

**Christoph Eifler**

# **Intensitätssteuerung im fitnessorientierten Krafttraining**

**Eine empirische Studie**

**WISSENSCHAFTLICHE BEITRÄGE  
AUS DEM TECTUM VERLAG**

Reihe Sozialwissenschaften



**WISSENSCHAFTLICHE BEITRÄGE  
AUS DEM TECTUM VERLAG**

**Reihe Sozialwissenschaften**

Band 74

Christoph Eifler

**Intensitätssteuerung im  
fitnessorientierten Krafttraining**

Eine empirische Studie

Tectum Verlag

Christoph Eifler

Intensitätssteuerung im fitnessorientierten Krafttraining.

Eine empirische Studie

Wissenschaftliche Beiträge aus dem Tectum Verlag:

Reihe: Sozialwissenschaften; Bd. 74

© Tectum Verlag Marburg, 2017

Zugl. Diss. Universität des Saarlandes 2013

ISBN: 978-3-8288-6645-4

(Dieser Titel ist zugleich als gedrucktes Buch unter  
der ISBN 978-3-8288-3895-6 im Tectum Verlag erschienen.)

Alle Rechte vorbehalten

Besuchen Sie uns im Internet

[www.tectum-verlag.de](http://www.tectum-verlag.de)

**Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND AUFBAU DER ARBEIT .....</b>	<b>11</b>
1.1	Bedeutung des Krafttrainings im Kontext des Fitness- und Gesundheitssports.....	11
1.2	Aufbau der Arbeit .....	16
<b>2</b>	<b>BELASTUNGSGESTALTUNG IM KRAFTTRAINING .....</b>	<b>19</b>
2.1	Belastungs-Beanspruchungs-Konzept .....	20
2.2	Zusammenhang zwischen Belastung und Skelettmuskeladaptation.....	22
2.3	Belastungsparameter im Krafttraining.....	26
2.3.1	Belastungsintensität .....	27
2.3.2	Belastungsdauer .....	32
2.3.3	Belastungsumfang .....	33
2.3.4	Belastungsdichte .....	41
2.3.5	Belastungshäufigkeit .....	43
2.3.6	Übungsausführung .....	46
2.3.7	Periodisierung des Trainings .....	50
2.4	Zusammenfassende Darstellung zu Krafttrainingseffekten .....	53
<b>3</b>	<b>PROBLEMATIK DER INTENSITÄTSSTEUERUNG IM FITNESSORIENTIERTEN KRAFTTRAINING .....</b>	<b>57</b>
3.1	Deduktiver Ansatz der Intensitätssteuerung.....	57
3.1.1	Theorie der deduktiven Intensitätssteuerung und ausgewählte Trainingsmethoden .....	57
3.1.2	Diskussion zum deduktiven Ansatz der Intensitätssteuerung .....	61
3.1.3	Krafttraining nach dem deduktiven Ansatz der Individuellen-Leistungsbild-Methode (ILB-Methode).....	65
3.2	Induktiver Ansatz der Intensitätssteuerung.....	70
3.2.1	Theorie der induktiven Intensitätssteuerung und ausgewählte Trainingsmethoden .....	70
3.2.2	Diskussion zum induktiven Ansatz der Intensitätssteuerung .....	76

3.2.3	Diskussion zur intuitiven Intensitätssteuerung .....	78
<b>3.3</b>	<b>Weitere Ansätze zur Intensitätssteuerung.....</b>	<b>81</b>
3.3.1	Intensitätssteuerung auf der Grundlage von Wiederholungszahlen mit submaximaler Last.....	81
3.3.2	Intensitätssteuerung mittels Berechnungsformeln .....	84
3.3.3	Intensitätssteuerung auf der Grundlage anthropometrischer Merkmale .....	85
3.3.4	Intensitätssteuerung auf der Grundlage von Referenzübungen .....	86
<b>3.4</b>	<b>Fazit zur Intensitätssteuerung im Fitness-Krafttraining und Desiderat für die empirische Studie.....</b>	<b>88</b>
<b>4</b>	<b>UNTERSUCHUNGSZIELE UND OPERATIONALE HYPOTHESEN .....</b>	<b>91</b>
<b>5</b>	<b>UNTERSUCHUNGSMETHODIK .....</b>	<b>97</b>
<b>5.1</b>	<b>Treatment- und Probandenstichprobe .....</b>	<b>97</b>
5.1.1	Treatmentstichprobe.....	97
5.1.2	Probandenstichprobe.....	99
<b>5.2</b>	<b>Variablenstichprobe.....</b>	<b>104</b>
5.2.1	20-RM-Test .....	104
5.2.2	10-RM-Test .....	105
5.2.3	1-RM-Test .....	105
5.2.4	Zeitliche Positionierung der Krafttests.....	106
<b>5.3</b>	<b>Untersuchungsdesign und Untersuchungsablauf .....</b>	<b>108</b>
5.3.1	Untersuchungsdesign .....	108
5.3.2	Test- und Trainingsübungen.....	110
5.3.3	Standardisierte Trainingsphase.....	117
<b>5.4</b>	<b>Methodenkritik.....</b>	<b>123</b>
5.4.1	Problematik des Feldtestdesigns.....	123
5.4.2	Gerätetechnische und testimmanente Umsetzungsschwierigkeiten .....	129
<b>5.5</b>	<b>Datenauswertung und Statistik.....</b>	<b>131</b>
<b>6</b>	<b>DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE .....</b>	<b>135</b>

<b>6.1</b>	<b>Ergebnisdarstellung Übung „Beinpresse horizontal“</b> .....	<b>135</b>
6.1.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1 .....	135
6.1.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2 .....	136
6.1.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5 .....	138
6.1.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8 .....	142
<b>6.2</b>	<b>Ergebnisdarstellung Übung „Brustpresse horizontal“</b> .....	<b>148</b>
6.2.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1 .....	148
6.2.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2 .....	149
6.2.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5 .....	150
6.2.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8 .....	156
<b>6.3</b>	<b>Ergebnisdarstellung Übung „Butterfly“</b> .....	<b>161</b>
6.3.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1 .....	161
6.3.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2 .....	162
6.3.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5 .....	163
6.3.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8 .....	168
<b>6.4</b>	<b>Ergebnisdarstellung Übung „Latzug vertikal zum Nacken“</b> .....	<b>173</b>
6.4.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1 .....	173
6.4.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2 .....	175
6.4.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5 .....	176
6.4.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8 .....	181
<b>6.5</b>	<b>Ergebnisdarstellung Übung „Rückenzug horizontal“</b> .....	<b>187</b>
6.5.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1 .....	187
6.5.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2 .....	188



6.5.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5 .....	189
6.5.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8 .....	194
<b>6.6</b>	<b>Ergebnisdarstellung Übung „Kurzhandtel-Seitheben“ .....</b>	<b>200</b>
6.6.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1 .....	200
6.6.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2 .....	201
6.6.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5 .....	203
6.6.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8 .....	207
<b>6.7</b>	<b>Ergebnisdarstellung Übung „Armstrecken am Seilzug“ .....</b>	<b>213</b>
6.7.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1 .....	213
6.7.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2 .....	214
6.7.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5 .....	216
6.7.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8 .....	220
<b>6.8</b>	<b>Ergebnisdarstellung Übung „Kurzhandtel-Armbeugen“ .....</b>	<b>226</b>
6.8.1	Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 1 .....	226
6.8.2	Vergleich der Post- und Follow-up-Testwerte zwischen Experimental- und Kontrollgruppe – Hypothesenkomplex 2 .....	227
6.8.3	Vergleich der relativen Veränderungen der Kraftleistung – Hypothesenkomplex 3-5 .....	229
6.8.4	Vergleich der realisierten Trainingsintensitäten – Hypothesenkomplex 6-8 .....	233
<b>7</b>	<b>DISKUSSION DER ERGEBNISSE .....</b>	<b>239</b>
7.1	<b>Untersuchung zu den Veränderungen der Kraftleistung zwischen den Testzeitpunkten .....</b>	<b>239</b>
7.2	<b>Untersuchung zum Auftreten von Pre-Test-Effekten .....</b>	<b>242</b>
7.3	<b>Untersuchungen zu den relativen Veränderungen der Kraftleistung sowie den realisierten Trainingsintensitäten .....</b>	<b>243</b>
7.3.1	Vergleich der Versuchsgruppen .....	244
7.3.2	Vergleich der Leistungsstufen .....	248

7.3.3	Vergleich der Geschlechter .....	250
7.4	<b>Kritische Reflexion der Untersuchungsergebnisse .....</b>	<b>251</b>
8	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK .....</b>	<b>257</b>
8.1	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>257</b>
8.2	<b>Ausblick .....</b>	<b>261</b>
8.2.1	Ausblick auf zukünftige Forschungsziele im Themenfeld .....	261
8.2.2	Resümee zum Fitness-Krafttraining – Konflikt zwischen Kundeninteressen und ökonomischen Prämissen kommerzieller Fitness-Anbieter .....	264
	<b>VERZEICHNISSE .....</b>	<b>271</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>271</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>302</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>307</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>312</b>
	<b>ANHANG .....</b>	<b>315</b>



# 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 Schmidbleicher (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, Abeysekera 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 Skelettmuskelmasse bei Menschen im Seniorenalter durch ein gesund-

heitsorientiertes 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, Schragger & 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 messbaren 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, Ferriolli, 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, Waggner & 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 ge-

währleiten, 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 Fortgeschritten 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 Krafftleistung). Ein weiteres Untersuchungsziel beschäftigt 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 Mess-

systeme 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 Belastungsbeanspruchungs-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. sportsspezifische 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).

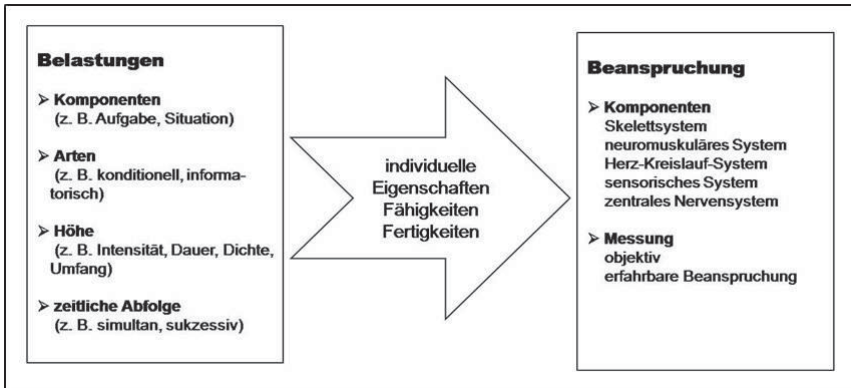


Abb. 1: Phänomenorientiertes Belastungs-Beanspruchungs-Konzept (modifiziert nach Rohmert, 1983, S. 10)

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 Span-



nung 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).

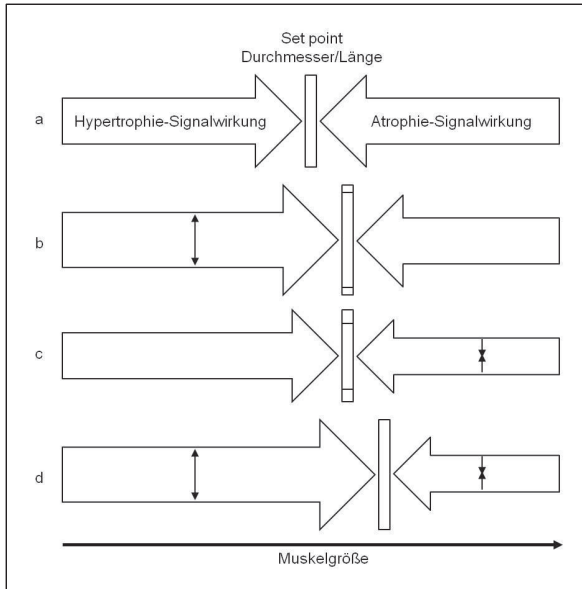


Abb. 3: Abhängigkeit der Muskelfasergröße von der gegenteiligen Wirkung anaboler und kataboler Signale (modifiziert nach Toigo & Boutellier, 2006, S. 649)

