



universität  
wien

# MAGISTERARBEIT

Titel der Magisterarbeit

„Zur Problematik der Trainingssteuerung über die  
Belastungsintensität bei fixierten Wiederholungszahlen  
im Krafttraining  
Interindividuelle und intraindividuelle Unterschiede bei  
den Übungen Bankdrücken und Bankziehen“

Verfasser

Bakk. rer. nat. Heller Martin

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaft (Mag. rer. nat.)

Wien, im Februar 2010

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Sportwissenschaft

Betreuer:

Ass. Prof. Mag. Dr. Harald Tschan

## Kurzfassung

Aufgrund zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungsergebnisse (Boeckh-Behrens & Buskies, 2007, S. 66-70; Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4-8; Feigenbaum et al., 1998, S. 110-113; Fröhlich, Klein, Felder, Emrich & Schmidtbleicher, 2002a, S. 41-45; Fröhlich et al., 2002b, S. 79-83 Fröhlich & Schmidtbleicher, 2003, S. 54-58; Hoeger, Barette, Hale & Hopkins, 1987, S. 11-13; Hoeger, Hopkins, Barette & Hale, 1990, S. 47-54; Marschall & Fröhlich, 1999, S. 311-315; Shimano, Kraemer, Spiering, Volek & Hatfield, 2006, S. 819-823) kann weder angenommen werden, dass im Kraeftraining bei einer gegebenen Intensität eine zugeordnete Wiederholungszahl realisiert werden kann, noch aus einer maximal realisierten Anzahl von Wiederholungen die Intensität vorhergesagt werden kann.

Ziel dieser Arbeit war es die aktuelle Forschungslage anhand einer empirischen Untersuchung zu überprüfen. Hierzu absolvierten 24 gesunde männliche Probanden (Alter  $23,8 \pm 2,5$  Jahre, Körpergröße  $181,1 \pm 6,4$  cm, Gewicht  $77,3 \pm 6,4$  kg) nach der Durchführung eines Maximalkrafttest bei den Übungen Bankdrücken und Bankziehen die maximal möglichen Wiederholungszahlen mit 50, 70 und 90% der individuellen Maximalkraft bei den jeweiligen Übungen.

Statistisch gesehen gab es bei den maximal möglichen Wiederholungszahlen weder bei 50 noch bei 70 oder 90% signifikante Unterschiede. Im direkten Vergleich variieren die Wiederholungszahlen der beiden Übungen Bankdrücken und Bankziehen bei den verschiedenen Intensitäten jedoch zum Teil erheblich. So erreichte beispielsweise jener Proband, der bei der Übung Bankdrücken mit 50% der Maximalkraft 30 Wiederholungen realisierte, bei der Übung Bankziehen mit 50% nur 21 Wiederholungen. Umgekehrt war jedoch ein anderer Proband bei der Übung Bankziehen mit 50% in der Lage 37 korrekte Wiederholungen durchzuführen, bei der Übung Bankdrücken mit 50% kam er jedoch lediglich auf 28 Wiederholungen. Auch die Minimum- und Maximumwerte der einzelnen Probanden bei den gegebenen Belastungsintensitäten verdeutlichen die großen Unterschiede zwischen den Individuen in der maximal möglichen Wiederholungszahl für eine gegebene prozentuelle Intensität. So konnte bei der Übung Bankdrücken ein Proband mit 70% immerhin 20 Wiederholungen durchführen, währenddessen andere Probanden lediglich im Stande waren mit der gleichen Intensität nur elf Wiederholungen durchzuführen. So würde es sich bei dem eben genannten Beispiel bei den elf

Wiederholungen eher um ein Muskelaufbautraining, bei den 20 Wiederholungen Übung eher um ein Kraftausdauertraining handeln.

Zusammenfassend ist also festzuhalten, dass sich eine differente Belastungssituation bezogen auf eine gegebene Prozentzahl somit sowohl interindividuell, als auch intraindividuell ergeben kann. Diese Unterschiede sind vereinzelt so gravierend, dass für einen Teil der Probanden nicht mehr von einer sinnvollen Trainingssteuerung und Trainingsplanung gesprochen werden kann. In der Untersuchung kann somit bestätigt werden, dass eine Trainingssteuerung im Krafttraining über Prozentangaben mit einer Zuordnung von Wiederholungszahlen nicht möglich ist.

Schlüsselwörter: Krafttraining; Maximalkrafttest; Trainingssteuerung; Belastungssteuerung

## Abstract

Numerous scientific investigations about resistance training (Boeckh-Behrens & Buskies, 2007, S. 66-70; Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4-8; Feigenbaum et al., 1998, S. 110-113; Fröhlich, Klein, Felder, Emrich & Schmidtbleicher, 2002a, S. 41-45; Fröhlich et al., 2002b, S. 79-83; Fröhlich & Schmidtbleicher, 2003, S. 54-58; Hoeger, Barette, Hale & Hopkins, 1987, S. 11-13; Hoeger, Hopkins, Barette & Hale, 1990, S. 47-54; Marschall & Fröhlich, 1999, S. 311-315; Shimano, Kraemer, Spiering, Volek & Hatfield, 2006, S. 819-823) indicate that neither at a given intensity an assigned number of repetitions can be realized, nor that out of a maximum number of repetitions the intensity can be predicted.

The aim of this study was the examination of the current research situation on the basis of an experimental study. Therefore 24 healthy male participants (age  $23.8 \pm 2.5$  years, height  $181.1 \pm 6.4$  cm, weight  $77.3 \pm 6.4$  kg) completed a one repetition maximum bench press test and a one repetition maximum bench pull test. Afterwards the maximum possible numbers of repetitions at individual intensities of 50, 70 and 90% was measured for the respective exercises.

Statistically there were no significant differences in the maximum possible number of repetitions, neither at 50, 70 nor 90% relative intensity. In direct comparison, the number of repetitions of the two exercises, bench press and bench pull, vary significantly at various intensities. For example the participant who realized 30 repetitions in the bench press exercise at 50% intensity, was able to reach only 21 repetitions in the bench pull exercise at 50% intensity. Vice versa another participant was able to perform 37 correct repetitions in the bench pull exercise at 50% but managed only 28 repetitions in the bench press exercise at 50%. Furthermore, the minimum and maximum repetitions of individual participants at the given load intensities illustrate huge variations between the individual maximum repetitions at a given relative intensity. Such as one participant who was able to perform at least 20 repetitions in the bench press exercise at 70%, while other subjects were only able to carry out 11 repetitions with the same relative intensity. As the latter example illustrates it is very difficult to distinguish between hypertrophy training at 11 repetitions and the strength endurance training at 20 repetitions.

In summary it can be concluded, those different load situations can occur for given relative intensities not only inter-individual but as well intra-individual. These differences are occasionally so severe that for some subjects an efficient training control and training

schedule cannot be derived any longer. Thus it can be confirmed that resistance training controlled by relative intensities with assigned repetitions is not reasonable.

Keywords: Strength training; One repetition maximum test; Training control; Load control

# **Vorwort**

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn Ass. Prof. Mag. Dr. Harald Tschan für die sehr gute Betreuung meiner Magisterarbeit bedanken.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mir durch finanzielle und zeitliche Unterstützung mein Studium und meine Ausbildung ermöglicht haben.

# Inhaltsverzeichnis

|         |                                                                                      |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.      | Einleitung .....                                                                     | 9  |
| 1.1     | Problemstellung .....                                                                | 9  |
| 1.2     | Formulierung der wissenschaftlichen Fragestellung .....                              | 13 |
| 1.2.1   | Theoretische Basis .....                                                             | 13 |
| 1.2.2   | Hauptfragestellungen .....                                                           | 14 |
| 1.2.3   | Nebenfragestellungen .....                                                           | 14 |
| 1.3     | Kurzer Überblick über die Arbeit .....                                               | 15 |
| 2.      | Theoretische Aufarbeitung .....                                                      | 16 |
| 2.1     | Definitorische Grundlagen der Kraft .....                                            | 16 |
| 2.2     | Arten der Muskelarbeit – Arbeitsweisen .....                                         | 17 |
| 2.2.1   | Konzentrische Kontraktion .....                                                      | 18 |
| 2.2.2   | Isometrische Kontraktion .....                                                       | 19 |
| 2.2.3   | Exzentrische Kontraktion .....                                                       | 20 |
| 2.3     | Erscheinungsformen der Kraft und ihre Trainingsmethoden .....                        | 21 |
| 2.3.1   | Maximalkraft und Maximalkrafttraining .....                                          | 24 |
| 2.3.2   | Schnellkraft und Schnellkrafttraining .....                                          | 28 |
| 2.3.3   | Reaktivkraft und Reaktivkrafttraining .....                                          | 30 |
| 2.3.4   | Kraftausdauer und Kraftausdauertraining .....                                        | 31 |
| 2.4     | Trainingssteuerung im Krafttraining .....                                            | 33 |
| 2.4.1   | Die Belastungsnormative beim Krafttraining .....                                     | 33 |
| 2.4.1.1 | Reizdichte .....                                                                     | 35 |
| 2.4.1.2 | Reizdauer .....                                                                      | 35 |
| 2.4.1.3 | Reizumfang .....                                                                     | 35 |
| 2.4.1.4 | Reizhäufigkeit .....                                                                 | 37 |
| 2.4.1.5 | Reizkomplexität .....                                                                | 38 |
| 2.4.1.6 | Reizintensität .....                                                                 | 38 |
| 2.4.2   | Maximalkrafttests als Grundlage der Trainingsplanung .....                           | 39 |
| 2.4.3   | Trainingssteuerung anhand verschiedener Intensitätsbereiche .....                    | 45 |
| 2.4.4   | Die Beziehung zwischen den Wiederholungszahlen und den Prozentangaben des 1-RM ..... | 48 |
| 3.      | Praktische Untersuchung .....                                                        | 61 |
| 3.1     | Untersuchungsmethodik .....                                                          | 62 |

|         |                                                                                                                       |     |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1.1   | Beschreibung der Stichprobenwahl – Probanden.....                                                                     | 62  |
| 3.1.2   | Untersuchungsdesign und Untersuchungsablauf.....                                                                      | 64  |
| 3.2     | Ergebnisse und Diskussion.....                                                                                        | 68  |
| 3.2.1   | Intraindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei verschiedenen Belastungsintensitäten ..... | 68  |
| 3.2.1.1 | Intraindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei 50% .....                                  | 68  |
| 3.2.1.2 | Intraindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei 70% .....                                  | 69  |
| 3.2.1.3 | Intraindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei 90% .....                                  | 70  |
| 3.2.2   | Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei verschiedenen Belastungsintensitäten ..... | 71  |
| 3.2.2.1 | Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankdrücken mit 50% .....        | 72  |
| 3.2.2.2 | Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankdrücken mit 70% .....        | 72  |
| 3.2.2.3 | Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankdrücken mit 90% .....        | 73  |
| 3.2.2.4 | Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankziehen mit 50%.....          | 74  |
| 3.2.2.5 | Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankziehen mit 70%.....          | 75  |
| 3.2.2.6 | Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankziehen mit 90%.....          | 75  |
| 3.3     | Praktische Konsequenzen.....                                                                                          | 77  |
| 3.3.1   | Trainingsteuerung über die Wiederholungszahlen.....                                                                   | 78  |
| 3.3.2   | Trainingssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden.....                                                       | 80  |
| 4.      | Resümee .....                                                                                                         | 84  |
| 5.      | Literaturverzeichnis.....                                                                                             | 87  |
| 6.      | Abbildungsverzeichnis .....                                                                                           | 97  |
| 7.      | Tabellenverzeichnis.....                                                                                              | 98  |
| 8.      | Anhang .....                                                                                                          | 99  |
| 9.      | Erklärung.....                                                                                                        | 101 |



# 1. Einleitung

Einleitend wird auf die Problemstellung und die Formulierung der wissenschaftlichen Fragestellung eingegangen und anschließend ein kurzer Überblick über die Arbeit gegeben.

## 1.1 Problemstellung

„Krafttraining muss als Schlüsselsportart der kommenden Jahrzehnte bezeichnet werden. Keine andere Trainingsform kann so effektiv das körperliche Wohlbefinden, die körperliche Konstitution, die Belastbarkeit und die Leistungsfähigkeit eines jeden Menschen verbessern. (. . .) Altersgrenzen scheint es nicht zu geben – bereits Kinder und Jugendliche können bei richtiger Trainingsorganisation äußerst günstige Reize für ihre Körperentwicklung setzen, aber auch ältere und ganz alte Menschen erreichen erhebliche Verbesserungen ihrer Lebensqualität und Leistungsfähigkeit“, so Gottlob (2007, Vorwort).

Krafttraining wird in sehr vielen Bereichen eingesetzt. So werden die verschiedenen Trainingsmethoden des Krafttrainings als feste Bestandteile in das Training nahezu jeder Sportart integriert. Es wird beispielsweise als allgemeines bzw. sportartspezifisches Training im Fußball (Gorostiaga, Izquierdo, Ruesta, Iribarren, González-Badillo & Ibáñez, 2004, S. 698-707; Hoff, Kähler & Helgerud, 2006, S. 116-124; Lehnhard, Lehnhard, Young & Butterfield, 1996, S. 115-119; Meyer, 2006, S. 132-137; Schlumberger, 2006, S. 25-31), sowie in vielen weiteren Sportarten zur Verletzungsprophylaxe bzw. zur Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit eingesetzt. Darüber hinaus hat das Krafttraining in der Prävention (Hagen, Böhm & Brüggemann, 2006, S. 277-281; Siegrist, Lammel & Jeschke, 2006, S. 182-188) bzw. Rehabilitation (Begerow, Pfeifer & Minne, 2004a, S. 266f.; Begerow, Pfeifer & Minne, 2004b, S. 301f.; Christodoulos, Volaklis & Tokmکیدis, 2003, S. 207-213; Ehram & Gutzwiller, 2006, S. 15f.; Goebel, Stephan & Freiwald, 2005, S. 388-392; Mayer, Huonker, 2004, S. 118-123; Gollhofer & Berg, 2003, S. 88-94; Steinacker, Liu, Stilgenbauer & Nething, 2004, S. 124-130; Reuss-Borst, Hartmann & Wentrock, 2008, S. 263-267) zahlreicher Beschwerden und Erkrankungen einen fixen Stellenwert. Zudem wird dem Krafttraining zum Ausgleich muskulärer Dysbalancen vor allem bei älteren und alten Menschen eine effektive Wirkweise zugesprochen (Anders, 2006, S. 171-177; Frontera, Hughes, Krivickas, Kim, Foldvari & Roubenoff, 2003, S. 601-608; Granacher & Gollhofer, 2005, S. 1316-1328; Häkkinen, Kraemer, Newton & Alen, 2001, S. 51-60; Mayer, Gollhofer & Berg, 2003, S. 88-94). Ebenso wird es unter anderem zur Therapie von Übergewicht eingesetzt (Ehram &

Gutzwiller, 2006, S. 16f.). Dies waren jedoch nur einige Anwendungsgebiete, die Palette an Möglichkeiten, in der ein Krafttraining sinnvoll eingesetzt werden kann, ließe sich beliebig erweitern.

Nicht desto trotz erscheint der Bereich des Krafttrainings aus heutiger Sicht in einigen Fragen noch lange nicht erforscht und empirisch belegt. So wird beispielsweise das Trainingsvolumen von vielen Autoren (Dalichau, Stein, Schäfer, Buhlmann & Menken, 2004, S. 294-299; Gießing, 2000, S. 19-23; Gießing, 2003b, 27-32; Heiduk, Preuß & Steinhöfer, 2002, S. 4-13; Philipp, 1999a, S. 27-34; Philipp, 1999b, S. 26ff.; Remmert, Schischek, Zamhöfer & Ferrauti, 2005, S. 15-19; Schlumberger & Schmidbleicher, 1999, S. 9ff. u.v.a) sehr kontrovers diskutiert ohne derzeit zu einer befriedigenden Lösung zu gelangen.

Im Gegensatz dazu herrscht nahezu Einigkeit darüber, dass im ersten Stadium eines Krafttrainings der Kraftzuwachs auf eine Verbesserung der intramuskulären Innervation zurückzuführen ist. Erst auf zweiter Linie und im weiteren Verlauf des Trainings kommt es zu einer Zunahme der Muskelkraft aufgrund einer morphologischen Anpassung durch eine Hypertrophie der trainierten Muskelgruppen (Dickhuth, 2000, S. 256f.; Friedmann, 2007, S. 12; Hollmann & Hettinger, 2000, S. 207; Marées, 2003, S. 193f.; Moritani, 1994, S. 267f.; Olivier, Marschall & Büsch, 2008, S. 115ff.; Weineck, 2007, S. 391-403 u.a). Zeitlich gesehen können Adaptationen auf ein Krafttraining somit grundsätzlich auf zwei Ebenen stattfinden. Die erste Stufe sind immer die neuronalen Adaptationen und betreffen die koordinative Funktion des Zentralnervensystems. Zeitlich folgen den neuronalen Anpassungen auf zweiter Ebene der Adaptationen auf ein Krafttraining die peripheren Adaptationen im Muskel. Sie prägen den Effekt in den sich anschließenden Monaten und Jahren und werden als hauptverantwortlich für Leistungsverbesserungen angesehen (Laube, 2005, S. 274ff.). Zu beachten ist jedoch, dass der Einsatz von verschiedenen Trainingsmethoden in dieser Hinsicht nicht außer Acht gelassen werden darf. Güllich und Schmidbleicher (1999, S. 223) weisen diesbezüglich darauf hin, dass man beispielsweise bei der Anwendung von Trainingsmethoden mit explosiven maximalen Kontraktionen primär eine neuronale Anpassung erhält. Im Gegensatz dazu führt der Einsatz von Methoden mit submaximalen Belastungen primär zu einer Hypertrophie der Muskulatur.

Bezüglich Muskelquerschnittstrainings geht man Angaben zahlreicher Autoren (Bührle & Werner, 1984, S. 6; Ehlenz, Grosser, Zimmermann & Zintl, 1995, S. 111; Güllich & Schmidbleicher, 1999, S. 229; Hartmann & Tünnemann, 1993, S. 207; Hohmann, Lames

& Letzelter, 2006, S. 76f.; Martin, Carl & Lehnertz, 1993, S. 128; Schnabel, Harre, Krug & Borde, 2003, S. 152 u.a.) heutzutage nahezu übereinstimmend davon aus, dass sich die Methoden der wiederholten submaximalen Belastung am besten für den Muskelaufbau (=Vergrößerung des Muskelquerschnitts) eignen. Dabei wird zur Erzielung einer optimalen Anpassung empfohlen, die Serie bis zu letzten Wiederholung, also bis zur muskulären Ausbelastung durchzuführen. Obgleich wird die Notwendigkeit dieser Forderung für das Muskelaufbautraining vereinzelt in Frage gestellt. Nach Zatsiorsky (1996, S. 125) ist diese maximale Wiederholungszahl pro Serie nämlich nicht unbedingt erforderlich, da schon Wissenschaftler (Buskies, 1999a, S. 316-320; Buskies, 1999c, S. 289-300; Buskies, 2001, S. 45-61; Buskies, Boeckh-Behrens und Zieschang, 1996, S. 170-175) mit einem sanften Krafttraining bei dem die Einzelsérie deutlich vor Erreichen der muskulären Ausbelastung abgebrochen wurde, große Steigerungen in der Maximalkraft und Kraftausdauer erzielen konnten. Gleichartiges gilt auch für die Hypertrophieeffekte.

Das Ziel zahlreicher Untersuchungen unzähliger Forschungsgruppen ist die Trainingssteuerung im Krafttraining, da noch berechtigte Unsicherheiten über die adäquaten Belastungen bestehen. Immer noch wird die Belastungssteuerung im Krafttraining mit Hilfe eines Maximalkrafttests für die jeweilige Übung durchgeführt (Mayhew, Prinster, Ware, Zimmer, Arabas & Bembien, 1995b, S. 108-113). In weiterer Folge wird dann die Festlegung der Belastungsintensität über Prozentangaben im Verhältnis zur isometrischen bzw. konzentrischen Maximalkraft (1-RM) vorgenommen (Fröhlich, Schmidbleicher & Emrich, 2002b, S. 79). Eine Trainingssteuerung auf der Basis von Maximalkrafttests bringt in der Praxis allerdings Probleme mit sich. Diese Probleme treten sowohl im leistungssportlichen Krafttraining als auch im gesundheits- und fitnessorientierten Krafttraining auf. So ist beispielsweise eine Bestimmung der Maximalkraft bei Trainingsanfängern und Trainierenden mit geringer Leistungsfähigkeit bzw. bei orthopädisch oder internistisch vorgeschädigten Personen aufgrund einer reduzierten Belastungsverträglichkeit aus sportmedizinischer Sicht gar nicht erwünscht. Gründe dafür sind gesundheitsgefährdende Begleiterscheinungen wie Pressatmung, hoher Blutdruck bzw. orthopädisch bedenkliche Belastungsspitzen auf den Stütz- und Bewegungsapparat (Buskies, 1999b, S. 181; Buskies, 1999c, S. 10f.; Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4). Weiters kommt vor allem der erhöhte messtechnische und rechnerische Aufwand als Grund für die Zurückhaltung der Durchführung von Maximalkrafttests in Frage (Kemmler, Lauber, Weineck, Mayhew, Engelke & Kalender,

2005, S. 166). Auch die Motivation kann den Krafteinsatz verstärken, was man beim Testen der Kraftfähigkeiten ebenfalls berücksichtigen muss (Schnabel et al., 2003, S. 154).

