. Buchstabe des Vornamens des Vaters	2. Buchstabe des Vornamens der Mutter	3. Buchstabe des eigenen Geburtsortes	Eigener Geburts- monat (z. B. April = 04)

Wann haben Sie das letzte Mal ein Krafttraining betrieben?

heute gestern vor 2 Tagen vor 3-5 Tagen letzte Woche

Haben Sie Muskelkater?

Nein Ja

Wie beurteilen Sie Ihre heutige Motivation auf einer Skala von 1 bis 5 (1 = sehr motiviert, 5 = gar nicht motiviert)




 1 [] 2 [] 3 [] 4 [] 5 []

Wie beurteilen Sie Ihre heutige Tagesform auf einer Skala von 1 bis 5 (1 = sehr gute Tagesform, 5 = sehr schlechte Tagesform)




 1 [] 2 [] 3 [] 4 [] 5 []

Testprotokoll 10-RM-Test

Allgemeines Aufwärmen:

- Dauer: 5 Min.
- Intensität: 60 % der theoretischen Hf_{max}

Spezifisches Aufwärmen:

- spezieller Aufwärmsetz: 10 Wiederholungen mit ca. 50 % des für den ersten Testsatz abgeschätzten Gewichtes

Rohdaten 10-RM:

Übungen	WH	T 1 [kg]	T 2 [kg]	T 3 [kg]	Ergebnis [kg]
Beinpresse horizontal	10				
Brustpresse horizontal	10				
Butterfly	10				
Latzug vertikal zum Nacken	10				
Rückenzug horizontal	10				
Kurzhandel-Seitheben	10				
Armstrecken am Seilzug	10				
Kurzhandel-Armbiegen	10				

Anmerkungen:

- maximal 3 Testsätze
- T 1 = erster Testsatz
- T 2 = zweiter Testsatz
- T 3 = dritter Testsatz
- Satzpausen zwischen den Testsätzen: jeweils 3 Minuten

Anhang 13: Testprotokoll 1-RM-Test

Datenblatt 1-RM-Test / Testzeitpunkt: _____

3. Buchstabe des Vornamens des Vaters	2. Buchstabe des Vornamens der Mutter	3. Buchstabe des eigenen Geburtsortes	Eigener Geburts- monat (z. B. April = 04)

Wann haben Sie das letzte Mal ein Krafttraining betrieben?

heute gestern vor 2 Tagen vor 3-5 Tagen letzte Woche

Haben Sie Muskelkater?

Nein Ja

Wie beurteilen Sie Ihre heutige Motivation auf einer Skala von 1 bis 5 (1 = sehr motiviert, 5 = gar nicht motiviert)




 1 [] 2 [] 3 [] 4 [] 5 []

Wie beurteilen Sie Ihre heutige Tagesform auf einer Skala von 1 bis 5 (1 = sehr gute Tagesform, 5 = sehr schlechte Tagesform)




 1 [] 2 [] 3 [] 4 [] 5 []

Testprotokoll 1-RM-Test

Allgemeines Aufwärmen:

- Dauer: 5 Min.
- Intensität: 60 % der theoretischen Hf_{max}

Spezifisches Aufwärmen:

- 1. spezieller Aufwärmsetz: 10 Wiederholungen mit ca. 50 % des für den ersten Testsatz abgeschätzten Gewichtes
- 2. spezieller Aufwärmsetz: 2 Wiederholung mit ca. 80 % des für den ersten Testsatz abgeschätzten Gewichtes

Rohdaten 1-RM:

Übungen	WH	T 1 [kg]	T 2 [kg]	T 3 [kg]	T 4 [kg]	Ergebnis [kg]
Beinpresse horizontal	1					
Brustpresse horizontal	1					
Butterfly	1					
Latzug vertikal zum Nacken	1					
Rückenzug horizontal	1					
Kurzhantel-Seitheben	1					
Armstrecken am Seilzug	1					
Kurzhantel-Armbegen	1					

Anmerkungen:

- maximal 4 Testsätze
- T 1 = erster Testsatz
- T 2 = zweiter Testsatz
- T 3 = dritter Testsatz
- T 4 = vierter Testsatz
- Satzpausen zwischen den Testsätzen: jeweils 3 Minuten

Anhang 14: Curriculum Vitae

Name, Vorname:	Eifler, Christoph
Geburtsdatum:	12.11.1970
Geburtsort:	Saarbrücken-Dudweiler

Anschrift:	Schachtstraße 3 66299 Friedrichsthal
------------	---

Schulischer Werdegang:	1977 – 1981: Bismarckschule (Grundschule) in Friedrichsthal 1981 – 1990 Staatliches Gymnasium in Sulzbach
------------------------	--

Berufspraktische Ausbildung:	1998 – 2001: Berufsbegleitende Ausbildung zum Fitnessfachwirt; Abschluss mit öffentlich-rechtlicher Prüfung zum Fitnessfachwirt IHK
------------------------------	---

Akademische Ausbildung:	1995 – 2000: Studium der Sportwissenschaftlichen Fakultät am Sportwissenschaftlichen Institut der Universität des Saarlandes; Abschluss als Diplom-Sportlehrer 2004 – 2007: Studium im Fachbereich Gesundheitsmanagement an der BSA-Privaten Berufsakademie in Saarbrücken; Abschluss als Diplom-Gesundheitsmanager (BA)
-------------------------	---

Weitere Qualifikationen:	1998: Fitnesstrainer-B-Lizenz der BSA-Akademie 1999: Lehrer für Fitness, Gesundheit und Sportrehabilitation der BSA-Akademie 2000: Fitnesstrainer-A-Lizenz der BSA-Akademie 2000: Übungsleiter Fitness- und Gesundheitssport des Deutschen Sportbundes 2000: Übungsleiter Koronar- und pAVK-Sport des Deutschen Behindertensportverbandes 2001: Manager für Fitness- und Freizeitunternehmen der BSA-Akademie 2001: Fitnessfachwirt der BSA-Akademie
--------------------------	--

Beruflicher Werdegang:

1990 – 1998: Zivildienst und anschließende hauptamtliche sowie ehrenamtliche Tätigkeit beim Malteser Hilfsdienst in Homburg/Saar in den Bereichen Notfallrettung, Krankentransport sowie Ausbildung für Erste-Hilfe und Lebensrettende Sofortmaßnahmen

2000 – 2002: Leitung eines Fitness-Unternehmens der TC Training Center Holding in Saarbrücken

2000 – 2002: Dozententätigkeit an der TC Training Center Akademie

2002 – 2008: Autoren-, Tutoren- und Dozententätigkeit an der BSA-Privaten Berufsakademie in Saarbrücken

2004 – 2008: ECTS- und Akkreditierungsbeauftragter der BSA-Privaten Berufsakademie in Saarbrücken

2002 – heute: Autoren-, Tutoren- und Dozententätigkeit an der BSA-Akademie in Saarbrücken

2007 – heute: Fachleiter Fitness/Individualtraining der BSA-Akademie

2008 – heute: Autoren-, Tutoren- und Dozententätigkeit an der Deutschen Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement in Saarbrücken

2008 – heute: Fachleiter Trainings- und Bewegungswissenschaft der Deutschen Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement

2008 – heute: ECTS- und Akkreditierungsbeauftragter der Deutschen Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement

Gremientätigkeit:

2002 – heute: Mitglied im Prüfungsausschuss Fitnessfachwirt der IHK Saarland

2006 – heute: Mitglied im Prüfungsausschuss Fachwirt für Prävention und Gesundheitsförderung der IHK Saarland

2011 – heute: Mitglied im Forschungsausschuss der Deutschen Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement