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 Schlüsselfunktion 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 Translations-

prozess. 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	
<b>nRM</b>	„non Repetition Maximum“ In einem Trainingssatz werden so viele Wiederholungen absolviert, bis ein vorher definierter Anstrengungsgrad erreicht wird. Weitere Wiederholungen wären theoretisch möglich.
<b>RM</b>	„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.
<b>PMF</b>	„Point of Momentary Muscular Failure“ In einem Trainingssatz werden maximal viele Wiederholungen absolviert. Bei der letzten Wiederholung kommt es zum konzentrischen Muskelversagen.
<b>PMF+</b>	„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 even-

tuelle kardiovaskuläre oder orthopädische Risiken eher kritisch gesehen (Buskies, 1999, S. 319; Schmidbleicher, 1998, S. 24; Steininger & Buchbauer, 1994, S. 11; Zimmermann, 2002, S. 153), obgleich Fröhlich, Schmidbleicher 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 weitaus 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) bestätigten 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 musku-

lären Ausbelastung auch für ältere Menschen sowie für Freizeit- und Breitensportler aufgefasst werden. Auch Toigo (2006b, S. 129) fordert ein Krafttraining bis zur lokalen Muskeler schöpfung, 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 Zusammenhang 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 hormonellen 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 Metaanalyse feststellen, dass zumindest untrainierte Sportler mit submaximalen Intensitäten höhere Kraftsteigerungen erzielen konnten, wie mit einem Training bis zur Muskelererschöpfung (Effektstärke Training bis zur Muskelererschöpfung:  $1,49 \pm 0,21$ ; 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 vorenthalten 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 Kraftfähigkeit.

### **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 opera-

tionalisiert 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 Muskelererschöpfung 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 Beginn 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.

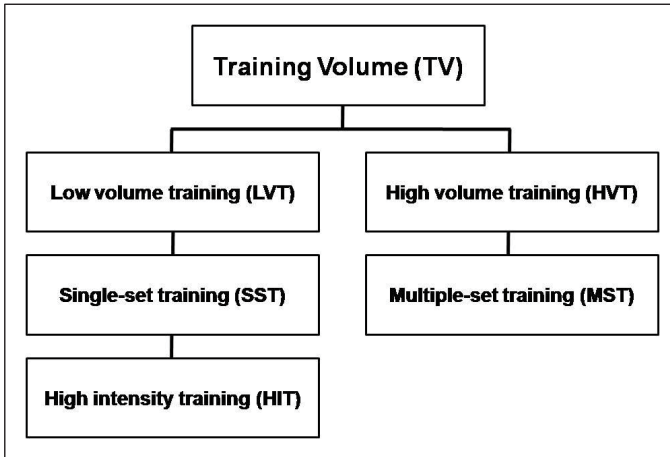


Abb. 4: Differenzierte Betrachtung des Trainingsvolumens (modifiziert nach Heiduk et al., 2002, S. 5)

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.

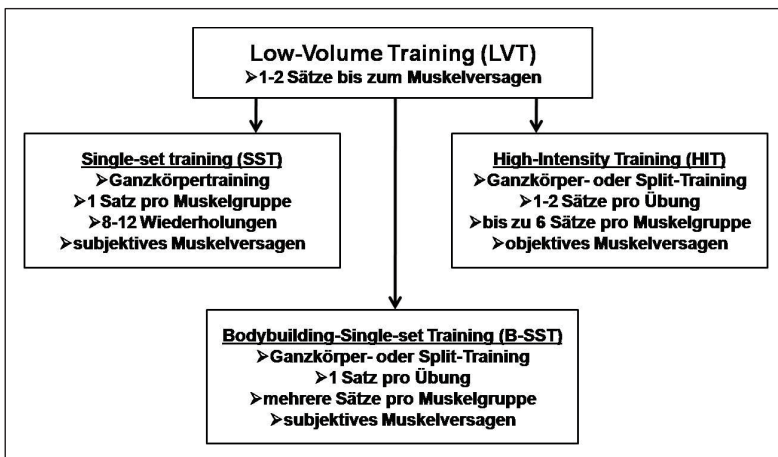


Abb. 5: Trainingsmethoden mit niedrigem Trainingsvolumen (modifiziert nach Remmert et al., 2005, S. 90)