Zahlreiche Autoren (Baechle, Earle & Wathen, 2000, S. 414; Bührle & Werner, 1984, S. 6; Grosser, Ehlenz und Zimmermann, 1987, S. 30-36; Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 229-232; Hartmann & Tünnemann, 1990, S. 17; Hohmann, Lames & Letzelter, 2007, S. 77-85; Martin, et al., 1993, S. 132; Scheid & Prohl, 2003, S. 100-103; Schröder, Harre & Bauersfeld, 1986, S. 142-147 u.v.a) ordnen nach der Durchführung der Maximalkrafttests einer Belastungsintensität (bzw. einem Intensitätsbereich) konkrete Wiederholungszahlen zu (Buskies, 1999b, S. 182; Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4) und dieses feste Verhältnis von deduzierter Intensität und maximal möglicher Wiederholungszahl wird unreflektiert tradiert (Fröhlich et al., 2002b, S. 80). So soll aufgrund der Angaben zahlreicher Autoren bei der Anwendung verschiedener Trainingsmethoden (z.B. Muskelaufbautraining oder Kraftausdauertraining) bei einer bestimmten Intensität eine konkrete Anzahl von Wiederholungen möglich sein. Doch selbst hier gehen die Angaben zum Teil sehr weit auseinander. So geben Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 229) für ihre Methode der submaximalen Kontraktion bis zur Erschöpfung (Hypertrophietraining) bei einer Intensität von 60 bis 85% des 1-RM eine Wiederholungszahl von sechs bis 20 pro Serie an. Eine Wiederholungszahl ab zwölf bei einer Intensität von unter 67% würde bei Baechle et al. (2000, S. 414) jedoch deutlich im Bereich der Kraftausdauer liegen.

Im Umkehrschluss wird die Wiederholungszahl von zahlreichen Autoren (Abadie, Plummer, Salisbury, McDowell, Stewart, Clark, Pace & Thomas, 2000, S. 24; Calender, Abadie & Daughtrey, 2000, S. 25f.; Horvath, Franklin & Born, 2007, S. 1018-1022; Kim, Mayhew & Peterson, 2002, S. 440-445; Kravitz, Akalan, Nowicki & Kinzey, 2003, S. 167-172; Lemire, Abadie & Daughtry, 2000, S. 30f.; LeSuer, McCormick, Mayhew, Wasserstein & Arnold, 1997, S. 211-213; Mayhew, Ball & Arnold, 1989, S. 73; Mayhew, Clemens, Busby, Cannon, Ware & Bowen, 1995a, S. 209; Mayhew, Johnson, Lamonte, Lauber & Kemmler, 2008, S. 1570-1577; Mayhew et al., 1995b, S. 108-113; Mayhew, Ware, & Prinster, 1996, S. 35-38; Park, Abadie, Daughtrey, 2000, S. 32; Reynolds, Gordon & Robergs, 2006, S. 584-592; Wood, Maddalozzo & Harter, 2002, S. 67-94) zur Abschätzung bzw. Vorhersage der Intensität (bzw. des 1-RM) verwendet. Diese Vorgehensweise kommt vor allem immer dann zur Anwendung, wenn eine Bestimmung der Maximalkraft nicht durchgeführt werden kann oder große Schwierigkeiten damit verbunden sind (Fröhlich et al., 2002b, S. 80; Zatskiorsky, 1996, S. 108)

## **1.2 Formulierung der wissenschaftlichen Fragestellung**

### **1.2.1 Theoretische Basis**

Nach neueren Untersuchungsergebnissen (Boeckh-Behrens & Buskies, 2007, S. 66-70; Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4-8; Feigenbaum et al., 1998, S. 110-113; Fröhlich, Klein, Felder, Emrich & Schmidtbleicher, 2002a, S. 41-45; Fröhlich et al., 2002b, S. 79-83; Fröhlich & Schmidtbleicher, 2003, S. 54-58; Hoeger, Barette, Hale & Hopkins, 1987, S. 11-13; Hoeger, Hopkins, Barette & Hale, 1990, S. 47-54; Marschall & Fröhlich, 1999, S. 311-315; Shimano, Kraemer, Spiering, Volek & Hatfield, 2006, S. 819-823) scheint dieses feste Verhältnis von deduzierter Intensität und maximaler Wiederholungszahl jedoch nicht mehr gerechtfertigt zu sein und spiegelt nach Fröhlich, Klein, Emrich und Schmidtbleicher (2001b, S. 26) zudem nicht die gängige Trainingspraxis wider.

Zum derzeitigen Forschungsstand konnte der nämlich der Einfluss der verwendeten Krafttrainingsübung mit Beanspruchung verschieden großer Muskelpartien (Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4-8; Feigenbaum, Westcott, Long, Loud, Delmonico & Micheli, 1998, S. 110-113; Hoeger, et al., 1987, S. 11-13; Marschall und Fröhlich, 1999, S. 311-315; Shimano, et al., 2006, S. 819-823), des Trainingszustandes bzw. der Trainingserfahrung im Kraftbereich (Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4-8; Hoeger, et al., 1990, S. 47-54; Marschall und Fröhlich, 1999, S. 311-315; Shimano, et al., 2006, S. 819-823), des Geschlechts (Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4-8; Hoeger, et al., 1990, S. 47-54), der Variation der Übung (Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4-8), die Muskelfasertypen (Douris, White, Cullen, Keltz, Meli, Mondiello & Wenger, 2006, S. 699-703) und vieles mehr identifiziert werden. Weiters nehmen noch Faktoren wie die Trainingsspezifität (Fröhlich & Schmidtbleicher, 2003, S. 54-58; Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4-8), die Anzahl der Serien (Fröhlich, Klein, Emrich & Schmidtbleicher, 2001a, S. 1061; Fröhlich et al., 2001b, S. 24-28; Fröhlich & Schmidtbleicher, 2003, S. 54-58; Fröhlich et al., 2002b, S. 79-83; Marschall & Sieberger, 2003, S. 19-22) die Motivation, das Maximalkraftniveau, u.v.m. auf die maximal mögliche Wiederholungszahl bei einer gegebenen Intensität Einfluss (Fröhlich et al., 2002a, S. 42; Fröhlich et al., 2001b, S. 26; Fröhlich et al., 2002b, S. 80; Weineck, 2007, S. 474). Fröhlich, Schmidtbleicher, Emrich und Coen (2003, S. 355) fassen die derzeitige Forschungslage dahingehend zusammen, dass das wissenschaftliche Desiderat derzeit darin liegt, dass „nur mangelnde

Angaben zu den zugrunde liegenden Beanspruchungen im Krafttraining und zu deren Belastungsgestaltung vorzufinden sind.“

### **1.2.2 Hauptfragestellungen**

Diese Arbeit versucht nun aufbauend auf einer theoretischen Bearbeitung des derzeitigen Wissensstandes nachfolgende Forschungsfrage einer möglichst genauen Untersuchung zu unterziehen:

Gibt es signifikante interindividuelle (für eine gegebene Übung) und intraindividuelle (von Übung zu Übung) Unterschiede in den Übungen Bankdrücken und Bankziehen?

### **1.2.3 Nebenfragestellungen**

Auf Grundlage der zwei Hauptfragestellungen werden folgende Nebenfragestellungen untersucht:

- Gibt es signifikante intraindividuelle Unterschiede in der maximal möglichen Anzahl an Wiederholungen bei den Übungen Bankdrücken und Bankziehen bei 50% der Maximalkraft?
- Gibt es signifikante intraindividuelle Unterschiede in der maximal möglichen Anzahl an Wiederholungen bei den Übungen Bankdrücken und Bankziehen bei 70% der Maximalkraft?
- Gibt es signifikante intraindividuelle Unterschiede in der maximal möglichen Anzahl an Wiederholungen bei den Übungen Bankdrücken und Bankziehen bei 90% der Maximalkraft?

Weiters werde auch die nachstehenden Hypothesen beim Bankdrücken einer Untersuchung unterzogen:

- Gibt es signifikante interindividuelle Unterschiede in der maximal möglichen Anzahl an Wiederholungen bei der Übung Bankdrücken bei 50%?
- Gibt es signifikante interindividuelle Unterschiede in der maximal möglichen Anzahl an Wiederholungen bei der Übung Bankdrücken bei 70%?
- Gibt es signifikante interindividuelle Unterschiede in der maximal möglichen Anzahl an Wiederholungen bei der Übung Bankdrücken bei 90%?

Bei der Übung Bankziehen werden folgende Fragestellungen behandelt:

- Gibt es signifikante interindividuelle Unterschiede in der maximal möglichen Anzahl an Wiederholungen bei der Übung Bankziehen bei 50%?
- Gibt es signifikante interindividuelle Unterschiede in der maximal möglichen Anzahl an Wiederholungen bei der Übung Bankziehen bei 70%?
- Gibt es signifikante interindividuelle Unterschiede in der maximal möglichen Anzahl an Wiederholungen bei der Übung Bankziehen bei 90%?

### 1.3 Kurzer Überblick über die Arbeit

Diese Arbeit unterteilt sich mit dem Hauptteil in zwei große Unterkapitel. Der erste Part ist die so genannte *Theoretische Aufarbeitung* (Kapitel 2) der Thematik. Diese beinhaltet die *Definitiven Grundlagen der Kraft* (Kapitel 2.1), bei der die wichtigsten Begriffe erklärt werden. Anschließend folgen die *Arten der Muskelarbeit – Arbeitsweisen* (Kapitel 2.2) wobei eine Unterteilung in *Konzentrische Kontraktion* (Kapitel 2.2.1), *Isometrische Kontraktion* (Kapitel 2.2.2) und *Exzentrische Kontraktion* (Kapitel 2.2.3) vorgenommen wurde. In weiterer Folge werden die *Erscheinungsformen der Kraft und ihre Trainingsmethoden* (Kapitel 2.3), die sich in *Maximalkraft und Maximalkrafttraining* (Kapitel 2.3.1), *Schnellkraft und Schnellkrafttraining* (Kapitel 2.3.2), *Reaktivkraft und Reaktivkrafttraining* (Kapitel 2.3.3) und *Kraftausdauer und Kraftausdauertraining* (Kapitel 2.3.4) gliedern lassen, beschrieben. Es folgt die *Trainingssteuerung im Krafttraining* (Kapitel 2.4) mit den *Belastungsnormative beim Krafttraining* (Kapitel 2.4.1) mit der *Reizdichte* (Kapitel 2.4.1.1), der *Reizdauer* (Kapitel 2.4.1.2), dem *Reizumfang* (Kapitel 2.4.1.3), der *Reizhäufigkeit* (Kapitel 2.4.1.4) der *Reizkomplexität* (Kapitel 2.4.1.5) und der *Reizintensität* (Kapitel 2.4.1.6). Anschließend wird auf die *Maximalkrafttests als Grundlage der Trainingsplanung* (Kapitel 2.4.2), die *Trainingssteuerung anhand verschiedener Intensitätsbereiche* (Kapitel 2.4.3) und die *Beziehung zwischen den Wiederholungszahlen und Prozentangaben des 1-RM* (Kapitel 2.4.4) eingegangen.

Der zweite große Part des Hauptteils ist die *Praktische Untersuchung* (Kapitel 3) welcher wiederum einige Subkapiteln umfasst. Diese wären die *Untersuchungsmethodik* (Kapitel 3.1) mit der *Beschreibung der Stichprobenwahl – Probanden* (Kapitel 3.1.1) und dem *Untersuchungsdesign, Untersuchungsablauf* (Kapitel 3.1.2). Weiters das Kapitel *Ergebnisse und Diskussion* (Kapitel 3.2) bei dem der *Intraindividuelle Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei verschiedenen Belastungsintensitäten*

(Kapitel 3.2.1) und der *Interindividuelle Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei verschiedenen Belastungsintensitäten* (Kapitel 3.2.2) untersucht wird. Es folgen die *Praktischen Konsequenzen* (Kapitel 3.3) mit der *Trainingssteuerung über die Wiederholungszahlen* (Kapitel 3.4.1) und der *Trainingssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden* (Kapitel 3.4.2). Abschließend folgt ein *Resümee* (Kapitel 4) der Arbeit.

## **2. Theoretische Aufarbeitung**

Dieses Kapitel thematisiert die Kraft, die neben der Ausdauer, Schnelligkeit, Flexibilität und Koordination zu den sportmotorischen Hauptbeanspruchungsformen der sportlichen Leistung zählt (Graf & Rost, 2001, S. 41). Einleitend wird der Versuch einer Definition des Begriffes der physiologischen Kraft in Abgrenzung zum Begriff der physikalischen Kraft unternommen und diesbezüglich darauf eingegangen, welche Schwierigkeiten sich dabei ergeben haben. Anschließend erfolgt eine kurze Erklärung und Einteilung der Kontraktionsformen bzw. Arbeitsweisen der Muskulatur und schließlich die Strukturierung in die Erscheinungsformen der Kraft. In diesem Zusammenhang werden auch die Methoden und Inhalte des Krafttrainings behandelt. Die Methoden und Inhalte des Krafttrainings lassen sich sowohl in die Erscheinungsformen der Kraft: Maximalkraft, Kraftausdauer, Schnellkraft und Reaktivkraft gliedern, zum anderen ist auch eine Aufgliederung der verschiedenen Trainingsmethoden unter dem Aspekt der Anspannungsarten möglich. Einerseits wird dabei die Spannbreite der möglichen Methoden, die in zahlreicher trainingswissenschaftlicher Literatur beschrieben werden, näher in das Blickfeld gerückt. Andererseits wird kurz angedeutet welche Anpassungsmechanismen sich mit der Anwendung der unterschiedlichen Methoden erzielen lassen.

### **2.1 Definitorische Grundlagen der Kraft**

Aufgrund der ständig wachsenden Bedeutung des Krafttrainings ist es verständlich, dass sich eine große Anzahl von Wissenschaftlern mit der Thematik der Definition und Begriffsbestimmung befasst. Jedoch bereitet die Terminologie ein beträchtliches Problem. Nach Hohmann et al. (2007, S. 65) liegt die Ursache dieser Missverständnisse in Bezug auf die Terminologie in den verschiedenen Betrachtungsweisen des Phänomens Kraft.



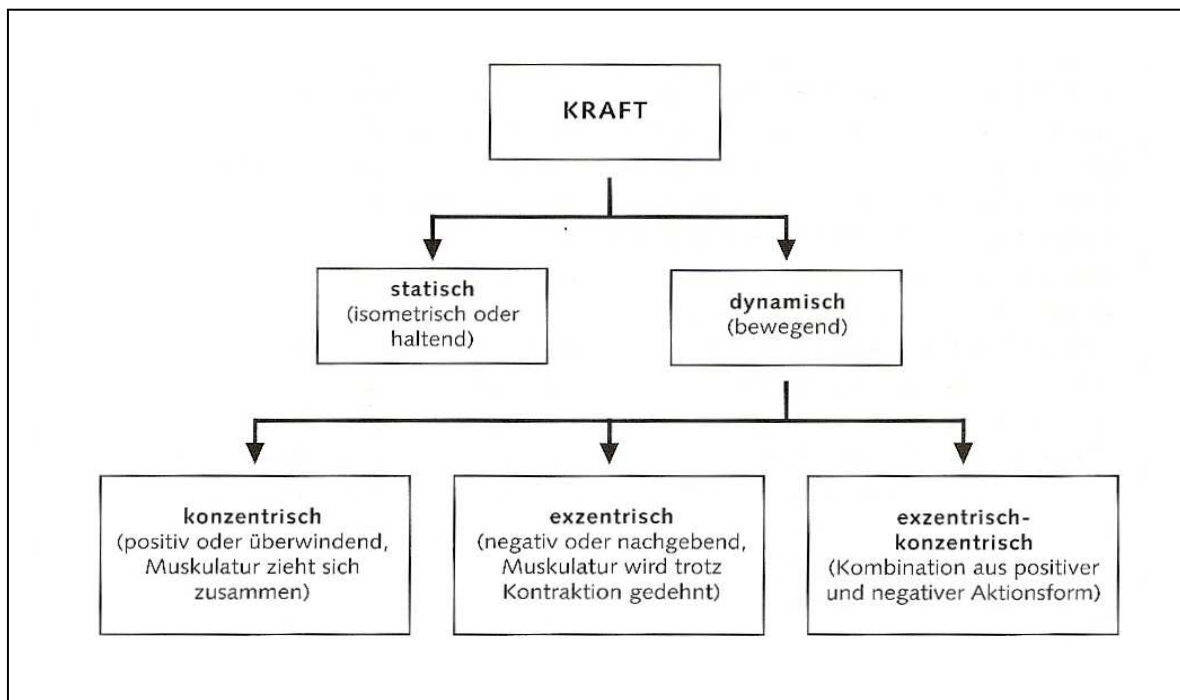
Generell kann jedoch die physikalische Kraft von der physiologischen Kraft unterschieden werden.

Grundsätzlich versteht die Trainingslehre die Kraft als eine motorische Grundeigenschaft, als ein menschliches Vermögen, das sich nur in Situationen manifestiert, die den Einsatz relativ hoher Kraftwerte erfordern. Unter diesem Aspekt ist das Verhalten der Kraft von der Schnelligkeit und von der Ausdauer abzugrenzen (Bührle & Schmidtbleicher, 1981, S. 12). Einen umfassenden Versuch einer Begriffsbestimmung geben Boeckh-Behrens und Buskies (2006, S. 21) die unter der Kraft im physiologischen Sinn, die Fähigkeit des neuromuskulären Systems durch Muskeltätigkeit Widerstände zu überwinden, ihnen entgegenzuwirken oder sie zu halten, verstehen. Nach Schnabel et al. (2003, S. 146) ist damit der Unterschied zum Begriff „Kraft“ gekennzeichnet, mit dem die physikalische Ursache von Bewegungen beschrieben wird. Der Bedeutungsumfang des Begriffes „Kraft“ sollte grundsätzlich nur auf Bewegungsvollzüge beschränkt sein, deren Krafteinsätze deutlich über dem durchschnittlichen Beanspruchungsbereich liegen (Bührle & Schmidtbleicher, 1981, S. 12). Aus diesem Grund gibt Hettinger (1964, S. 51) an, dass die durchschnittliche Kraftbelastung etwa bei 30% des realisierbaren Maximalkraftwerts liege. In diesem Zusammenhang wird daher vorgeschlagen, in der Trainingslehre (bzw. in der Trainingswissenschaft) nur dann von einem Kraftverhalten zu sprechen, wenn Krafteinsätze aktualisiert werden, die größer als ein Drittel des individuellen Leistungsvermögens sind.

Rein physikalisch betrachtet, stellt die Kraft das Produkt aus Masse und Beschleunigung dar (Loosch, 1999, S. 292). Im Gegensatz zur Bestimmung des Begriffes der physikalischen Kraft, mit dem die Ursache von Bewegung beschrieben wird (Schnabel et al., 2003, S. 146), müssen *Kraftleistungen in der Muskulatur* jedoch etwas differenzierter charakterisiert werden (Martin et al., 1993, S. 100). Deshalb bereitet eine präzise allgemeine Definition mit ihren physischen und psychischen Aspekten beträchtliche Schwierigkeiten. Aufgrund der Tatsache, dass die von einer Vielzahl von Faktoren beeinflussenden Arten der Kraft, der erzeugten Muskelarbeit und der Muskelanspannung außerordentlich vielfältig sind, ist eine definitorische Klärung des Kraftbegriffes nur im jeweiligen Zusammenhang möglich (Benndorf, 2005, S. 823; Deetjen, Speckmann & Hescheler, 2005, S. 823; Weineck, 2007, S. 371).

## **2.2 Arten der Muskelarbeit – Arbeitsweisen**

Ein weiterer Einteilungsaspekt der Kraft, der in Abbildung 1 ersichtlich ist, ist die Strukturierung nach den Arbeitsweisen der Muskulatur bzw. muskulären Kontraktionsformen, wobei folgende Definition als am aussagekräftigsten erscheint: „Kraft ist die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, Widerstände zu überwinden (dynamisch konzentrisch), ihnen entgegenzuwirken (dynamisch exzentrisch) oder sie zu halten (statisch bzw. isometrisch)“, so Boeckh-Behrens und Buskies (2006, S. 21).



**Abb. 1: Strukturierung der Kraft nach den Kontraktionsformen (Boeckh-Behrens & Buskies, 2006, S. 21f.).**

Im Gegensatz zur statischen Kontraktionsform, bei der von außen keine sichtbare Bewegung festzustellen ist, ist die dynamische Kontraktionsform von außen an Bewegungsabläufen erkennbar (Frey & Hildenbrandt, 2002, S. 74f.).

### 2.2.1 Konzentrische Kontraktion

Die konzentrische Kontraktion ist dadurch charakterisiert, dass sich Muskelursprung und Muskelansatz annähern (Jordan & Linse, 2002, S. 19) und sich der Muskel somit verkürzt (Graf & Rost, 2001, S. 43). Die Bewegung verläuft dabei entsprechend der Funktion des Muskels, da die aufgebrachte Kraft stets größer ist als der Widerstand (Boeckh-Behrens & Buskies, 2006, S. 22). Einige Synonyme für diese Kontraktionsform sind:

- dynamisch konzentrische Kontraktionsform (Boeckh-Behrens & Buskies, 2006, S. 22),

- dynamisch positive Beanspruchung (Graf & Rost, 2001, S. 43),
- positiv-dynamische oder überwindende Arbeit (Frey & Hildenbrandt, 2002, S. 75).

Im Krafttraining ist die konzentrische Muskelkontraktion ausschlaggebend, wenn man Lasten hebt, stößt oder reißt bzw. adäquate Bewegungen an Krafttrainingsgeräten durchführt. Der Großteil dieser Krafttrainingsübungen ist durch die Kombination von konzentrischer und exzentrischer Phase gekennzeichnet. Als klassisches Beispiel ist das Ausstoßen und das nachfolgende Absenken beim Bankdrücken zu erwähnen (Schnabel et al., 2003, S. 293). Beim positiv dynamischen Krafttraining kommt es zu einer Kraftentwicklung, die mit einer Muskelverkürzung einhergeht. Dabei steht der überwindende, leistungslimitierende Anteil der Bewegungen im Vordergrund: Bei den Liegestützen ist dies die Armstreckung mit dem Abheben des Rumpfes vom Boden, das nachfolgende Wiederabsenken dient nur der Einnahme für weitere positiv dynamische Aktionen. Auch bei der beidbeinigen Kniebeuge als Vorbereitung für eine nachfolgende einbeinige Kniestreckung (positiv dynamischer Anteil) wird deutlich, dass bei diesen Bewegungen jeweils der „überwindende“ Anteil leistungslimitierend ist. Zu den Methoden des positiv dynamischen Krafttrainings gehören (1) die klassischen amerikanischen Methoden mit ihren „Antagonisten“ bzw. „Agonisten“ Super Serien, „brennenden“ Serien oder „erzwungenen“ Serien, (2) die Kontrastmethode, (3) die Methode der „abnehmenden“ Belastung, (4) die Methode der „Pyramide innerhalb der Serie“, (5) die Methoden der „Vor- und Nachermüdung und (6) die konzentrische Methode in ihrer „Reinform“ (Weineck, 2007, S. 423-433).

### **2.2.2 Isometrische Kontraktion**

Bei der isometrischen Kontraktion oder statischen Arbeitsweise wird der Muskel gegen einen festen Widerstand angespannt. Er kontrahiert, verkürzt sich aber nicht (Schnabel et al., 2003, S. 294). Im Gegensatz zum konzentrischen bzw. exzentrischen Krafttraining kommt es beim isometrischen oder statischen Krafttraining nicht zu einer sichtbaren Kontraktion oder Dehnung, sondern nur zu einer hohen Spannungsentwicklung. Die isometrischen Krafttrainingsmethoden lassen sich prinzipiell in (1) Isometrisches Training ohne Zusatzlasten (Halten der Liegestützposition, Klimmzugposition usw.) und (2) Isometrisches Training mit Zusatzlasten (die Belastungsintensität wird durch Zusatzlasten erhöht) unterscheiden. (Weineck, 2007, S. 452-f.).

### 2.2.3 Exzentrische Kontraktion

„Der Begriff „exzentrisch“ wurde Mitte des letzten Jahrhunderts von Asmussen geprägt. Bereits 50 Jahre vorher wurde diese Form der Muskularbeit als „negative work“ bezeichnet, weil in physikalischem Sinne das Resultat der Aktivität negativ ist – diese Bezeichnung findet auch heute noch synonym Verwendung“, beschreibt Steiner (2003, S. 426). Die exzentrische Kontraktion ist dadurch gekennzeichnet, dass sich Muskelursprung und Muskelansatz voneinander entfernen (Jordan & Linse, 2002, S. 19). Häufig vorkommende Synonyme für die exzentrische Kontraktion sind folgende:

- dynamisch exzentrische Kontraktionsform (Boeckh-Behrens & Buskies, 2006, S. 22),
- dynamisch negative Beanspruchung (Graf & Rost, 2001, S. 43),
- negativ-dynamische oder nachgebende Arbeit (Frey & Hildenbrandt, 2002, S. 75).

Exzentrische Muskularbeit ist ein wichtiger Bestandteil jeder Alltagsaktivität. So werden bei einfachsten Bewegungsabläufen wie dem Gehen auf horizontaler Unterlage verschiedene Muskelgruppen, wie die Mm. Glutaei, exzentrisch belastet und auch Auffangbewegungen bei drohenden Stürzen sind vorwiegend exzentrischer Natur (Steiner, 2003, S. 425f.). Zu den exzentrischen Muskelbeanspruchungen gehören auch das Treppabgehen oder Bergabgehen (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 239). Exzentrische Kontraktionen werden jedoch auch beim (exzentrischen) Krafttraining eingesetzt. Dabei steht beim exzentrischen Training das Abfangen des eigenen Körpergewichts oder supramaximaler Lasten (bis etwa 120% der individuellen Maximalkraft) im Vordergrund. Das Abfangen des eigenen Körpergewichts durch Niedersprünge aus unterschiedlichen Höhen dient vor allem einer Verbesserung der intramuskulären Koordination. Die „klassischen exzentrischen Methoden“ beinhalten ein bewusst langsames Nachlassen gegenüber starken bzw. supramaximalen Belastungen, wodurch vor allem ein ausgeprägter Hypertrophiereiz gesetzt wird (Weineck, 2007, S. 433). Das zwangsweise Absenken aus der Klimmzughaltung durch den Zug eines Partners, Fallen in den Liegestütz, Abbremsen einer fallenden Last, Niedersprünge mit oder ohne Zusatzlast sind Kraftübungen mit exzentrischer Muskelkontraktion ohne komplizierten apparativen Aufwand (Schnabel et al., 2003, S. 293f.).

## 2.3 Erscheinungsformen der Kraft und ihre Trainingsmethoden

Da bei der Strukturierung der Kraft als konditionelle Fähigkeit auch die Aspekte der Kondition von übergeordneter Bedeutung sein sollten, erscheint beim derzeitigen Kenntnisstand eine Einteilung in folgende Erscheinungsformen als sinnvoll: Maximalkraft, Kraftausdauer, Schnellkraft und Reaktivkraft. Bevor jedoch näher auf diese Erscheinungsformen eingegangen wird, muss auf die folgenden Zusammenhänge hingewiesen werden: Maximalkraft, Kraftausdauer, Schnellkraft und Reaktivkraft sind nicht gleichrangig auf einer Ebene einzuordnen, sondern die Kraftausdauer, die Schnellkraft und die Reaktivkraft sind aufgrund ihrer Abhängigkeit von der Maximalkraft dieser hierarchisch unterzuordnen (Martin et al., 1993, S. 102).

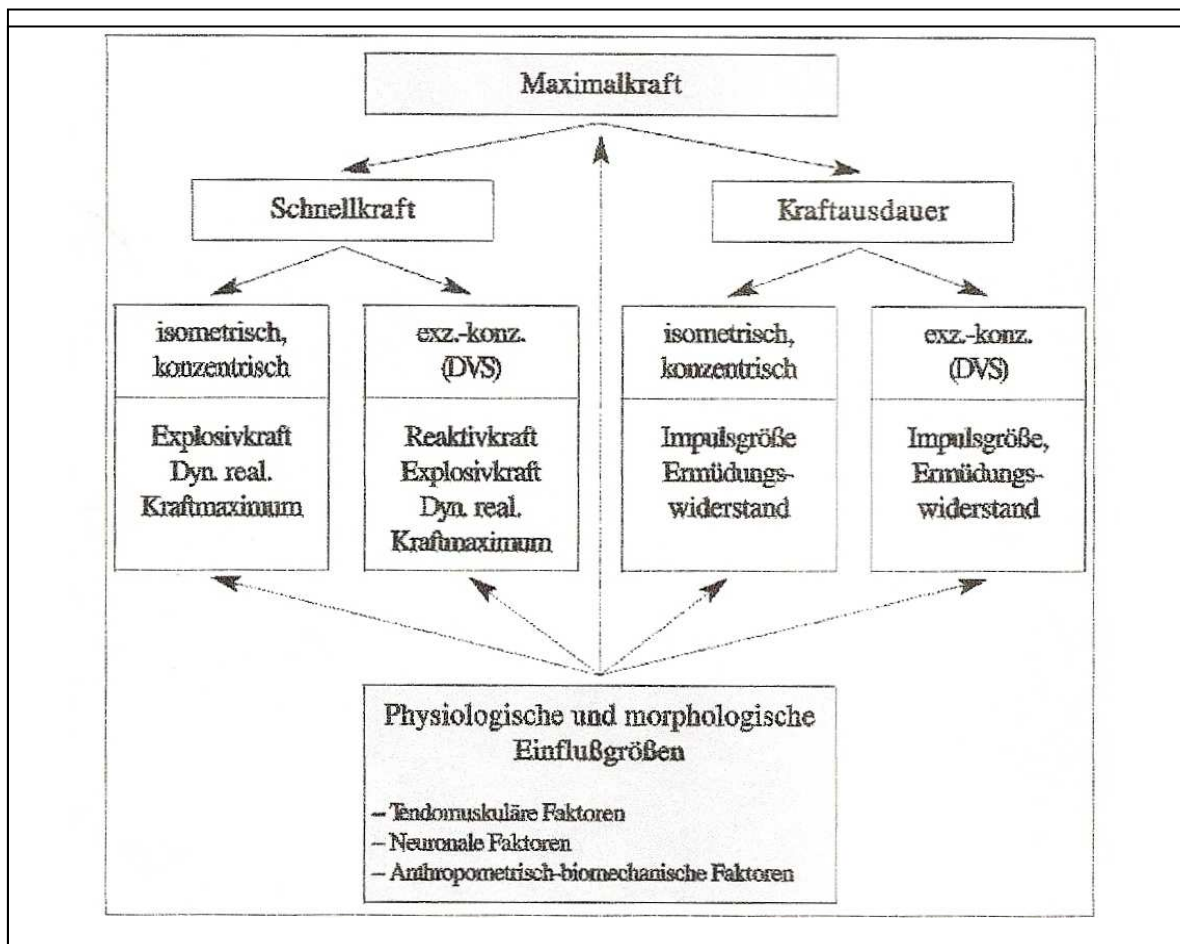


Abb. 2: Struktur der motorischen Eigenschaft Kraft (Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 224).

Nach Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 224) und Martin et al. (1993, S. 102) ist allerdings, wie in Abbildung 2 zu sehen ist, zu berücksichtigen, dass diese nicht gleichrangig auf einer Ebene einzuordnen sind, sondern dass die Maximalkraft die

Basisfähigkeit für die Schnellkraft und Kraftausdauer bildet und eine Verbesserung dieser in der Regel mit höheren Schnellkraft- und Kraftausdauerleistungen einhergeht. Der Vollständigkeit halber ist zu erwähnen, dass die Reaktivkraft in einigen Werken (Frey & Hildenbrandt, 2002, S. 74; Hohmann et al., 2007, S. 81; Martin et al., 1993, S. 106; Schnabel et al., 2003, S. 151) als eigenständige Erscheinungsform betrachtet wird, in anderen Publikationen (Boeckh-Behrens & Buskies, 2006, S. 37; Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 225) jedoch, als Ausprägung der Schnellkraft.

Selbsterklärend gibt es zu allen Erscheinungsformen verschiedene Trainingsmethoden, die sich in ihrer Belastungsstruktur und ihren Anpassungen teils erheblich voneinander unterscheiden. Bevor in den nachfolgenden Unterkapiteln auf diese Trainingsmethoden eingegangen wird, muss noch auf einige allgemeine Hinweise, Ziele und Adaptationen im Bezug auf das Krafttraining hingewiesen werden. Scheid und Prohl (2003, S. 98) geben an, dass es im Krafttraining eine Vielzahl von Trainingsmethoden gibt, um die verschiedenen Kraftfähigkeiten zu trainieren. Eine Gliederung der unterschiedlichen Krafttrainingsmethoden anhand ihrer Wirkungsweise erscheint als sinnvoll. Denn auf diese Weise ergeben sich zwei Adaptationsbereiche, denen die Krafttrainingsmethoden beizuordnen sind:

1. Methoden zur Vergrößerung des Muskelquerschnitts (Hypertrophie). Das Ziel des Trainings besteht in der muskulären Adaptation.
2. Methoden zur Verbesserung der Aktivierungsfähigkeit der Muskulatur. Das Ziel des Trainings besteht in der neuronalen Adaptation.

Jedes Krafttraining führt also streng genommen entweder zu einem Muskeldickenwachstum oder zu einer Verbesserung der Aktivierungsfähigkeit. Wenn durch ein Training andere Anpassungen erzielt werden, handelt es sich nicht um ein Krafttraining. Außerdem ist zu beachten, dass die einzelnen Krafttrainingsmethoden nicht immer einem der beiden Anpassungsbereiche zuzuordnen ist. Es können auch Adaptationen in beiden Bereichen auftreten (Scheid & Prohl, 2003, S. 98). Als Grundsatz des Krafttrainings ist bei der Planung der Belastungsnormative somit jeweils darzustellen und festzulegen, welche biologische Anpassungswirkung (Hypertrophie, Neuronale Aktivierung, Kraftausdauer usw.) angestrebt werden sollen (Hohmann et al., 2007, S. 75).

Nach Martin et al. (1993, S. 125f.) werden mit einem allgemeinen Krafttraining zwei übergeordnete Ziele verfolgt: (1) die Verbesserung der Innervationsfähigkeit der

Muskulatur und (2) die Erweiterung des Energiepotentials der Muskulatur. Wenn diese Zielsetzungen mit den Erscheinungsformen der Kraft (Maximalkraft, Schnellkraft, Kraftausdauer, Reaktivkraft) und den dazugehörigen Krafttrainingsmethoden in Verbindung gebracht, ergeben sich die in Abbildung 3 angeführten Zusammenhänge. Dabei hängt die Erweiterung des Energiepotentials der Muskulatur vor allem von der Vergrößerung des Muskelquerschnitts und einer Verbesserung der Kraftausdauer ab. Dagegen wird die Verbesserung der Innervationsfähigkeit der Muskulatur von einer Verbesserung der willkürlichen Aktivierungsfähigkeit der Muskulatur und von der Kraftbildungsgeschwindigkeit (Schnellkraftfähigkeiten) bestimmt.

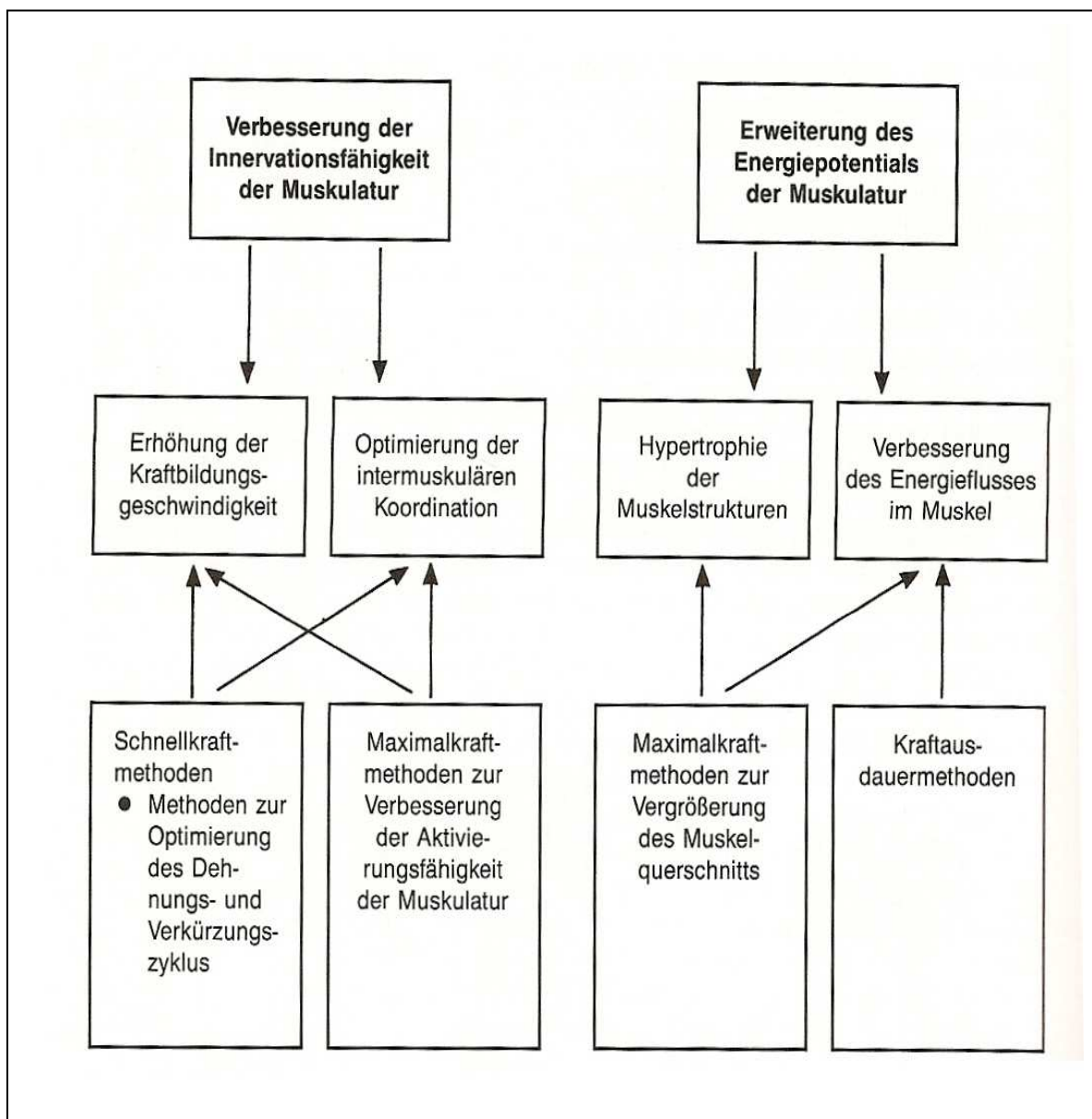


Abb. 3: Zusammenhang der Ziele und Methoden des allgemeinen Krafttrainings (Martin et al., 1993, S. 126).

### 2.3.1 Maximalkraft und Maximalkrafttraining

Willentlich kann der Mensch nur einen Teil seiner ihm insgesamt zur Verfügung stehenden Kraft mobilisieren. Der restliche Teil, die so genannte autonome Reserve, kann nur in Extremsituationen, durch Doping oder durch Elektrostimulation mobilisiert werden. Mit der Absolutkraft wird das gesamte Kraftpotenzial eines Muskels bezeichnet. Sie ist die Summe aus Maximalkraft und autonom geschützter Reserve. Die Maximalkraft hingegen ist der Anteil der Absolutkraft, der willkürlich aktiviert werden kann (Scheid & Prohl, 2003, S. 91). Unter physiologischen Bedingungen beträgt die absolut willkürliche Muskelkraft/Querschnitt ca. 6 kp/cm<sup>2</sup> (Stegemann, 1977, S. 307). Ikai und Steinhaus wiesen schon 1961 darauf hin, dass Normalpersonen jedoch nur etwa 70% ihres angelegten Kraftpotentials willkürlich realisieren können, also nicht ihre gesamte durch den Muskelquerschnitt begrenzte Kontraktionskraft zum Einsatz bringen (Bührle 1989, S. 313). Die Maximalkraft stellt somit die höchstmögliche Kraft dar, die das Nerv-Muskel-System bei maximaler *willkürlicher* Kontraktion auszuüben vermag. Entsprechend der Arbeitsweisen der Muskulatur und der dabei realisierten Kontraktionsformen kann zwischen konzentrischer, isometrischer und exzentrischer Maximalkraft unterschieden werden (Martin et al., 1993, S. 102). Gegen eine Unterscheidung von isometrischer und konzentrischer Maximalkraft sprechen sich sowohl Bührle (1985, S. 87), Bührle und Schmidtbleicher (1981, S. 15), als auch Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 224f.) in ihren Berichten aus: Eine Kontraktion beinhaltet immer einen isometrischen und einen konzentrischen Anteil. Wenn ein Sportler ein Gewicht hebt, bleibt die Kontraktion so lange isometrisch, bis die muskulär entfaltete Kraft der zu bewältigenden Kraft entspricht. Das Gewicht bewegt sich also erst, wenn die Kraft darüber hinausgeht. Bei steigender Last nähert sich also die konzentrische Maximalkraft der isometrischen Maximalkraft an.

Je nach Messverfahren liegen die konzentrischen Maximalkraftwerte rund fünf bis 20 Prozent unter den isometrisch erreichbaren Werten. Der Unterschied zwischen isometrischer und konzentrischer Maximalkraft kann jedoch durch ein verbessertes Kraftniveau bzw. einen verbesserten Trainingszustand verringert werden (Martin et al., 1993, S. 102). Bezüglich exzentrischer Maximalkraft muss erwähnt werden, dass durch Versuchsanordnungen mit erzwungener exzentrischer Bewegung Kraftwerte gemessen wurden, die deutlich über den isometrischen Maximalwerten liegen (Göhner, 1999, S. 78f.). Diese exzentrischen Maximalkraftwerte liegen rund fünf bis 45 Prozent über den isometrischen Maximalkraftwerten (Bührle, 1985, S. 89). Diese höheren Kraftwerte bei der



exzentrischen Arbeitsweise haben grundsätzlich zwei Ursachen: Zum einen addieren sich bei der Dehnung des aktivierten Muskel-Sehnen-Systems die passiven Elastizitätskräfte zu dem durch die Willkürkontraktion realisierten Kraftbetrag. Zum anderen treten bei der Dehnung des Muskels durch die Aktivierung der Muskelspindeln Dehnungsreflexe auf, die eine Erhöhung der Innervationsaktivität und damit eine stärkere Kontraktion bewirken (Bührle & Schmidtbleicher, 1981, S. 16; Schmidtbleicher, 1984, S. 1786).

Die Maximalkraft setzt sich aus einem individuell optimalen Muskelfaserquerschnitt, der durch ein Muskelaufbautraining erreicht wird und einer höchstausgeprägten intramuskulären Koordination zusammen (Grosser, et al., 1987, S. 11). Dementsprechend unterscheidet man in der Trainingslehre seit Beginn der 80er Jahre zwei entsprechende Verfahren zur Verbesserung der Maximalkraft. Man spricht also nicht mehr von der Maximalkraftmethode, sondern differenziert in ein Muskelaufbau- bzw. Querschnittstraining (Q-Training) und in ein Training der intramuskulären Koordination (IK-Training) (Frey & Hildenbrandt, 2002, S. 78). Unter dem Begriff des Muskelquerschnitts versteht man die Summe aller Muskelfaserquerschnitte der betreffenden Muskulatur (Hemmling, 1994, S. 8) und unter dem Begriff der intramuskulären Koordination versteht man nach Bührle und Schmidtbleicher (1981, S. 18), „die Fähigkeit, das Zusammenwirken motorischer Einheiten mit unterschiedlicher Kontraktionsgeschwindigkeit innerhalb des Muskels so abzustimmen, dass eine optimale Bewegungsausführung im Sinne des Bewegungszwecks gelingt. Bei maximalen Krafteinsätzen bedeutet dies, dass möglichst viele motorische Einheiten – also langsame und schnelle, in einem Zeitpunkt fokussiert – ihren maximalen Kraftwert erreichen“.

Die Bezeichnung der Trainingsmethoden zur Verbesserung der Maximalkraft kann von Autor zu Autor variieren. So unterscheidet Tidow (1994, S. 33) diesbezüglich zwischen Muskelquerschnittsmethoden (MQM) und neuronalen Aktivierungsmethoden (NAM). Nach Ehlenz, Grosser und Zimmermann (1983, S. 99) kann die Maximalkraft entweder separat über eine Muskelmassenzunahme – mittels Muskelaufbautraining – oder über ein intramuskuläres Koordinationstraining oder über ein kombiniertes Training erhöht werden.

Um die verschiedenen Einflussgrößen der Maximalkraft optimal entwickeln zu können haben sich die in Tabelle 1 dargestellten spezifischen Trainingsmethoden bewährt.

**Tab. 1: Trainingsmethoden zur Verbesserung der Maximalkraft**

| <b>Trainingsmethoden</b>                                            | <b>Belastung</b>                                                     | <b>Inten-<br/>sität</b> | <b>Tempo</b>                     | <b>Wieder-<br/>holungen</b>  | <b>Serien</b>                      | <b>Pause</b> |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|
| <b>MQM: STANDARD-METHODE</b>                                        | konzentrische<br>submaximale<br>Krafteinsätze bis<br>zur Erschöpfung | 70-80%                  | Zügig                            | 8-12                         | 3                                  | > 3 min      |
| <b>MQM: INTENSIVE<br/>BODYBUILDING-<br/>METHODE</b>                 | konzentrische<br>submaximale<br>Krafteinsätze bis<br>zur Erschöpfung | 80-95%                  | langsam                          | 5-8                          | 3-5                                | > 3 min      |
| <b>MQM:EXTENSIVE<br/>BODYBUILDING-<br/>METHODE</b>                  | konzentrische<br>mittlere<br>Krafteinsätze bis<br>zur Erschöpfung    | 60-70%                  | langsam                          | 15-20                        | 3-5                                | > 2 min      |
| <b>MQM: MUSKEL-<br/>LEISTUNGS-<br/>METHODE<br/>(Leistungssport)</b> | konzentrische<br>mittlere<br>Krafteinsätze bis<br>zur Erschöpfung    | 50-60%                  | maximal<br>und hoch-<br>frequent | maximal<br>bei 30 s<br>Dauer | 3-5                                | > 3 min      |
| <b>MQM: PYRAMIDEN-<br/>METHODE (Fitness-<br/>/Gesundheitssport)</b> | konzentrische<br>submaximale<br>Krafteinsätze                        | 60-70-<br>80-90-<br>95% | zügig                            | 20-25                        | jeweils<br>1 pro<br>Last-<br>stufe | > 3 min      |
| <b>MQM:<br/>ISOMETRISCHE<br/>METHODE</b>                            | isometrische<br>maximale<br>Krafteinsätze                            | 100%                    | statisch                         | 1 bei<br>10-12 s<br>Dauer    | 3-5                                | > 3 min      |
| <b>NAM:<br/>DESMODROMISCHE<br/>METHODE</b>                          | exzentrische<br>maximale<br>Krafteinsätze                            | 120-<br>150%            | zügig                            | 2-5                          | 3-5                                | > 3 min      |
| <b>NAM:<br/>MAXIMALKRAFT-<br/>METHODE</b>                           | konzentrische<br>maximale<br>Krafteinsätze                           | 100%                    | maximal                          | 1-2                          | 5                                  | > 3 min      |

|                                            |                                               |        |         |     |     |         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------|---------|-----|-----|---------|
| <b>NAM:<br/>EXPLOSIVKRAFT-<br/>METHODE</b> | konzentrische<br>submaximale<br>Krafteinsätze | 50-95% | maximal | 2-5 | 2-5 | > 3 min |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------|---------|-----|-----|---------|

Quelle: Hohmann et al. (2007, S. 77)

Für ein komplettes Training benötigt die Maximalkraft folglich das Training von zwei Dimensionen. Sie wird durch ein Training der Muskelquantität (Methode wiederholter submaximaler Krafteinsätze bis zur Ermüdung bzw. Erschöpfung – Hypertrophiemethode) und durch ein Training der willkürlichen neuromuskulären Aktivierungsfähigkeit (Methode explosiver maximaler Krafteinsätze – intramuskuläres Koordinationstraining bzw. neuromuskuläres Training) verbessert (Boeckh-Behrens & Buskies, 2006, S. 40).

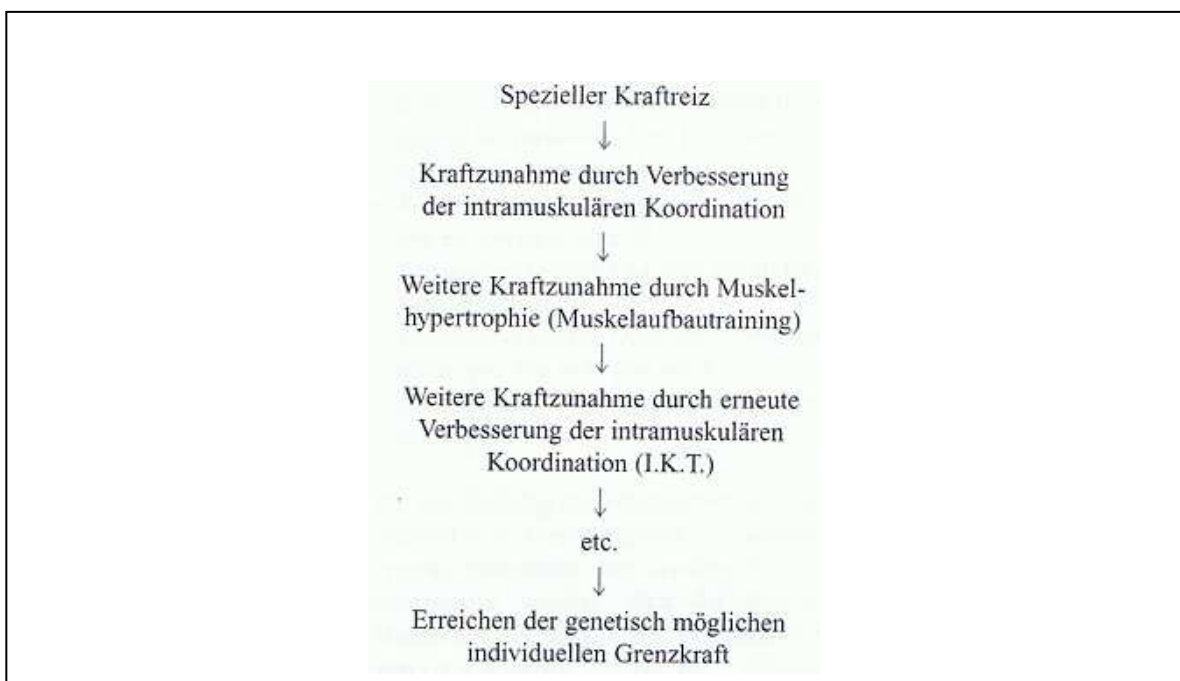


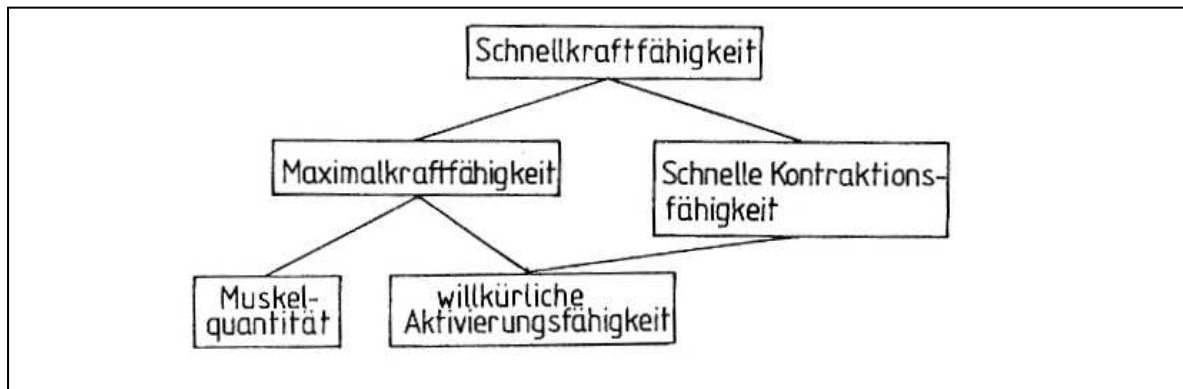
Abb. 4: Steigerung der Maximalkraft bis zur genetisch vorgegebenen Grenzkraft (Weineck, 2007, S. 487).

Die Steigerung der Muskelkraft durch den Wechsel von Muskelmassenzunahme und nachfolgender intramuskulärer Koordinationsschulung bis zur genetisch vorgegebenen Grenzkraft ist in Abbildung 4 ersichtlich. Wie diese verdeutlicht kann es nur dann zur Ausbildung einer maximalen Kraft kommen, wenn einer Muskelquerschnittszunahme eine entsprechende Ausreizung des intramuskulären Koordinationsoptimums folgt. Dies bedeutet, dass ein großer Muskelquerschnitt bzw. eine optimale intramuskuläre Koordination allein nicht zu einem möglichen Kraftmaximum führen (Weineck, 2007, S. 487).

### **2.3.2 Schnellkraft und Schnellkrafttraining**

Da die Fähigkeit der Schnellkraft immer disziplinspezifisch aufgeprägt ist, kommt es sehr häufig zu definitorischen Unterschieden bei verschiedenen Autoren (Schnabel et al., 2003, S. 149). Ausgehend vom Grundgedanken, dass die Beschleunigung und die resultierende Geschwindigkeit eines Körpers Ausdruck des zugrunde liegenden Impulses sind, definieren Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 225) die Schnellkraft folgendermaßen: „Die Schnellkraft ist die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, einen möglichst großen Impuls (Kraftstoß) innerhalb einer verfügbaren Zeit zu entfalten.“ Entscheidend ist also eine höchstmögliche Kraftentwicklung in der vorgegebenen Zeiteinheit (Frey & Hildenbrandt, 2002, S. 71). Bei der Schnellkraft besteht jedoch nicht nur eine Abhängigkeit von Kontraktionsgeschwindigkeit, sondern auch von der Kontraktionskraft, womit sich eine direkte Abhängigkeit vom Muskelquerschnitt und von der Maximalkraft ergibt (Bührlé & Schmidtbleicher, 1981, S. 24). Diese Abhängigkeit von der Maximalkraft, ist jedoch umso geringer, je geringer der äußere Widerstand ist (Hohmann et al., 2007, S. 78). Die Maximalkraftfähigkeit muss also bei Schnellkraftleistungen wegen der erheblichen Widerstandsgrößen zumindest als leistungsbeeinflussende Basis angesehen werden (Schnabel et al., 2003, S. 149). Nach Weineck (2004, S. 307) ist die Schnellkraft neben der intermuskulären Koordination in hohem Maße von der intramuskulären Koordination, der Kontraktionsgeschwindigkeit und der Kontraktionskraft der aktivierten Muskelfasern abhängig. Aufgrund der Tatsache, dass die Typ-IIb-Fasern am schnellsten ihr Kraftmaximum erreichen und die größte Kraft alle Fasertypen erzielen stellen sie die entscheidende Größe dar. Ihre spezifische Entwicklung erfolgt vor allem über die Methode der maximalen Krafteinsätze.

Mit nachfolgendem Diagramm (Abbildung 5) lässt sich die Fähigkeit der Schnellkraft mit ihren Bestimmungsfaktoren verdeutlichen. Dabei ist die schnelle Kontraktionsfähigkeit vor allem durch die Muskelfaserzusammensetzung des Muskels und durch die Rekrutierungsabfolge der motorischen Einheiten bestimmt. Die Muskelquantität ist die angelegte Muskelmasse und die willkürliche Aktivierungsfähigkeit das Vermögen den Muskel hochfrequent innervieren zu können (Bührlé, 1989, S. 313-319).



**Abb. 5: Die dimensionale Struktur der Schnellkraft (Bührlé, 1989, S. 319).**

Die Verbesserung der schnellen Kontraktionsfähigkeit steht im Mittelpunkt bei der Anwendung eines Schnellkrafttrainings, weil vor allem diese für die in den Schnelligkeits- und Schnellkraftdisziplinen angestrebte Erhöhung der Kraftbildungsgeschwindigkeit verantwortlich ist. Ob beim Einsatz der verschiedenen Schnellkraftmethoden eher die Startkraft oder die Explosivkraft trainiert wird, hängt von der Höhe der im Krafttraining eingesetzten Widerstände ab (Hohmann et al., 2007, S. 80). Dabei versteht man nach Weineck (2007, S. 376.) unter der Explosivkraft die Fähigkeit „einen möglichst steilen Kraftanstieg realisieren zu können“ und unter Startkraft die Fähigkeit, „einen möglichst hohen Kraftanstiegsverlauf zu Beginn der muskulären Anspannung realisieren zu können.“

Nach Angaben von Frey und Hildenbrandt (2002, S. 83) hat ein Schnellkrafttraining folgende typische Belastungsstruktur: „Einem allgemeinen Maximalkrafttraining der Wiederholungs- und erschöpfend-intensiven Intervallmethode mit eher langsamer Bewegungsausführung folgt ein allgemeines Schnellkrafttraining, das gekennzeichnet ist durch explosiv-intensive Intervalle mit betont zügiger Bewegungsausführung. Dieser Phase wiederum schließt sich ein spezielles Schnellkrafttraining an, in dem versucht wird, die erworbene allgemeine Schnellkraft zu nutzen und in einen ganz spezifischen Bewegungsablauf einzubauen. (. . .). Dabei bevorzugt man explosiv zu überwindende Widerstände zwischen 40 und 60% Intensität.“ Einige dieser Krafttrainingsmethoden zur Entwicklung bzw. Verbesserung der Schnellkraft sind in Tabelle 2 angeführt.

**Tab. 2: Trainingsmethoden zur Verbesserung der Schnellkraft**

| Trainingsmethoden           | Belastung                 | Intensität | Tempo   | Wiederholungen | Serien | Pause   |
|-----------------------------|---------------------------|------------|---------|----------------|--------|---------|
| <b>SCHNELLKRAFT-METHODE</b> | konzentrische submaximale | 30-50%     | maximal | 6-12           | 3-5    | > 2 min |

|                                                                               |                                               |                              |         |                                                           |                                 |         |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|---------|
|                                                                               | Krafteinsätze                                 |                              |         |                                                           |                                 |         |
| <b>ZEITKONTROL-<br/>LIERTE SCHNELL-<br/>KRAFTMETHODE<br/>(Leistungssport)</b> | konzentrische<br>submaximale<br>Krafteinsätze | 40-60%                       | maximal | 6-8 Einzel-<br>wiederholu-<br>ngen nach<br>jeweils 10 s   | 3-5                             | > 3 min |
| <b>KONTRAST-<br/>METHODE<br/>(Leistungssport)</b>                             | konzentrische<br>submaximale<br>Krafteinsätze | 60-80<br>und<br>105-<br>120% | maximal | Jeweils<br>3-5 ab-<br>wechselnd<br>auf jeder<br>Laststufe | Jeweils<br>1-3 pro<br>Laststufe | > 3 min |
| <b>PYRAMIDENMETHO-<br/>DE (Fitness-/Gesund-<br/>heitssport)</b>               | konzentrische<br>submaximale<br>Krafteinsätze | 30-35-<br>40-45-<br>50%      | maximal | 12-8                                                      | Jeweils 1<br>pro<br>Laststufe   | > 3 min |

Quelle: Hohmann et al. (2007, S. 81)

### 2.3.3 Reaktivkraft und Reaktivkrafttraining

Im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus wird die Schnellkraft als Reaktivkraft bezeichnet (Boeckh-Behrens & Buskies, 2006, S. 37; Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 225). Dabei charakterisiert die Reaktivkraft die Fähigkeit der Muskulatur, aus einer nachgebend-abbremsenden Bewegung eine große entgegen gerichtete Kraft entfalten zu können und das in möglichst kurzer Zeit (Frey & Hildenbrandt, 2002, S. 74). Sie ist bei allen sportlichen Bewegungen erforderlich, die durch eine Aushol- oder Landebewegung charakterisiert sind (Würfe und Sprünge), wobei die Besonderheit einer reaktiven Kraftäußerung darin besteht, dass der konzentrischen Muskelanspannung eine exzentrische Anspannung vorausgeht. Dazu werden diejenigen Muskeln, welche die Kraftleistung bei der (sportlichen) Bewegung vollziehen müssen, bei der vorangehenden Bremsbewegung gedehnt und kontrahieren dabei. Derartige Kombinationen von exzentrischer (nachgebender) und konzentrischer (überwindender) Kontraktion werden als Dehnungs-Verkürzungszyklus definiert (Komi, 1985, S. 254-269).

Um den charakteristischen Ablauf einer reaktiven Bewegungsform beim Tief-Hoch-Sprung oder Drop-Jump darzustellen sei auf Bührle (1989, S. 319f.) zu verweisen: „Bei dieser Sprungform „fällt“ der Übende von einem Kasten auf die Absprungfläche nieder und versucht anschließend, möglichst hoch zu springen. Beim Aufprall sind die Beinstrecker bereits innerviert und angespannt: Sie wirken wie Gummibänder. In der

nachgebenden Beugebewegung werden sie gedehnt und bremsen den Körper ab (exzentrische Dehnungsphase). Die kinetische Energie des fallenden Körpers wird in Verformungsenergie des tendomuskulären Systems umgewandelt und kurzfristig gespeichert. In der anschließenden konzentrischen Phase erfolgt bei der Entdehnung wieder die Umwandlung in kinetische Energie. Damit ergibt sich ein zusätzlicher Kraftstoß für den jetzt in Gegenrichtung zu beschleunigenden Körper.“

Wie in Abbildung 6 ersichtlich ist, basiert die Reaktivkraft neben der Maximalkraft und schnellen Kontraktionsfähigkeit vor allem auf der reaktiven Spannungsfähigkeit

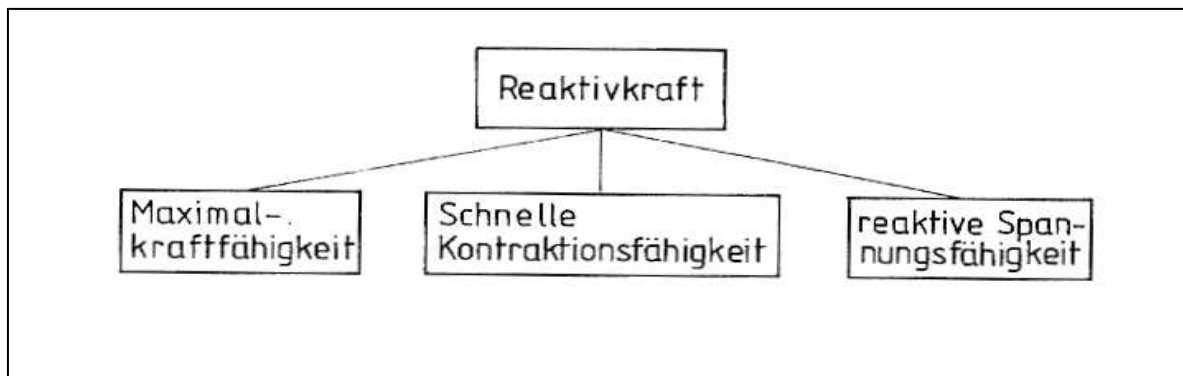


Abb. 6: Die dimensionale Struktur der Reaktivkraft (Bührlé, 1989, S. 324).

### 2.3.4 Kraftausdauer und Kraftausdauertraining

Die Kraftausdauer ist eine Kombinationsfähigkeit zwischen Kraft und Ausdauer. Je nach dem Übergewicht der einen oder der anderen entsteht eine eigenständige, aber auch spezifische Fähigkeit. Sie ist nach dem Anteil der Kraft bzw. der Ausdauer zwischen zwei Polen angesiedelt. Wo die Übergänge zu suchen sind ist sehr schwierig, sodass vielfach präzise Zuordnungen nicht gelingen (Letzelter & Letzelter, 1993, S. 118).

Schröder et al. (1986, S. 134f.) bezeichnen die Kraftausdauer als „Ermüdungswiderstandsfähigkeit des Sportlers bei lang andauernden Kraftleistungen“. Da mit dieser Definition Kraftausdauerleistungen als absolute Größe allerdings nur schwer zu definieren und kaum zu quantifizieren sind, bezieht man sich am häufigsten auf den prozentuellen Kraftabfall in einer bestimmten Zeit (Dickhuth, 2000, S. 289). Aus diesem Grund erscheint die Begriffsklärung von Göhner (1999, S. 147), der unter Kraftausdauer „die Fähigkeit des Nerv-Muskel-System, eine möglichst große Summe von einzelnen Kraftstößen in einer gegebenen Zeit gegen höhere Lasten zu produzieren“ versteht, als wesentlich aussagekräftiger. Dabei soll die Verringerung der Kraftstöße möglichst gering gehalten werden soll (Frey & Hildenbrandt, 2002, S. 72). Sie bezeichnet also die Fähigkeit,

einen Bewegungswiderstand andauernd oder wiederholt bewältigen zu können, wobei der andauernd oder wiederholt zu bewältigende Bewegungswiderstand mindestens 30% der Maximalkraft betragen muss, um von der Belastungsform Kraftausdauer sprechen zu können (Hohmann et al., 2007, S. 83). Nach Martin et al. (1993, S. 107f.) spielen bei Kraftausdauerleistungen zwei Merkmale eine Rolle: Das erste Merkmal, die Bewältigung einer Last ist abhängig von der Maximalkraft und das zweite Merkmal, die Dauer der Lastbewältigung ist abhängig von den Stoffwechselleistungen der Muskulatur.

Methoden der Wahl zur Entwicklung der Kraftausdauer sind das dynamische Krafttraining mit maximaler Wiederholungszahl und das statische mit maximalen Haltezeiten. Als Organisationsform eignet sich das Zirkeltraining in besonderem Maße (Weineck, 2004, S. 307). Bei einem Krafttrainingszirkel wird von Übung zu Übung gegangen und je ein Satz durchgeführt, wobei die Trainings- und Wechselphasen zeitgesteuert sind. Für einen Krafttrainingszirkel kommen nur solche Übungen in Frage, die relativ schnell einstellbar sind und in Summe alle großen Muskelgruppen beinhalten. Für die Zeitsteuerung bieten sich Zeitphasen von z.B. 30sec Training und 30sec Wechselzeit ideal an. Günstige Übungsmengen sind z.B. zehn bis 16 Übungen, wobei die Übungen so zu platzieren sind, dass die nächste Übung nicht dieselben Muskelgruppen beansprucht. Ein Krafttrainingszirkel kann in einem oder in zwei Durchläufen praktiziert werden (Gottlob, 2001, S. 154).

Einen Überblick über die Trainingsmethoden zur Verbesserung der Kraftausdauer gibt Tabelle 3. Hohmann et al. (2007, S.83) unterschieden diesbezüglich die Erscheinungsweisen hochintensive statisch-dynamische Kraftausdauerermethode, mittelintensive statisch-dynamische Kraftausdauerermethode, mittelintensive dynamische Kraftausdauerermethode, niedrigintensive Ausdauerkraftmethode für den Leistungssport und das Callanetics für den Fitness-/Gesundheitssport. Die drei erstgenannten höheren Belastungsanforderungen gehen auf eine Studie von Pach (1991) zurück.

**Tab. 3: Trainingsmethoden zur Verbesserung der Kraftausdauer**

| Trainingsmethoden                                                    | Belastung                                  | Inten-<br>sität | Tempo                         | Wieder-<br>holungen                    | Serien | Pause   |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------------------|--------|---------|
| <b>HOCHINTENSIVE<br/>STATISCH-<br/>DYNAMISCHE<br/>KRAFTAUSDAUER-</b> | statische/<br>konzentrische<br>submaximale | 70-95%          | statisch<br>bzw.<br>zügig bis | 1 bei 10-<br>30 s<br>Dauer<br>bzw. 20- | 3-5    | > 3 min |



| <b>METHODE</b>                                                              | Krafteinsätze                                           |        | explosiv             | 30                                         |      |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------|----------------------|--------------------------------------------|------|---------|
| <b>MITTELINTENSIVE<br/>STATISCHE<br/>KRAFTAUSDAUER-<br/>METHODE</b>         | statische<br>submaximale<br>Krafteinsätze               | 50-75% | statisch             | 1 bei 30-<br>120 s<br>Dauer                | 6-10 | > 2 min |
| <b>MITTELINTENSIVE<br/>DYNAMISCHE<br/>KRAFTAUSDAUER-<br/>METHODE</b>        | dynamische<br>submaximale<br>Krafteinsätze              | 50-75% | zügig                | 30-50                                      | 6-10 | > 2 min |
| <b>NIEDRIGINTENSIVE<br/>AUSDAUERKRAFT-<br/>METHODE<br/>(Leistungssport)</b> | statisch/<br>dynamische<br>submaximale<br>Krafteinsätze | 15-50% | statisch/<br>zügig   | 1 bei 30-<br>120 s<br>Dauer bzw.<br>50-100 | 3-5  | > 2 min |
| <b>CALLENETICS<br/>(Fitness-<br/>/Gesundheitssport)</b>                     | statisch/<br>dynamische<br>submaximale<br>Krafteinsätze | 15-30% | statisch/<br>langsam | 1 bei 30-<br>120 s<br>Dauer bzw.<br>50-80  | 3-5  | > 2 min |

Quelle: Hohmann et al. (2007, S. 85)

## 2.4 Trainingssteuerung im Krafttraining

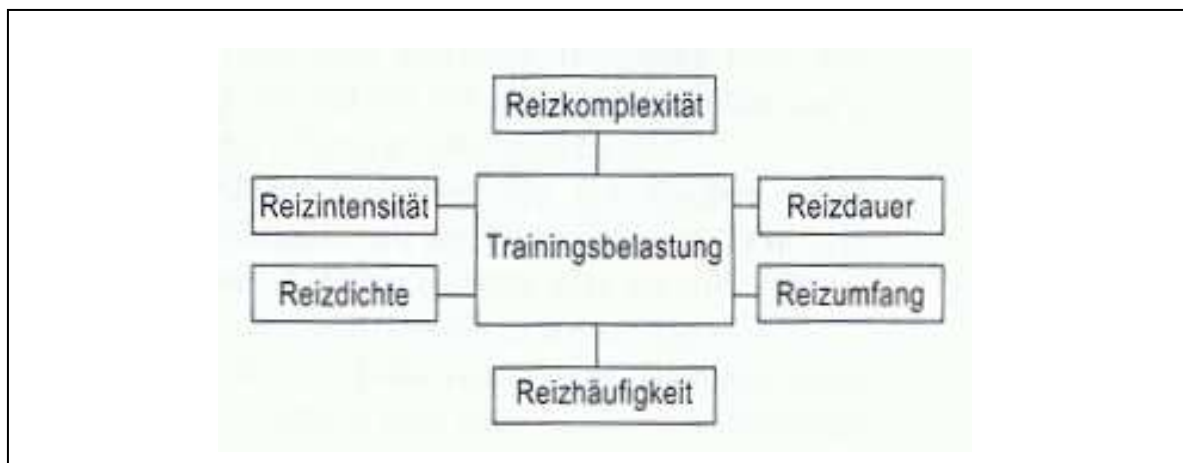
In diesem Kapitel wird die Trainingssteuerung im Krafttraining erläutert. Unumgänglich in diesem Zusammenhang sind die Belastungsnormative, die anschließend beschrieben werden. Es folgen die Maximalkrafttests als Grundlage der Trainingsplanung, die Trainingssteuerung anhand verschiedener Intensitätsbereiche und die Beziehung zwischen den Wiederholungszahlen und Prozentangaben des 1-RM.

### 2.4.1 Die Belastungsnormative beim Krafttraining

Die Belastungsnormative sind Beschreibungsgrößen der Trainingsbelastungen und beinhalten Angaben darüber, auf welche Weise Trainingsinhalte realisiert werden (Letzelter & Letzelter, 1993, S. 207). Nach Weineck (2007, S. 39) werden entsprechende Belastungsreize benötigt, um die sportliche Leistungsfähigkeit zu verbessern. Um die Belastung der einzelnen Trainingseinheiten bzw. die Summe der Trainingseinheiten zu optimieren, ist die Kenntnis der Einzelkomponenten und ihrer Interaktion bei der

Entwicklung der sportlichen Leistungsfähigkeit von besonderer Bedeutung. Im komplexen Zusammenwirken charakterisiert das Gesamtgefüge der Belastungskomponenten, die beim sportlichen Training geleistete Gesamtbelastung in quantitativer und qualitativer Hinsicht und bestimmt so die Spezifität des jeweiligen Trainings. Die Komponenten der Trainingsbelastung sind in Abbildung 7 dargestellt und sind wie folgt:

- Reizdichte (zeitliches Verhältnis von Belastungs- und Erholungsphasen)
- Reizdauer (Einwirkungsdauer eines einzelnen Reizes bzw. einer Reizserie)
- Reizumfang (Dauer und Zahl der Reize pro Trainingseinheit)
- Reizhäufigkeit (Zahl der Trainingseinheiten pro Tag bzw. pro Woche)
- Reizkomplexität (Komplexität des jeweiligen Reizes)
- Reizintensität (Stärke des einzelnen Reizes)



**Abb. 7: Komponenten der Trainingsbelastung (Weineck, 2007, S. 39).**

Zu erwähnen ist, dass einige Autoren (Güllich & Schmidtbleicher, 1999, S. 228-233; Letzelter & Letzelter, 1993, S. 210-217; Weineck, 2007, S. 39-43.) im Zusammenhang mit den Belastungsnormative den Begriff „Reiz“ (Reizdichte, Reizdauer, Reizumfang, Reizhäufigkeit und Reizintensität), andere Autoren (Martin et al., 1993, S. 126ff.) hingegen den Begriff „Belastung“ (Belastungsdichte, Belastungsdauer, Belastungsumfang, Belastungshäufigkeit und Belastungsintensität) verwenden, diese Begriffe jedoch synonym zu verwenden sind. Ein weiteres Synonym ist der Begriff „Training“ (Trainingsdichte, Trainingsdauer, Trainingsumfang, Trainingshäufigkeit und Trainingsintensität). Außerdem ist festzuhalten, dass für die Wirkung des gesetzten Trainingsreizes nicht allein der im Training geleistete quantitative Aspekt (Reizdauer, Reizumfang und Trainingshäufigkeit),

sondern auch der qualitative (Reizintensität, Reizdichte) von entscheidender Bedeutung ist (Weineck, 2007, S. 39). Allerdings ist die Bedeutung der unterschiedlichen Belastungsnormative für die Effektivität des Krafttrainings bei weitem noch nicht geklärt.

#### **2.4.1.1 Reizdichte**

Bedeutend für die methodische Steuerung des Krafttrainings ist auch die Festlegung der Reiz- bzw. Belastungsdichte (Martin et al., 1993, S. 127). Die Reiz- oder Belastungsdichte wird bestimmt durch die Pausenzeit zwischen den Serien bzw. Wiederholungen. Werden die einzelnen Trainingsreize zu schnell hintereinander gesetzt, dann geht dies zu Lasten der Reizintensität (Weineck, 2007 S. 40).

#### **2.4.1.2 Reizdauer**

Die Reiz- oder Belastungsdauer ist die Dauer einer Serie. Dies soll an folgendem Beispiel verdeutlicht werden: Wirkt ein mittlerer Reiz über einen längeren Zeitraum auf den Muskel ein, wie dies beispielsweise bei der Muskelaufbaumethode der Fall ist, dann kommt es zu einer Vergrößerung des Muskelquerschnitts. Ist der Trainingsreiz jedoch von sehr kurzer Dauer, dann erfolgt trotz maximaler Belastungsintensität eine Zunahme der Schnellkraft (Weineck, 2007, S. 40) bzw. einer Verbesserung der intramuskulären Koordination.

#### **2.4.1.3 Reizumfang**

Der Reizumfangs bzw. Belastungsumfang wird häufig auch als „Trainingsvolumen“ (Gießing, 2005, S. 11) bzw. als „Training Volume“ (Fleck und Kraemer, 2004, S. 7) bezeichnet. Im Krafttraining ergibt sich dieser bei der Bewältigung von Lasten aus der Anzahl von Wiederholungen, die zu Serien zusammengefasst werden, multipliziert mit der dabei bewegten Last (Martin et al., 1993, S. 127; Tesch, 1994, S. 370). Diese Summe der in einem Training gesetzten Reize ergibt somit eine präzise zu beschreibende Gesamtlast in kg (Weineck, 2007, S. 40).

Obwohl die mit dem Trainingsumfang im Zusammenhang stehende optimale Satzzahl eng in Verbindung steht, kann die Frage über die Anzahl der durchzuführenden Sätze im Krafttraining im Rahmen dieser Arbeit bestenfalls nur angeschnitten werden. Schlumberger und Schmidtbleicher (1999, S. 9ff.) bezeichnen das Einsatz-Training als eine interessante methodische Alternative für das Krafttraining im Fitness-Bereich, für den dauerhaft leistungsfördernden Einsatz im leistungssportlichen Training scheinen Mehrsatz-

Trainingsprogramme als am besten geeignet und eindeutig überlegen zu sein. Zusammenfassend weist Philipp (1999a, S. 29) darauf hin, dass die Kontroverse zwischen Einsatz-Methoden versus Mehrsatz-Methoden nach wie vor wissenschaftlich wenig aufgeklärt zu sein, da beide Seiten scheinbar genügend rechtfertigende Argumente finden können. Diese heftigen und kontrovers geführten Diskussionen um die optimale Satzzahl bei einem Krafttraining fundieren zum Teil auf einer fehlenden theoretischen Basis, da die jeweiligen Protagonisten der Diskussion die Begriffe „Einsatz-Training“ und „Mehrsatz-Training“ unterschiedlich definieren. Sinnvoller erscheint es von einem Krafttraining mit niedrigem (Low volume training) und hohem (High volume training) Volumen zu sprechen (Heiduk et al., 2002, S. 5f.). Um sich einen Überblick über die lebhaft diskutierte Diskussion mit den Erfahrungen und Meinungen über das Trainingsvolumen im Zusammenhang mit der Wirksamkeit von Einzelsatz- bzw. Mehrsatztrainingsmethoden zu verschaffen, sei auf die unzähligen und umfassenden Publikationen namhafter Autoren (Byrd, Chandler, Conley, Fry, Haff, Koch, Hatfield, Kirksey, McBride, McBride, Newton, O'Bryant, Stone, Pierce, Plisk, Ritchie-Stone, & Wathen, 1999, S. 409-412; Carpinelli & Otto, 1998, S. 73-84; Dalichau et al., 2004, S. 294-299; De Hoyos, Herring, Garzarella, Werber, Brechue & Pollock, 1997, S. 164; De Hoyos, Abe, Garzarella, Hass, Nordmann & Pollock, 1998, S. 165; Feigenbaum & Pollock, 1997, S. 44-64; Gießing, 2000, S. 19-23; Gießing, 2003b, 27-32; Hass, Garzarella, De Hoyos & Pollock, 1998, S. 115; Hass, Garzarella, De Hoyos & Pollock, 2000, S. 235-242; Heiduk et al., 2002, S. 4-13; Kieser, 1998, S. 50f.; Kieser, 2004, S. 123; Kramer, Stone, O'Bryant, Conley, Johnson, Nieman, Honeycut & Hoke, 1997, S. 143-147; McBride, Byrd, Newton, Chandler, O'Bryant, Conley, Stone, Fry, Pierce, Haff, Plisk, Koch, Ritchie-Stone, Hatfield, Wathen, Kirksey & McBride, 1999, S. 409-416; Philipp, 1999a, S. 27-34; Philipp, 1999b, S. 26ff.; Pollock, Abe, De Hoyos, Garzarella, Hass & Werber, 1998, S. 116; Remmert, Schischek, Zamhöfer & Ferrauti, 2005, S. 15-19; Rhea, Alvar & Burkett, 2002, S. 485-488; Schlumberger, Stec & Schmidbleicher, 2001, S. 284-289; Schlumberger & Schmidbleicher, 1999, S. 9ff.; Stone, Plisk, Stone, Schilling, O'Bryant & Pierce, 1998, S. 22-31; Szubski, 1999, S. 35; Pollock, Ishida, Welsch, Brechue, Graves & Feigenbaum, 1996, S. 1311-1329; Vincent, De Hoyos, Garzarella, Hass, Nordmann & Pollock, 1998, S. 163) hinzuweisen.

#### **2.4.1.4 Reizhäufigkeit**

Die im englischen Sprachraum als „Frequency“ (Baechle et al., 2000, S. 401; Kraemer & Häkkinen, 2002, S. 14) bezeichnete Reiz- oder Trainingshäufigkeit spielt für die Effektivität eines Trainings eine bedeutende Rolle. Nach Fröhlich und Schmidtbleicher (2008, S. 4) versteht man unter dem Begriff der Trainingshäufigkeit, die Anzahl der Trainingseinheiten innerhalb eines Trainingszyklus, wobei nach Baechle et al. (2000, S. 401) „the common time period is one week“. Die Trainingshäufigkeit spielt in den Feldern Gesundheit und Prävention, sowie im Breiten und Leistungssport eine entscheidende Rolle, da jeweils unterschiedlichste Aspekte wie Gesundheitserhalt, Fitness und maximale Leistungsausprägung angestrebt werden. Eine Differenzierung erscheint weiterhin wichtig, da unterschiedliche Aspekte wie Regenerationsverhalten, physiologisches Ausgangsniveau, Belastungstoleranz, Wechselwirkung mit anderen koordinativen und/oder konditionellen Fähigkeiten und Fertigkeiten, sowie dem Adaptationsverhalten etc. berücksichtigt werden müssen (Fröhlich und Schmidtbleicher, 2008, S. 4). Da die Trainingshäufigkeit für den Trainingserfolg von großer Bedeutung ist (Frey & Hildenbrandt, 1994, S. 46) liegen zur Trainingshäufigkeit im Krafttraining zahlreiche Untersuchungen vor. Diese lassen im Allgemeinen darauf schließen, dass Trainingsbeginner und Anfänger zwei bis drei Trainingseinheiten pro Woche in Form eines Ganzkörpertrainings durchführen sollen. Leicht Fortgeschrittenen werden zwei bis vier Trainingseinheiten empfohlen und Könnern, sowie Spitzenathleten sollen bis zu 18 Trainingseinheiten pro Woche in Form eines Split-Trainings absolvieren. Fröhlich und Schmidtbleicher (2008, S. 4-12) kommen in ihrer Metaanalyse zu dem Schluss, dass verschiedene Trainingsfrequenzen zu unterschiedlichen Anpassungseffekten der Veränderung der Maximalkraft führen. Somit lässt sich generell feststellen, dass zwei, drei oder vier Trainingseinheiten zu größeren Steigerungen der Maximalkraft führen, als eine, fünf oder sechs Trainingseinheiten. Nach Gottlob (2007, S. 153) sind für den Fitnessbereich Trainingshäufigkeiten von zweimal oder dreimal wöchentlich als ideal zu bezeichnen. Der Leistungssport beginnt ab viermal wöchentlichem Training.

Um sich einen Überblick über die aktuelle Forschungslage über die hohe Variationsbreite innerhalb der Empfehlungen zur optimalen Trainingshäufigkeit im Krafttraining anzueignen sei auf die zahlreichen Untersuchungen (Ahtiainen, Pakarinen, Alen, Kraemer & Häkkinen, 2005, S. 572-582; Baechle et al. 2000, S. 395-425; Braith, Graves, Pollock, Leggett, Carpenter & Colvin, 1989, S. 450-454; Brazell-Roberts & Thomas, 1989, S. 40-

43; Carroll, Abernethy, Logan, Barber & McEniery, 1998, S. 270-275; DeRenne, Hetzler, Buxton & Ho, 1996, S. 8-14; Feigenbaum & Pollock, 1999, S. 38-45; Hoffmann, Kraemer & Fry, 1990, S. 76-82; McLester, Bishop & Guilliams, 2000, S. 273-281; Nóbrega, Paula & Carvalho, 2005, S. 842-846; Peterson, Rhea & Alvar, 2004, S. 377-382; Rhea, Alvar, Burkett & Ball, 2003, S. 456-464; Robinson, Stone, Johnson, Penland, Warren & Lewis, 1995, S. 216-221; Stadler, Stubbs & Vukovich, 1997, S. 254; Wirth, Atzor & Schmidtbleicher, 2007, S. 178-183) hinzuweisen. Hoffmann, Kraemer und Fry (1990, S. 76-82) geben jedoch an, dass die Informationen zur Trainingshäufigkeit noch relativ unspezifisch und entsprechende Empfehlungen eher theoretisch begründet, denn empirisch verifiziert sind.

#### **2.4.1.5 Reizkomplexität**

Aus der Kombination unterschiedlicher Anforderungen, Trainingsmethoden und Trainingsinhalte ergibt sich die Reizkomplexität (Weineck, 2007, S. 40).

#### **2.4.1.6 Reizintensität**

Nach Baechle et al. (2000, S. 406) wird der Belastungsintensität bzw. Reizintensität eine kritische Bedeutung zugeschrieben. Die Reizintensität wird in der Trainingspraxis meist in Prozent der individuellen maximalen Leistungsfähigkeit angegeben und ist beim Krafttraining von entscheidender Bedeutung für den Trainingseffekt (Weineck, 2007, S. 39). Martin et al. (1993, S. 126) bezeichnen die Reiz- oder Belastungsintensität als wichtigste Komponente der Belastungsstruktur. Die Trainingsintensität wird durch den Anstrengungsgrad bei einer Übung bestimmt und ist ein wichtiges Belastungsnormativ im Krafttraining (Buskies, 1999b, S. 181; Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4). Nach Zatsiorsky (1996, S. 106) sind vier verschiedene Methoden der Erfassung der Trainingsintensität bekannt:

- Anhand der Größe des Widerstandes (z.B. des gehobenen Gewichtes), bezogen auf die Bestleistung (prozentuell auf die Maximalkraft) bei einer relevanten Bewegung.
- Anhand der Wiederholungszahl einer Serie.
- Anhand der Anzahl (oder des prozentuellen Verhältnisses) der Wiederholungen mit maximalem Widerstand.
- Anhand der Trainingsdichte

## **2.4.2 Maximalkrafttests als Grundlage der Trainingsplanung**

Bevor auf die Maximalkrafttest eingegangen wird noch eine kurze Erklärung zum RM. Die Abkürzung RM steht für „Repetition Maximum“ und geht zurück auf DeLorme und Watkins (1951). In der deutschsprachigen Literatur spricht man analog dazu vom WM (Wiederholungsmaximum). Inzwischen hat sich jedoch auch in der deutschen Literatur die englische Begriffsbezeichnung durchgesetzt (Gießing, 2003a, S. 26; Hollmann & Hettinger, 2000, S. 207). Flecker und Kraemer (2004, S. 5) definieren das RM (repetition maximum) folgendermaßen:

„A repetition maximum or RM is the maximal number of repetitions per set that can be performed with proper lifting technique using a given resistance. Thus, a set at a certain RM implies that the set is performed to momentary voluntary fatigue. The heaviest resistance that can be used for 1 complete repetition of an exercise is 1-RM.“

Nach Olivier et al. (2008, S. 113) ist das 1-RM somit jene „Last, die maximal einmal über die gesamte Bewegungsamplitude bewegt werden kann.“ In der Trainingspraxis hat sich zur Bestimmung des 1-RM und für die anschließende Intensitätsbemessung mit den Maximalkrafttests ein praktikables Verfahren durchgesetzt. Hier ermittelt man das mit einer bestimmten Übungsform erreichbare konzentrische Lastmaximum (in kg) und bezeichnet es als 100% der Intensität. Abstufungen werden dann prozentual vorgenommen (Martin et al., 1993, S. 126). Diese 100% werden als 1-RM bezeichnet und nach Tan (1999, S. 290) ist dieses 1-RM „frequently used to estimate strength“. Auch Fleck und Kraemer (2004, S. 167) geben an, dass die Verwendung eines Prozentsatzes des 1-RM zur Bestimmung der Trainingsintensität (=Reiz- oder Belastungsintensität) ein übliches Verfahren ist.

Die Maximalkrafttest, die in Untersuchungen zur Beurteilung der Muskelkraft herangezogen werden (Verdijk, Loon, Meijer & Savelberg, 2009, S. 59-68; Shaw, McCully & Posner, 1995, S. 283-287) dienen nach Levinger, Goodman, Hare, Jerums, Toia und Selig, (2009, S. 310-316) als Goldstandard bei der Bewertung der Muskelkraft in nicht laboratorischen Situationen. Sie finden sich als Grundlage der Trainingsplanung nach Gießing (2003a, S. 27) und Kemmler et al. (2005, S. 166) in der einschlägigen Literatur immer wieder als Berechnungsgrundlage für die Leistungssteuerung und weitere Trainingsplanung. Olivier et al. (2008, S. 114) bezeichnen die Bestimmung der maximalen

Last sogar als wahrscheinlich älteste und am häufigsten durchgeführte kraftdiagnostische Maßnahme.

Ebenfalls muss berücksichtigt werden, dass Maximalkrafttest mitunter sehr viel Zeit in Anspruch nehmen können (Schwingel, Porto, Dias, Moreira & Zoppi, 2009, S. 1045-1050) und dazu mitunter einige Testeinheiten und Versucht durchgeführt werden müssen bis die tatsächliche Maximalkraft feststeht (Benton, Swan & Peterson, 2009, S. 1503-1507; Ploutz-Snyder & Giamis, 2001, S. 519-523; Soares-Caldeira, Ritti-Dias, Okuno, Cyrino, Gurjao & Ploutz-Snyder, 2009, S. 2039-2045). In diesem Zusammenhang betont Schmidbleicher (1985, S. 112-130), dass es sinnvoll sei, auch während der verschiedenen Trainingsphasen Maximalkrafttestes einzubauen, um zu überprüfen, ob das jeweilige Training zu einer Verbesserung der Maximalkraft geführt habe. Nach Buskies und Buskies (1999b, S. 182) und Boeckh-Behrens (1999, S. 4) müsste mit fortschreitendem Trainingszustand die Maximalkraft vor allem in den ersten Trainingswochen und Trainingsmonaten in kurzen Abständen regelmäßig neu bestimmt werden, um die aktuelle Gewichtsbelastung zu ermitteln, die der gewünschten Intensität entspricht. Diese Meinung vertreten auch Grosser et al. (1986, S. 70), die empfehlen, dass nach jedem Makrozyklus Maximalkraftbestimmungen durchgeführt werden sollten, um die Belastungskomponenten dem gesteigerten Leistungsniveau anzupassen. Nach Schmidbleicher (1994, S. 384f.) müsste die Neubestimmung der maximalen Leistungsfähigkeit sogar in jeder Trainingseinheit oder zumindest in jeder Trainingswoche erfolgen.

Nach Schwingel, Porto, Dias, Moreira und Zoppi (2009, S. 1045-1050) sind die Maximalkrafttest aufgrund der möglicherweise auftretenden Risiken jedoch nicht für alle Personen geeignet. So können Verletzungen während der Durchführung von Maximalkrafttests auftreten (Barnard, Adams, Swank, Mann & Denny, 1999, S. 190-192; Shaw et al., 1995, S. 283-287). Nach Gießing (2003a, S. 27) bereits berechtigte Gründe, Maximalkrafttests als problematisch anzusehen. So sollte trotz der offenkundigen Vorteile von Maximalkrafttests zur Planung und Steuerung von Trainingsprogrammen nicht unberücksichtigt bleiben, dass bei der Verwendung eines maximalen Testgewichts, welches 100 Prozent der momentanen Kraft repräsentiert und daher gerade nur einmal bewältigt werden kann, ein hohes Verletzungsrisiko besteht. Ein solcher Maximalkrafttest erfordert ein umfassendes allgemeines wie spezifisches Aufwärmen. Schließlich ist ein verletzungsfreies, kontinuierliches Training für jeden Sportler die wichtigste Voraussetzung für progressive Leistungsverbesserungen.



Bedenklich bei der Durchführung von Maximalkrafttests zeigen sich auch Buskies (1999b, S. 181), Buskies (1999c, S. 10f.) und Buskies und Boeckh-Behrens (1999, S. 4), die meinen dass eine Bestimmung der Maximalkraft bei Trainingsanfängern und Trainierenden mit geringer Leistungsfähigkeit bzw. bei orthopädisch oder internistisch vorgeschädigten Personen aufgrund einer reduzierten Belastungsverträglichkeit aus sportmedizinischer Sicht gar nicht erwünscht ist. Gründe dafür sind gesundheitsgefährdende Begleiterscheinungen wie Pressatmung, hoher Blutdruck bzw. orthopädisch bedenkliche Belastungsspitzen auf den Stütz- und Bewegungsapparat. Auf die hemodynamischen Veränderungen während eines Maximalkrafttests weisen Vos, Singh, Ross, Stavrinou, Orr und Fiatarone (2008, S. 343-350). So sollte nach der Ansicht von Weineck (2007, S. 511) vor allem der kindliche bzw. jugendliche Bewegungsapparat aufgrund der noch offenen knorpeligen Wachstumsfugen vor Überlastungsschäden bewahrt werden, da dieser noch nicht so eine hohe mechanische Belastbarkeit aufweist. Weiters übt er folgende Kritik an der Bestimmung der Maximalkraft:

„Auch bei Trainingsanfängern mit geringem Leistungsniveau und wenig Bewegungserfahrung, sowie bei älteren Menschen und Personen mit orthopädischen (z.B. Arthrosen) und internistischen Erkrankungen (insbesondere Koronarerkrankungen und Bluthochdruckleiden) stellt die mit dem Maximalkrafttest verbundene Belastung ein nicht zu unterschätzendes Risiko dar.“

Ebenfalls sollte miteinbezogen werden, dass Maximalkrafttests zwar ein sehr genaues Testverfahren sind, aber kein absolut exaktes. Zwar wird immer nur von einem Test ausgegangen, doch genau genommen muss der Trainierende zur Ermittlung der aktuellen Maximalkraft das Testgewicht so lange erhöhen, bis er das nächst höhere nicht mehr schafft. Dies kann anhand eines Beispiels erläutert werden. Wenn Maximalkrafttests als Eingangsdiagnose verwendet werden, liegt logischerweise noch kein Trainingsergebnis vor, welches ein ungefähres Abschätzen der Maximalkraft zulassen würde. Der Trainierende versucht sich daher an einem Gewicht, an dem er entweder scheitert oder es bewältigt. Im zweiten Fall wäre die Eingangsdiagnose noch nicht abgeschlossen, da man ja nicht weiß, ob das verwendete Gewicht auch dem Maximum entspricht. Demzufolge wird das Testgewicht gesteigert, bis der Athlet an dessen Bewältigung scheitert. Das höchste gehobene Testgewicht wird somit als Maximum betrachtet und zur Leistungsdiagnose benutzt. An dieser Stelle muss jedoch die Frage aufgeworfen werden, ob die Tatsache, dass der Trainierende das letzte Testgewicht nicht mehr heben konnte, nicht auch zum Teil auf

die Ermüdung infolge der vorausgegangenen Testversuche zurückzuführen sein könnte. Wäre bei einer geringeren Zahl von Testversuchen das maximal gehobene Gewicht infolge einer geringeren Ermüdung nicht eventuell höher ausgefallen (Gießing, 2003a, S. 27). Ebenfalls hat die Trainingspraxis gezeigt, dass die Ermittlung der Maximalkraft höchst motivationsabhängig ist und daher ziemlichen Schwankungen unterliegt (Martin et al., 1993, S. 125). So verweisen einige Autoren auf die zentrale Bedeutung der Motivation beim Maximalkrafttest. Hollmann und Hettinger (2000, S. 166) betonen, dass die Aufbringung der maximalen Kraft im besonderen Maße von Motivation beeinflusst wird. Auch Röcker und Stoboy (1970, S. 149-151) konnten in ihrer Untersuchung die Bedeutung der Motivation für die maximale Kraft des M. quadriceps femoris nachweisen.

Weiters kann es der Fall sein, dass auch eine ungenügende Koordination bei technisch anspruchsvollen oder neuen Übungen bzw. bei Trainingsanfängern die Testergebnisse des Maximalkrafttests negativ beeinflussen kann. Ebenso treten bei zahlreichen Kraftübungen mit und an Geräten häufig messtechnische Probleme auf. Auf der einen Seite bestehen mitunter Standardisierungsprobleme, auf der anderen Seite bewältigen besser Trainierte häufig den gesamten Gewichtsblock, ohne ausbelastet zu sein. Zusätzlich kann bei nahezu allen Übungen ohne Gerät, sowie bei isometrischen Übungen aus messtechnischen Gründen die Maximalkraft gar nicht bestimmt werden. Somit ist eine Ausrichtung der Trainingsintensität nach prozentuellen Vorgaben in vielen Fällen gar nicht denkbar. Zudem ist bei den verwendeten Krafttrainingsmaschinen mit Steckgewichten in der Regel häufig keine Feinabstufung des Gewichts möglich, sodass die Belastungssprünge bei der Ermittlung des one repetition maximums beim Test zum Teil sehr groß sind (Buskies, 1999b, S. 181f.; Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4).

Mittlerweile existieren verschiedene Berechnungsformeln und Methoden zur Bestimmung des Maximalgewichts. In einigen Studien (Brzycki, 1993, S. 88-90; Epley, 1985; Kemmler, Lauber, Wassermann & Mayhew, 2006, S. 838-842; Lander, 1985, S. 60; Lombardi, 1989, S. 201; Mayhew, Ball, Arnold & Bowen, 1992, S. 200-206; Mayhew, Hill, Thompson, Johnson & Wheeler, 2007, S. 305-314; O'Connor & Simons, 1989, S. 26-33; Wathan, 1994, S. 435-439) wurde mit der Publizierung entsprechender Formeln der Versuch unternommen, das 1-RM mittels verschiedener Gleichungen und Methoden vorherzusagen. Weiters wurden manche dieser Formeln von einigen Arbeitsgruppen (LeSuer et al., 1997, S. 211-213; Mayhew et al., 1995a, S. 209; Mayhew, et al., 2008, S. 1570-1577; Mayhew et al., 1995b, S. 108-113; Wood, Maddalozzo & Harter, 2002, S. 67-

94, Schwingel et al., 2009, S. 1045-1050; Whisenant, Panton, East & Broeder, 2003, S. 221-227) auf ihre Genauigkeit hin untersucht. Dabei ergab sich nach Gießing (2003, S. 29) die größte Übereinstimmung zwischen berechnetem und tatsächlichem Maximalgewicht bei Wiederholungszahlen von weniger als zehn bei der Formel von Brzycki (1993, S. 88-90):  $\% \text{ von 1-RM} = 102,78 - 2,78 \times \text{Anzahl der Wiederholungen}$ . Dies soll mit einem Beispiel veranschaulicht werden. Gelingt es einer Person mit 80kg sieben korrekte Wiederholungen bei einer bestimmten Übung (z.B. Bankdrücken) durchzuführen, dann entsprechen diese 80kg nach dem Einsetzen in die oben genannte Formel 83,32% des 1-RM. Nun kann man auf das 1-RM, nämlich auf 100% rückschließen. Man erhält einen Wert von 96,02kg, dieser Wert entspricht der maximal möglichen Leistung, also dem 1-RM.

Auf der Grundlage der Formel von Brzycki (1993, S. 88-90) wurde das Konzept vom individuellen hypothetischen Maximalgewicht entwickelt und mit h1-RM abgekürzt (Gießing, 2002, S. 141-154). Das Verhältnis zwischen möglicher Wiederholungszahl und dem Prozentwert der Maximalleistung wurde zur leichteren Handhabung von Gießing (2003, S. 29f.) in eine tabellarische Übersicht umgerechnet (Tabelle 4).

**Tab. 4: Tabelle zur Berechnung des h1-RM**

| Prozentwert der Maximalleistung | Mögliche Wiederholungszahl |
|---------------------------------|----------------------------|
| 47,18                           | 20                         |
| 49,96                           | 19                         |
| 52,74                           | 18                         |
| 55,22                           | 17                         |
| 58,30                           | 16                         |
| 61,08                           | 15                         |
| 63,86                           | 14                         |
| 66,64                           | 13                         |
| 69,42                           | 12                         |
| 72,20                           | 11                         |
| 74,98                           | 10                         |

|       |   |
|-------|---|
| 77,76 | 9 |
| 80,54 | 8 |
| 83,32 | 7 |
| 86,10 | 6 |
| 88,10 | 5 |
| 91,66 | 4 |
| 94,44 | 3 |
| 97,22 | 2 |
| 100   | 1 |

Quelle: Gießing, 2003, S. 30

Lange Zeit galten Hochrechnungen des Maximalgewichts als zu ungenau und damit als völlig unbrauchbar für die Trainingspraxis (Gießing, 2003, S. 30), doch die Untersuchungen von LeSuer et al. (2003, S. 1997, S. 211-213) und Mayhew et al. (1995b, S. 108-113), in denen die h1-RM Formel auf ihre Genauigkeit hin überprüft wurde, belegen, dass bei der Verwendung der Formel hochsignifikante Übereinstimmungen zwischen dem hypothetischen und dem tatsächlich ermittelten Maximalgewicht vorliegen. Nach Gießing (2003, S. 29) bietet das h1-RM und die ihm zugrunde liegende Formel somit „erstmal eine empirisch abgesicherte Methode zur Berechnung der Maximalleistung verschiedener Übungen und ermöglicht damit eine individuelle Trainingsplanung und –steuerung ohne die zwingende Ausführung von Maximalkrafttests.“

Zum besseren Verständnis soll das Konzept von h1-RM nun anhand eines Beispiels erläutert werden: Wenn eine Person beispielsweise bei der Übung Bankdrücken acht Wiederholungen mit 100 kg bewältigt, aber eine neunte Wiederholung trotz größter Anstrengung nicht mehr möglich ist, so kennt man das individuelle 8-RM dieser Person. Nach der h1-RM Formel entsprechen 8-RM einer Belastungsintensität von 80,54%. Das h1-RM liegt somit bei 124,16 kg. Je nach Zielsetzung kann dann ausgehend von diesem Maximalgewicht die Trainingssteuerung erfolgen.

Das Konzept des h1-RM bietet im Ganzen gesehen eine praktikable Alternative zur Trial and Error Methode, da sich die Maximalkraftleistung auf der Grundlage submaximaler Kraftwerte berechnen lässt. Dies gilt vor allem für Trainierende, die aufgrund

orthopädischer, internistischer oder anderer Vorschädigungen keine Maximalkrafttests durchführen können (Gießing, 2003, S. 30f).

### 2.4.3 Trainingssteuerung anhand verschiedener Intensitätsbereiche

Wenn dann trotz der genannten Probleme die Bestimmung der Maximalkraft gelungen ist, werden zur Trainingsteuerung je nach Trainingsmethode oder Trainingsziel dann unterschiedliche Trainingsintensitäten angegeben.

Bei der Methode hoher und höchster Intensitäten mit maximalen Krafteinsätzen soll in der Regel eine Verbesserung der intramuskulären (Reiser, Büsch & Munzert, 2006, S. 155; Wirth & Schmidtbleicher, 2004, S. 182; Zatsiorsky, 1996, S. 123), wie auch intermuskulären Koordination (Reiser, Büsch & Munzert, 2006, S. 155; Zatsiorsky, 1996, S. 123) hervorgerufen werden. In Tabelle 5 ist ersichtlich, dass verschiedene Autoren verschiedene Intensitätsbereiche angeben. So geben Grosser et al. (1987, S. 31), eine Intensität von 75 bis 95% der jeweiligen maximalen Übungsbestleistung an. Schröder et al. (1986, S. 142) halten für Hochleistungssportler den Bereich von 80 bis 100% der maximalen Kraftfähigkeit als optimal trainingswirksam. Frey und Hildenbrandt (2002, S. 80) sprechen vom Training der intramuskulären Koordinationsfähigkeit mit einem Intensitätsbereich von 85 bis 100% der maximalen Leistungsfähigkeit. Baechle et al. (2000, S. 414) nennen das Training der Maximalkraft mit einer Angabe von über 85%. Schlumberger und Schmidtbleicher (2000, S. 251) erwähnen das Training der maximalen Lasten mit einer Intensität von 90% des 1-RM. Bührle und Werner (1984, S. 6) führen in diesem Zusammenhang die wiederholten maximalen Krafteinsätze zwischen 90 und 100% an. Scheid und Prohl (2003, S. 101) bezeichnen diese als „Methode zur Verbesserung der Aktivierungsfähigkeit (Adaptationstraining)“, wobei hier Lasten bewältigt werden, die 90 bis 100% der Maximalkraft entsprechen. Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 230) verwenden hier den Begriff der „Methoden der maximalen Kontraktion“ zur Steigerung der willkürlichen neuromuskulären Aktivierungsfähigkeit und bestimmen einen Intensitätsbereich von 90 bis 100% des 1-RM. Hohmann et al. (2007, S. 77) nennen den Begriff der neuromuskulären Aktivierungsmethoden und geben einen Bereich von 50 bis 95% an.

**Tab. 5: Intensitätsbereiche des intramuskulären Koordinationstrainings verschiedener Autoren**

| Autor                        | Intensitätsbereich [in % des 1-RM] |
|------------------------------|------------------------------------|
| Grosser et al. (1987, S. 31) | 75 bis 95%                         |

|                                                 |             |
|-------------------------------------------------|-------------|
| Schröder et al. (1986, S. 142)                  | 80 bis 100% |
| Frey und Hildenbrandt (2002, S. 80)             | 85 bis 100% |
| Baechle et al. (2000, S. 414)                   | über 85%    |
| Schlumberger und Schmidtbleicher (2000, S. 251) | 90%         |
| Bührle und Werner (1984, S. 6)                  | 90 bis 100% |
| Scheid und Prohl (2003, S. 101)                 | 90 bis 100% |
| Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 230)      | 90 bis 100% |
| Hohmann et al. (2007, S. 77)                    | 50 bis 95%  |

Auch bei den Trainingsmethoden zur Erhöhung der Muskelmasse (Hypertrophietraining) werden je nach Autor verschiedene Intensitäten angegeben. Eine Zusammenfassung ist in Tabelle 6 ersichtlich. So geben Ehlenz et al. (1983, S. 100) bei den Durchführungsmodalitäten eines Muskelaufbautrainings eine Intensität von 40 bis 60% an. Auch Grosser et al. (1987, S. 30) sprechen von einem Muskelaufbautraining und geben dabei einen Intensitätsbereich von 40 bis 60% (Fitness-Training) bzw. 40 bis 80% (Bodybuilding) der jeweiligen maximalen Übungsbestleistung an. Von Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 229) wird die „Methode der submaximalen Kontraktion bis zur Erschöpfung“ beschrieben, welche eine Reizintensität von 60 bis 85% des 1-RM aufweist. Boeck-Behrens und Buskies (2006, S. 44) nennen die „Methode wiederholter submaximaler Krafteinsätze bis zur Ermüdung bzw. Erschöpfung (Hypertrophiemethode)“ und eine Intensität von 65 bis 85% der Maximalkraft. Baechle et al. (2000, S. 414) präsentieren eine Empfehlung von 67 bis 85% mit dem Trainingsziel des Muskelwachstums. Bührle und Werner (1984, S. 6) erwähnen die wiederholten Krafteinsätze bis zur Erschöpfung mit einer Intensität von 70%. Scheid und Prohl (2003, S. 100) führen einen Intensitätsbereich von 70 bis 90% der Maximalkraft an. Frey und Hildenbrandt (2002, S. 78) geben in der Belastungsstruktur des Querschnitts- bzw. Muskelaufbautrainings eine submaximale Intensität von 80 bis höchstens 90% des maximalen Leistungsvermögens an. Bei Hohmann et al. (2007, S. 77) streut die Muskelquerschnittsmethode je nach Methode sogar über einen Bereich von 50 bis 95%.

**Tab. 6: Intensitätsbereiche des Muskelaufbautrainings verschiedener Autoren**

| Autor                                      | Intensitätsbereich [in % des 1-RM] |
|--------------------------------------------|------------------------------------|
| Ehlenz et al. (1983, S. 100)               | 40 bis 60%                         |
| Grosser et al. (1987, S. 30)               | 40 bis 60% bzw. 40 bis 80%         |
| Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 229) | 60 bis 85%                         |
| Boeck-Behrens und Buskies (2006, S. ??)    | 65 bis 85%                         |
| Baechle et al. (2000, S. 414)              | 67 bis 85%                         |
| Bührle und Werner (1984, S. 6)             | 70%                                |
| Scheid und Prohl (2003, S. 100)            | 70 bis 90%                         |
| Frey und Hildenbrandt (2002, S. 78)        | 80 bis 90%                         |
| Hohmann et al. (2007, S. 77)               | 50 bis 95%                         |

Zur Entwicklung der Kraftausdauer werden eher niedrigere Intensitäten angegeben. Eine Zusammenfassung der Intensitätsbereiche ist in Tabelle 7 dargestellt. So nennen Grosser et al. (1987, S. 35) für die Mittelzeitkraftausdauer einen Intensitätsbereich zwischen 20 und 50%. Frey & Hildenbrandt (2002, S. 85) geben eine Belastungsstruktur von 30 bis 60% an. Martin et al. (1993, S. 132) halten den Bereich von 30 bis 40% (Methode 2) bzw. 40 bis 70% (Methode 2) vom konzentrischen Maximum für optimal. Nach Scheid und Prohl (2003, S. 103) liegt die Beanspruchung in einem Bereich zwischen 40 und 60%. Schröder et al. (1986, S. 147) geben an, dass Lasten zwischen 40 und 60% der maximalen Last in der Regel ausreichen, um die Kraftausdauer zu entwickeln. Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 232) nennen einen Bereich von 50 bis 60% des 1-RM. Für Baechle et al. (2000, S. 414) liegt der optimale Bereich zur Entwicklung der Kraftausdauer unter 67%. Bei Hohmann et al. (2007, S. 85) ist sogar ein Bereich von 15 bis 95% zu finden.

**Tab. 7: Intensitätsbereiche des Kraftausdauertrainings verschiedener Autoren**

| Autor                               | Intensitätsbereich [in % des 1-RM] |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Grosser et al. (1987, S. 35)        | 20 bis 50%                         |
| Frey und Hildenbrandt (2002, S. 85) | 30 bis 60%                         |
| Martin et al. (1993, S. 132)        | 30 bis 40% bzw. 40 bis 70%         |

|                                            |            |
|--------------------------------------------|------------|
| Scheid und Prohl (2003, S. 103)            | 40 bis 60% |
| Schröder et al. (1986, S. 147)             | 40 bis 60% |
| Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 232) | 50 bis 60% |
| Baechle et al. (2000, S. 414)              | unter 67%  |
| Hohmann et al. (2007, S. 85)               | 15 bis 95% |

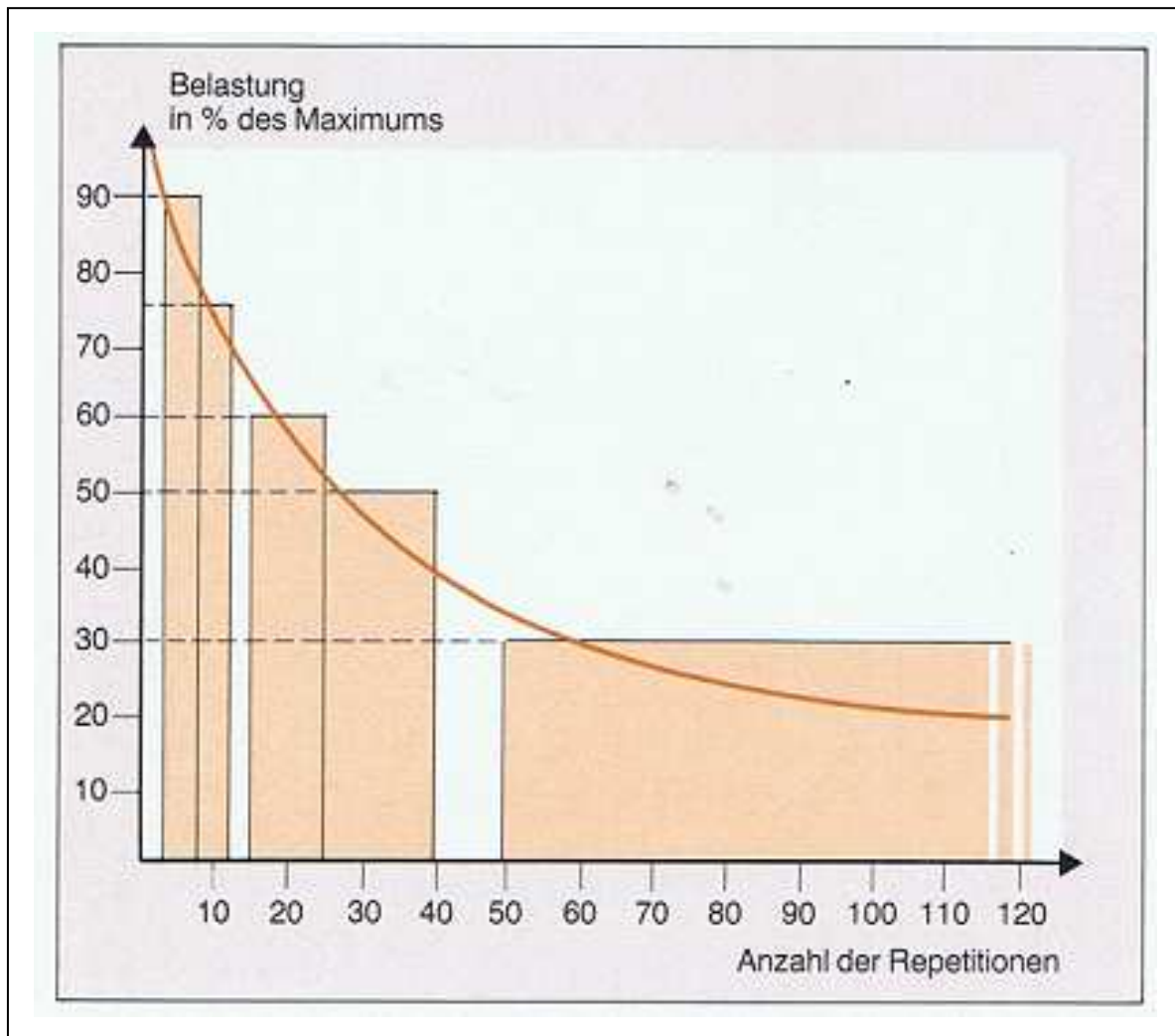
Zusammenfassend kann also erwähnt werden, dass je nach Trainingsziel und Trainingsmethode eine weite Spannbreite von Intensitätsvorgaben vorliegt, die je nach Autor und Trainingsziel bzw. Trainingsmethode sehr stark variieren. Es wird also deutlich, dass keine einheitliche Basis bei der Zuordnung von Belastungsintensitäten zu den verschiedenen Trainingszielen und Trainingsmethoden besteht. Noch gravierender werden die Unterschiede jedoch wenn die prozentualen Angaben der Trainingsintensität mit den Wiederholungszahlen gekoppelt werden, wie im nächsten Kapitel beschrieben.

#### **2.4.4 Die Beziehung zwischen den Wiederholungszahlen und den Prozentangaben des 1-RM**

Seit den Untersuchungen von Zatsiorsky und Kulik (1965) für den Bereich des Leistungssports und von Holton (1962) für den Bereich der Therapie werden die Intensitätsangaben mit bestimmten Wiederholungszahlen in Verbindung gebracht (Fröhlich et al., 2001b, S. 26; Fröhlich et al., 2002a, S. 41) und hier ergibt die Problematik der Trainingssteuerung. Trotz dieser Problematik haben verschiedene Autoren (Beuker, 1991, S. 22; Einsingbach, 1990, S. 63f.; Einsingbach, Klümper & Biedermann, 1988, S. S. 50; Kovarik, 1991, S. 49; Scholich, 1974, S. 20ff.; Weineck, 2004, S. 243 nach Zatsiorsky, Wolkow & Kulik in Matwejew, 1981, S. 52; Zimmermann, 1996, S. 106) versucht, den Zusammenhang zwischen der Höhe des Widerstandes und der ungefähren Anzahl der möglichen Wiederholungen in Form einer Reizintensitäts-Reizhäufigkeitskurve darzustellen (Gießing, 2003, S. 27). Bei der Kopplung von Wiederholungszahlen an bestimmte Belastungsintensitäten wird in der Regel vorausgesetzt, dass einer vorgegebenen Belastungsintensität, unabhängig vom Trainingszustand und den individuellen Voraussetzungen, lediglich ein eng begrenzter Wiederholungsrahmen zugeordnet werden kann, der sich zudem bei verschiedenen Übungen mit Beanspruchung unterschiedlicher Muskelgruppen nicht verändert. Umgekehrt kann davon ausgegangen



werden, dass man von der maximal möglichen Wiederholungszahl in einer Übung auf die konkrete Belastungsintensität in Prozent rückschließen kann (Buskies, 1999b, S. 182; Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4).



**Abb. 8: Reizintensitäts-Reizhäufigkeitskurve (Einsingbach, Klümper & Biedermann, 1988, S. 50).**

Die Reizintensitäts-Reizhäufigkeitskurve ist in Abbildung 8 dargestellt und zeigt den Zusammenhang zwischen einer bestimmten Intensität in Prozent des 1-RM und den dabei maximal möglichen Wiederholungen. So sind bei einer Intensität von 40% 40 Wiederholungen möglich. Nach Gießing (2003, S. 27) muss jedoch erwähnt werden, dass alle Autoren, die sich für die Verwendung der Kurve aussprechen, gleichzeitig deren Ungenauigkeit einräumen und darin das Hauptmanko dieser Art der Intensitätsbestimmung sehen. Dennoch stellt die Nutzung der Reizintensitäts-Reizhäufigkeitskurve oftmals die einzig praktikable Methode dar.

Nach einem intensiven Studium der internationalen Kraftsportliteratur findet sich erstmals bei Lander (1985, S. 60) der Versuch, die Anzahl der Wiederholungen in Beziehung zum

entsprechenden Prozentsatz des Maximalgewichts zu setzen. Landers gibt eine entwickelte Übersicht über das Gewicht, „that you can do based on a certain number of repetitions“. Dabei stellte er folgenden Beziehungen fest (Gießing, 2003, S. 28f.):

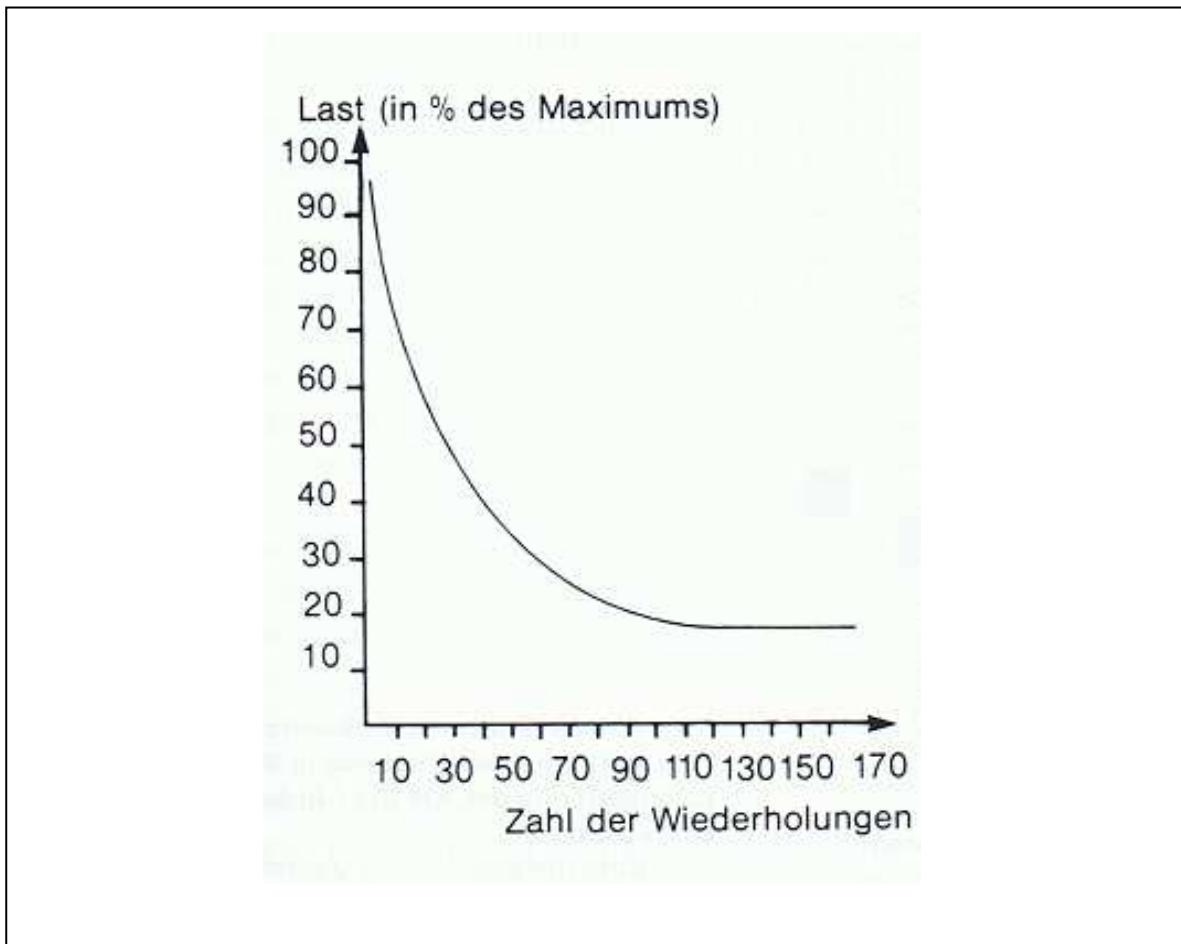
**Tab. 8: Zusammenhang zwischen Prozent des 1-RM und Wiederholungen**

| Prozent | Wiederholungen |
|---------|----------------|
| 100     | 1              |
| 95      | 2              |
| 90      | 4              |
| 85      | 6              |
| 80      | 8              |
| 75      | 10             |

Quelle: Lander, 1985, S. 60

Auf dieser Grundlage erstellte er dann eine Übersicht, in der einem bestimmten Maximalgewicht die entsprechenden Wiederholungsmaxima in Pfund (=0,453kg) gegenübergestellt sind. Nach Gießing (2003, S. 29) wird der praktische Nutzen der Landers'schen Tabelle jedoch in Frage gestellt. So müssten zunächst einmal alle Gewichtsangaben von Pfund in Kilogramm umrechnen. Weiters werden ausschließlich geraden Wiederholungszahlen bestimmte Gewichtsangaben zugeordnet. Angaben für drei, fünf, sieben, neun Wiederholungen usw. fehlen. Zu guter Letzt werden nur Reizintensitäten zwischen 75 und 100% aufgelistet. Außerdem fehlen Angaben von mehr als zehn Wiederholungen

Auch Zatsiorski, Wolkow und Kulik (1981, S. 52) haben in Abbildung 9 versucht die Abhängigkeit zwischen Lastgröße (in % des Maximums) und maximal möglicher Wiederholungszahl in einer graphischen Darstellung darzulegen (Weineck, 2004, S. 243). Die Darstellung dieser Zahlen fördert die Vorstellung, dass die angegebenen Wiederholungszahlen unabhängig von der Muskelgruppe bezogen auf die zugeordnete Intensität ein Wiederholungsmaximum darstellen (Marschall und Fröhlich, 1999, S. 312).



**Abb. 9:** Die Abhängigkeit zwischen Lastgröße (in % des Maximums) und maximal möglicher Wiederholungszahl (Weineck, 2004, S. 243 nach Zaziorski, Wolkow & Kulik in Matwejew, 1981, S. 52).

Auf der Grundlage dieser Tabellen und Zusammenstellungen haben diese Ansichten dann in der Folge in eine Vielzahl von Lehrbüchern Eingang gefunden und zahlreiche Autoren haben versucht, zu den verschiedenen Trainingsmethoden (Intramuskuläres Koordinationstraining, Muskelaufbautraining, Kraftausdauertraining, Schnellkrafttraining) die Wiederholungszahlen den Belastungsintensitäten (in % des 1-RM) zuzuordnen.

Scheid und Prohl (2003, S. 100-103) geben an, dass die Wiederholungszahl nach der Methode der wiederholten submaximalen Kontraktionen bis zur Erschöpfung bei einer Intensität von 70 bis 90% zwischen sechs und 20 rangiert. Bei den Methoden zur Verbesserung der Aktivierungsfähigkeit (Adaptationstraining) werden eine bis vier Wiederholungen mit Lasten bewältigt, die 90 bis 100% der Maximalkraft entsprechen. Bei einem Kraftausdauertraining werden 20 bis 40 Wiederholungen bei Intensitäten zwischen 40 und 60% durchgeführt.

Bührle und Werner (1984, S. 6) geben bei den wiederholten maximalen Krafteinsätzen bei 90% drei Wiederholungen, bei 95% zwei Wiederholungen, bei 97% zwei Wiederholungen und bei 100% eine Wiederholung an. Bei den wiederholten Krafteinsätzen bis zur Erschöpfung werden bei 70% zwölf Wiederholungen angegeben.

So geben Grosser et al. (1987, S. 30f.) bei der Methodik des Muskelaufbautrainings Intensitätsbereiche von 40 bis 80% der jeweiligen maximalen Übungsbestleistung und Wiederholungszahlen von sechs bis zwölf an. Bei der Trainingsmethode zur Verbesserung der intramuskulären Koordination werden bei 75% der jeweiligen maximalen Übungsbestleistung fünf Wiederholungen, bei 80% vier Wiederholungen, bei 85% drei Wiederholungen, bei 90% zwei Wiederholungen und bei 95% eine Wiederholung angegeben.

Güllich und Schmidbleicher (1999, S. 229-323) geben bei der Trainingsmethode zur Erhöhung der Muskelmasse (Hypertrophie) eine Reizintensität von 60 bis 85% bei einer Wiederholungszahl von sechs bis 20 an. Bei der Trainingsmethode zur Steigerung der willkürlichen neuromuskulären Aktivierungsfähigkeit geben sie bei einer Reizintensität von 90 bis 100% eine bis drei Wiederholungen an und bei der Trainingsmethode zur Steigerung der Kraftausdauer werden 20 bis 40 Wiederholungen bei einer Intensität von 50 bis 60% angegeben.

Baechle et al. (2000, S. 414) geben mit dem Trainingsziel der Maximalkraft bei einer Belastungsintensität von über 85% eine Wiederholungszahl von mindestens sechs an. Bei den Trainingsmethoden zur Verbesserung der Schnellkraft wird eine Zielwiederholungszahl von eins bis zwei bei einer Intensität von 80 bis 90% (Azyklische Sportart) bzw. von drei bis fünf bei einer Intensität von 70 bis 85% (Zyklische Sportart) angeführt. Soll das Trainingsziel Muskelwachstum lauten, so sollte man laut Angaben sechs bis zwölf Wiederholungen bei einer Intensität von 67 bis 85% realisieren. Für das Trainingsziel Kraftausdauer müssen mindestens 12 Wiederholungen bei einer Intensität von weniger als 68% absolviert werden.

Hohmann (2007, S. 77-85) geben bei der Muskelquerschnittsmethode (Standardmethode) bei einer Intensität von 70 bis 80% acht bis zwölf Wiederholungen, bei der Muskelquerschnittsmethode (Intensive Bodybuildingmethode) bei einer Intensität von 80 bis 95% fünf bis acht Wiederholungen und bei der Muskelquerschnittsmethode (Extensive Bodybuildingmethode) bei einer Intensität von 60 bis 70% eine Wiederholungszahl von 15

bis 20 an. Bei der Neuromuskulären Aktivierungsmethode (Maximalkraftmethode) wird bei einer Intensität von 100% eine Wiederholungszahl von eins bis zwei angegeben und bei der Neuromuskulären Aktivierungsmethode (Explosivkraftmethode) mit 50 bis 95% zwei bis fünf Wiederholungen). Bei der Schnellkraftmethode sollen sechs bis zwölf Wiederholungen bei einer Intensität von 30 bis 50% realisiert werden und bei der mittelintensiven dynamischen Kraftausdauerethode scheinen Wiederholungen von 30 bis 50 bei einer Intensität von 50 bis 75% als optimal.

Schröder et al. (1986, S. 142) geben an, dass bei einem Bereich von 80 bis 90% der maximalen Kraftfähigkeit etwa zwei bis acht Wiederholungen möglich sind. Bei einem Kraftausdauertraining wählt man Zusatzlasten zwischen 40 und 60% der maximalen Last und absolviert zwischen 25 und 50 Wiederholungen.

Martin et al. (1993, S. 132) halten für ein Kraftausdauertraining Belastungsintensitäten von 40 bis 70% mit 20 Wiederholungen (Methode 1) bzw. von 30 bis 40% mit 30 Wiederholungen (Methode 2) für optimal.

Hartmann & Tünnemann (1994, S. 51-69) geben an, dass bei der Methode der wiederholten submaximalen Anspannungen (Muskelquerschnittstraining) bei einem geforderten Widerstand fünf bis zwölf Wiederholungen möglich sind. Beim Innermuskulären Koordinationstraining werden bei Intensitäten zwischen 90 und 100% eine bis drei Wiederholungen absolviert. Beim Kraftausdauertraining bei einem Widerstand von 30 bis 40% hingegen 20 bis 30 Wiederholungen.

Schmidtbleicher (1994, S. 379) teilen die Methoden zur Erzielung einer Muskelhypertrophie in die Standardmethode I (konstante Last) mit einer Intensität von 80% und acht bis zehn Wiederholungen, in die Standardmethode II (Progressiv-ansteigende Last) mit einer Intensität zwischen 70 und 90% und Wiederholungszahlen von fünf bis zwölf, in die Bodybuildingmethode I (extensiv) mit einer Intensität zwischen 60 und 70% und 15 bis 20 Wiederholungen und in die Bodybuildingmethode II (intensiv) mit Lasten zwischen 85 und 95% und einer Anzahl von Wiederholungen zwischen fünf und acht. Die Methoden zur Steigerung der Geschwindigkeit der Kraftentwicklung (Verbesserung der neuromuskulären Koordination) werden unter anderem unterteilt in die Methode submaximalen Belastungen mit 90 bis 100% und Wiederholungen zwischen eins und drei und in die Methode der konzentrischen maximalen Belastungen mit 100% und einer Wiederholung.

Bührle (1985, S. 96ff.) unterscheiden bei den Methoden der wiederholten submaximalen Belastungen zur Vergrößerung des Muskelquerschnitts zwischen Standardmethode I (konstante Lasten) bei einer Intensität von 80% (acht bis zehn Wiederholungen), Standardmethode II (progressiv ansteigende Lasten) bei einer Intensität von 70 bis 90% (fünf bis zehn Wiederholungen), Bodybuildingmethode I (exzessiv) bei einer Intensität von 60 bis 70% (15 bis 20 Wiederholungen) und der Bodybuildingmethode II (intensiv) bei einer Intensität von 85 bis 95% (fünf bis acht Wiederholungen). Bei den Methoden kurzzeitiger maximaler Krafteinsätze sind unter anderem die maximalen Krafteinsätze mit einer Intensität von 100% (ein bis zwei Wiederholungen) und die submaximalen Krafteinsätze mit einer Intensität von 90 bis 100% (ein bis vier Wiederholungen) bekannt.

Tabelle 9 gibt eine Zusammenschau über die Spannbreite der Wiederholungszahlen in Beziehung zu bestimmten Intensitäten des 1-RM verschiedener Autoren. Hier wird die enorme Spannbreite des Belastungsnormativs der Reizintensität im Zusammenhang mit den Wiederholungen pro Serie verschiedener Methoden deutlich, wobei diese Tabelle keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

**Tab. 9: Zusammenhang zwischen Wiederholungen und Intensität des 1-RM verschiedener Autoren**

| Autoren                     | Trainingsmethoden                                                         | Intensität<br>[in % des 1-RM] | Wiederholungen |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Scheid und Prohl<br>(2003)  | Methode der wiederholten submaximalen Kontraktionen bis zur Erschöpfung   | 70 bis 90%                    | 6 bis 20       |
|                             | Methoden zur Verbesserung der Aktivierungsfähigkeit (Adaptationstraining) | 90 bis 100%                   | 1 bis 4        |
|                             | Kraftausdauertraining                                                     | 40 bis 60%                    | 20 bis 40      |
| Bührle und Werner<br>(1984) | Methode der wiederholten Krafteinsätze bis zur Erschöpfung                | 70%                           | 12             |
|                             | Methode der wiederholten                                                  | 90%                           | 3              |

|                                          |                                                                |             |            |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------|------------|
|                                          | maximalen Krafteinsätze                                        | 95%         | 2          |
|                                          |                                                                | 97%         | 2          |
|                                          |                                                                | 100%        | 1          |
| Grosser et al.<br>(1984)                 | Muskelaufbautraining<br>(Fitness-Training)                     | 40 bis 60%  | 8 bis 12   |
|                                          | Muskelaufbautraining<br>(Bodybuilding)                         | 40 bis 80%  | 6 bis 12   |
|                                          | Methode hoher und höchster<br>Intensitäten                     | 75%         | 5          |
|                                          |                                                                | 80%         | 4          |
|                                          |                                                                | 85%         | 3          |
|                                          |                                                                | 90%         | 2          |
|                                          |                                                                | 95%         | 1          |
|                                          | Kraftausdauertraining<br>(Kurzzeitkraftausdauer)               | 50%         | 10         |
|                                          |                                                                | 75%         | 5          |
|                                          |                                                                | 80%         | 4          |
|                                          |                                                                | 90%         | 2          |
|                                          | Kraftausdauertraining<br>(Mittelzeitkraftausdauer)             | 20 bis 50%  | 10 bis 100 |
|                                          | Kraftausdauertraining<br>(Langzeitkraftausdauer)               | 20 bis 50%  | 10 bis 100 |
| Güllich und<br>Schmidtbleicher<br>(1999) | Methode der submaximalen<br>Kontraktion bis zur<br>Erschöpfung | 60 bis 85%  | 6 bis 20   |
|                                          | Methode der maximalen<br>Kontraktion                           | 90 bis 100% | 1 bis 3    |

|                           |                                                               |             |           |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------|-----------|
|                           | Kraftausdauertraining                                         | 50 bis 60%  | 20 bis 40 |
| Baechle et al. (2000)     | Maximalkraft                                                  | $\geq 85\%$ | $\geq 6$  |
|                           | Schnellkraft - azyklisch                                      | 80 bis 90%  | 1 bis 2   |
|                           | Schnellkraft - zyklisch                                       | 75 bis 85%  | 3 bis 5   |
|                           | Muskelaufbau                                                  | 67 bis 85%  | 6 bis 12  |
|                           | Kraftausdauer                                                 | $\leq 67\%$ | $\geq 12$ |
| Hohmann et al.<br>(2007)  | Muskelquerschnittmethode:<br>Standardmethode                  | 70 bis 80%  | 8 bis 12  |
|                           | Muskelquerschnittmethode:<br>Intensive<br>Bodybuildingmethode | 80 bis 95%  | 5 bis 8   |
|                           | Muskelquerschnittmethode:<br>Extensive<br>Bodybuildingmethode | 60 bis 70%  | 15 bis 20 |
|                           | Neuronale<br>Aktivierungsmethode:<br>Maximalkraftmethode      | 100%        | 1 bis 2   |
|                           | Neuronale<br>Aktivierungsmethode:<br>Explosivkraftmethode     | 50 bis 95%  | 2 bis 5   |
|                           | Schnellkraftmethode                                           | 30 bis 50%  | 6 bis 12  |
|                           | Kraftausdauermethode<br>(Mittelintensiv dynamisch)            | 50 bis 75%  | 30 bis 50 |
| Schröder et al.<br>(1986) | Maximalkrafttraining                                          | 80 bis 100% | 2 bis 8   |
|                           | Kraftausdauertraining                                         | 40 bis 60%  | 25 bis 50 |
| Martin et al. (1993)      | Kraftausdauertraining                                         | 40 bis 70%  | 20        |



|                                |                                                         |             |           |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------|-----------|
|                                | (Methode 1)                                             |             |           |
|                                | Kraftausdauertraining<br>(Methode 2)                    | 30 bis 40%  | 30        |
| Hartmann &<br>Tünnemann (1990) | Innere Muskuläre<br>Koordinationstraining               | 90 bis 100% | 1 bis 3   |
|                                | Muskelquerschnittstraining                              | 80 bis 90%  | 5 bis 12  |
|                                | Schnellkraft                                            | 70 bis 85%  | 8 bis 15  |
|                                | Kraftausdauer                                           | 30 bis 40%  | 20 bis 30 |
| Schmidtbleicher<br>(1994)      | Standardmethode I<br>(konstante Last)                   | 80%         | 8-10      |
|                                | Standardmethode II<br>(Progressive ansteigende<br>Last) | 70          | 12        |
|                                |                                                         | 80          | 10        |
|                                |                                                         | 85          | 7         |
|                                |                                                         | 90          | 5         |
|                                | Bodybuildingmethode I<br>(extensiv)                     | 60 bis 70%  | 15 bis 20 |
|                                | Bodybuildingmethode II<br>(extensiv)                    | 85 bis 95%  | 5 bis 8   |
|                                | Submaximale Belastungen                                 | 90          | 3         |
|                                |                                                         | 95          | 1         |
|                                |                                                         | 97          | 1         |
|                                |                                                         | 100         | 1         |
|                                | Konzentrische maximale<br>Belastungen                   | 100         | 1         |

|               |                                                          |            |           |
|---------------|----------------------------------------------------------|------------|-----------|
| Bührle (1985) | Standardmethode I<br>(konstante Lasten)                  | 80%        | 8 bis 10  |
|               | Standardmethode II<br>(progressiv ansteigende<br>Lasten) | 70%        | 10        |
|               |                                                          | 80%        | 10        |
|               |                                                          | 85%        | 7         |
|               |                                                          | 90%        | 5         |
|               | Bodybuildingmethode I<br>(exzessiv)                      | 60 bis 70% | 15 bis 20 |
|               | Bodybuildingmethode II<br>(intensiv)                     | 85 bis 95% | 5 bis 8   |
|               | Maximale Krafteinsätze                                   | 100%       | 1 bis 2   |
|               | Submaximale Krafteinsätze                                | 90%        | 4         |
|               |                                                          | 95%        | 3         |
|               |                                                          | 100%       | 1 bis 2   |

Wenn man die Methoden untereinander vergleicht wird deutlich welche Spannbreite von Intensitäten und Wiederholungszahlen allein für die verschiedenen Trainingsmethoden vorliegt. Vergleicht man beispielsweise nur das Muskelaufbautraining (Methode der wiederholten submaximalen Kontraktionen bis zur Erschöpfung bzw. Hypertrophietraining) verschiedener Autoren reichen die Intensitäten von 40 bis 95 Prozent mit dazugehörigen Wiederholungszahlen von fünf bis 20. Vergleicht man die Methoden einiger Autoren mit Methoden anderer Autoren wird fällt noch ein weiterer Punkt auf. So läge beispielsweise eine Wiederholungszahl von über zwölf, wie von Scheid und Prohl (2003, S. 100) und Güllich und Schmidtbleicher (1999, S. 229) für das Hypertrophietraining angegeben, nach Grosser et al. (1987, S. 35) und Baechle et al. (2000, S. 414) deutlich im Bereich der Kraftausdauer. Ein Vergleich der Methoden hoher und höchster Intensitäten ergibt eine minimale Belastungsintensität von 75% und eine maximale Belastungsintensität von 100%. Auch die Wiederholungszahlen streuen mit eins

bis acht über einen relativ großen Rahmen. Ein Training, dass bei Grosser et al (1987, S. 31) mit 75 bis 95% der Methode hoher und höchster Intensitäten zuzuordnen ist, entspricht beispielsweise bei Hohmann et al. (2007, S. S. 77) mit einer Intensität von 80 bis 95% deutlich dem Bereich der Intensiven Bodybuildingmethode zur Vergrößerung des Muskelquerschnitts. Beim Kraftausdauertraining reichen die Intensitäten von 30 bis 75% bei einer Wiederholungszahl von fünf bis 100. Grosser et al. (1987, S. 34) nennen im Rahmen des Kraftausdauertraining den Begriff der Kurzzeitkraftausdauer und geben sogar Intensitäten von 80 bis 90% mit dazugehörigen Wiederholungszahlen von zwei bis vier an. Dieser Bereich ist jedoch nach Ansicht zahlreicher Autoren dem Muskelaufbautraining bzw. dem Intramuskulären Koordinationstraining zuzuordnen.

Zusammenfassend muss also festgehalten werden, dass keine einheitliche empirische Basis bei der Zuordnung von Belastungsintensitäten im Zusammenhang mit den Wiederholungszahlen in Bezug auf die verschiedenen Trainingsziele und Trainingsmethoden besteht. Weiters existiert keine scharfe Trennung zwischen den einzelnen Bereichen, es kommt häufig zu Überschneidungen.

Zum derzeitigen Forschungsstand gibt es zahlreiche Studien, die belegen, dass es keinen Zusammenhang zwischen den Wiederholungszahlen und Prozentangaben des 1-RM gibt.

Auf diese Diskrepanz zwischen Intensität und gekoppelten Wiederholungszahlen wiesen beispielsweise Buskies und Boeckh-Behrens (1999, S. 4-8) hin, die die Probleme der Steuerung der Trainingsintensität im Krafttraining in einer Studie untersuchten. Bei der gesamten Untersuchung, die sich aus fünf Teilstudien zusammensetzte, standen als Probandengut 26 weibliche und 62 männliche Sportstudenten zur Verfügung. Die Autoren kamen in ihrer Untersuchung zum dem Fazit, dass eine Steuerung des Krafttrainings über Prozentangaben mit einer konkreten Zuordnung von Wiederholungszahlen sehr problematisch scheint. Soll eine Trainingssteuerung über die Maximalkraft erfolgen, so muss die individuell mögliche Wiederholungszahl für eine gegebene submaximale Belastung bei jeder Trainingsübung erneut ermittelt werden.

In der Studie von Hoeger et al. (1987, S. 11-13) mussten 18 im Krafttraining unerfahrene männliche Untersuchungsteilnehmer in sieben verschiedenen Krafttrainingsübungen bei 40, 60 und 80% des 1-RM die maximal mögliche Wiederholungszahl realisieren. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass es sowohl signifikante Unterschiede zwischen den

Personen in der Anzahl der Wiederholungen zu den gewählten Prozentsätzen des 1-RM, als auch zwischen den einzelnen Übungen gibt.

Marschall und Fröhlich (1999, S. 311-315) führten zwei experimentelle Untersuchungen an insgesamt 33 männlichen Sportstudierenden mit Krafttrainingserfahrung durch. Es wurden für die Übungen Latissimus-Zug (18 Probanden) und Beinpresse unilateral (15 Probanden) die konzentrische Maximalkraft als 1-RM bestimmt. In Abhängigkeit von der dort bewältigten Last wurden die Lasten für 95 (nur Latissimus-Zug), 90, 80, 70, 60 und 50% berechnet. An insgesamt drei Untersuchungsterminen mit mindestens 3 Tagen Pause realisierten die Teilnehmer der Untersuchung nach einem standardisierten Aufwärmprogramm und einer erneuten Messung des 1-RM mit der daraus berechneten Last ihre maximale Wiederholungszahl bis zum über die Bewegungsqualität definierten Belastungsabbruch (1. Termin: 70%, 2. Termin 90 und 60%, 3. Termin: 80 und 50%). Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass es keine feste Beziehung zwischen der Größe der gehobenen Last und der maximal möglichen Wiederholungszahl gibt.

Auch Shimano, et al. (2006, S. 819-823) kam in ihrer Untersuchung an trainierten und untrainierten Männern zu dem Schluss, dass kein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Wiederholungen und einer gewählten Intensität existiert. Acht trainierte und acht untrainierte Männer mussten die maximal mögliche Wiederholungszahl bei 60, 80 und 90% des 1-RM in den Übungen Kreuzheben, Bankdrücken und Armbeuger realisieren. Sie kamen zu dem Schluss, dass der Einsatz der Muskelmasse die Anzahl der Wiederholungen beeinflusst. Auch der Trainingsstatus hat einen geringen Einfluss auf die Wiederholungszahl.

Feigenbaum et al. (1998, S. 110-113) fanden in ihrer Studie an 13 Jungen und acht Mädchen, die in den Übungen Nackendrücken und Beinpressen bei 50 und 75% des 1-RM die maximal möglichen Wiederholungen absolvieren mussten, ebenfalls heraus, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Wiederholungen und einer gewählten Intensität gibt.

Dies konnten auch Fröhlich et al. (2002b, S. 79-83) in einer empirischen Studie eindrucksvoll zeigen, dass eine feste Zuordnung von Intensität und Wiederholungszahl nicht möglich ist. Die Autoren verglichen dazu zehn Probanden mittels zwei unterschiedlicher Belastungsmethoden. Beim Belastungstreatment „konstante Last“ mussten die zehn Versuchspersonen bei 85% des 1-RM über insgesamt sechs Serien mit

einer Serienpause von drei Minuten in den einzelnen Serien die maximal mögliche Wiederholungszahl realisieren. Im Gegensatz dazu mussten sie beim Belastungstreatment „konstante Wiederholungszahl“ jeweils acht Wiederholungen in sechs Serien realisieren, wobei die Last jeweils so angepasst wurde, dass konstant acht Wiederholungen zur Ausbelastung führten. Die Autoren konnten aus den Ergebnissen einige interessante Konsequenzen für die Trainingspraxis ableiten:

Wird bei einem Krafttraining der Belastungsparameter der Intensität bzw. die Wiederholungszahl konstant gehalten und soll das Kriterium der Ausbelastung erfüllt sein, so muss der jeweils andere Parameter in spezifischer Weise angepasst werden.

Sollen sowohl die Last als auch die Wiederholungszahl über die Serien konstant gehalten werden, muss die Serienpause verlängert werden.

Ebenfalls weisen die Autoren darauf hin, dass diese zwar in der Praxis hinlänglich bekannt sind und von den Trainierenden intuitiv umgesetzt werden, diese Befunde in der Grundlagenliteratur zur Trainingswissenschaft bzw. zum Krafttraining jedoch noch negiert bzw. nicht erwähnt werden.

Durch die zahlreichen Studien kann also weder angenommen werden, dass bei einer gegebenen Intensität eine zugeordnete Wiederholungszahl realisiert werden kann, noch aus einer realisierten Anzahl von Wiederholungen auf die Intensität geschlossen werden kann. Zatsiorsky (1996, S. 108) fasst diesbezüglich treffend zusammen, was all die Studien eindrucksvoll belegen nämlich, dass „keine feste Beziehung zwischen der Größe der gehobenen Last (. . .) und der Wiederholungszahl bis zum Abbruch (. . .)“ besteht, wobei nach Fröhlich und Schmidbleicher (2003, S. 54) diese Variabilität im oberen Intensitätsbereich (>85% des 1-RM) stärker ausgeprägt ist, als im unteren Intensitätsbereich (<70% des 1-RM).

### **3. Praktische Untersuchung**

Im dritten Teil – in der praktischen Untersuchung – wird anfänglich auf die Untersuchungsmethodik mit der Beschreibung der Stichprobenwahl und dem Untersuchungsdesign und Untersuchungsablauf eingegangen. Es folgt die Auswertung mit der Datenverarbeitung und Statistik, die Darstellung der Ergebnisse und Diskussion und abschließend die praktischen Konsequenzen mit der Trainingsteuerung über die

Wiederholungszahlen und der Trainingssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden.

### **3.1 Untersuchungsmethodik**

Aufgrund der gezeigten Problemstellungen bei der Steuerung der Trainingsintensität auf der Basis von Maximalkrafttests wird in dieser Arbeit nach einer umfangreichen Literaturrecherche eine empirische Untersuchung zum Zusammenhang zwischen prozentueller Belastungsintensität und der maximal möglichen Wiederholungszahl durchgeführt. Es konnte nämlich festgestellt werden, dass eine implizite und explizite Zuordnung von Belastungsintensität und Wiederholungszahl nach neueren Erkenntnissen nicht gerechtfertigt zu sein scheint. Dies soll nun in einer empirischen Untersuchung überprüft und abgesichert werden.

In diesem Kapitel wird die Untersuchungsmethodik detailliert dargestellt. Zuerst folgen Beschreibung der Stichprobenwahl und anschließend das Untersuchungsdesign bzw. der Untersuchungsablauf.

#### **3.1.1 Beschreibung der Stichprobenwahl – Probanden**

Als Probandengut standen 24 gesunde männliche Probanden (Alter  $23,8 \pm 2,5$  Jahre, Körpergröße  $181,1 \pm 6,4$  cm, Gewicht  $77,3 \pm 6,4$  kg) zur Verfügung. Die anthropometrischen Daten der Probanden sind in Tabelle 10 dargestellt, eine Zusammenfassung der anthropometrischen Daten ist in Tabelle 11 ersichtlich. Teilnahmevoraussetzungen für die Versuchspersonen waren ein Mindestalter von 18 und ein maximales Alter von 30 Jahren. Weiters die Krafttrainingserfahrung in den Übungen Bankdrücken und Bankziehen. Aufgrund der Vorerfahrung im Bereich des Krafttrainings wurde auf eine Lern- und Gewöhnungsphase verzichtet. Weiters absolvierten alle Untersuchungsteilnehmer während der Testphase weiterhin ihre Individualsportarten. Die Probanden durften während der Testphase kein zusätzliches intensives Training für die an der Übung Bankdrücken (hauptsächlich Mm. pectorales, M. deltoideus und M. triceps brachii) und Bankziehen (hauptsächlich M. Latissimus dorsi, M. deltoideus und M. biceps brachii) beteiligten Muskelgruppen durchführen.

**Tab. 10: Anthropometrische Daten der Versuchspersonen**

| Probanden | Alter [Jahre] | Größe [cm] | Gewicht [kg] |
|-----------|---------------|------------|--------------|
| P1        | 25            | 186        | 87           |
| P2        | 24            | 190        | 85           |
| P3        | 23            | 179        | 72           |
| P4        | 22            | 196        | 89           |
| P5        | 25            | 182        | 83           |
| P6        | 26            | 174        | 72           |
| P7        | 24            | 173        | 75           |
| P8        | 21            | 179        | 77           |
| P9        | 24            | 184        | 82           |
| P10       | 24            | 180        | 80           |
| P11       | 23            | 183        | 83           |
| P12       | 25            | 180        | 77           |
| P13       | 21            | 192        | 76           |
| P14       | 25            | 178        | 72           |
| P15       | 25            | 171        | 70           |
| P16       | 29            | 173        | 70           |
| P17       | 25            | 176        | 72           |
| P18       | 27            | 182        | 76           |
| P19       | 19            | 180        | 72           |
| P20       | 28            | 183        | 85           |
| P21       | 20            | 180        | 70           |
| P22       | 20            | 172        | 66           |
| P23       | 23            | 186        | 84           |
| P24       | 23            | 188        | 80           |

**Tab. 10: Zusammenfassende anthropometrische Daten der Versuchspersonen**

|               | $\bar{x} \pm s$ | Minimum | Maximum |
|---------------|-----------------|---------|---------|
| Alter [Jahre] | $23,8 \pm 2,5$  | 19      | 29      |
| Größe [kg]    | $181,1 \pm 6,4$ | 66      | 89      |
| Gewicht [cm]  | $77,3 \pm 6,4$  | 171     | 192     |

### 3.1.2 Untersuchungsdesign und Untersuchungsablauf

Die Untersuchung wurde im Kraftraum des Zentrums für Sportwissenschaft und Universitätssports durchgeführt. Hier standen die nötigen Geräte für die Übungen Bankdrücken und Bankziehen zur Verfügung. Mit dem Bankdrücken und dem Bankziehen wurde jeweils eine komplexe Übung für den vorderen Bereich (Brust) und den hinteren Bereich (Rücken) des Oberkörpers gewählt. Die Übungen wurden an einer handelsüblichen Langhantelbank durchgeführt. Die beim Bankdrücken hauptsächlich beteiligten Muskelgruppen sind die Mm. pectorales (M. pectoralis major, M. pectoralis minor) der M. deltoideus und der M. triceps brachii. Die beim Bankziehen beteiligten Muskelgruppen sind der M. Latissimus dorsi, der M. deltoideus und der M. biceps brachii). Die Testbedingungen wurden durch die Protokollierung der Bankposition und der Griffbreite konstant gehalten.

Vor dem Beginn der Testungen wurde von den Probanden ein standardisiertes Aufwärmen absolviert. Nach einer allgemeinen zehnminütigen Erwärmung wurden Mobilisationsübungen der an der Übung beteiligten Muskelgruppen durchgeführt. Anschließend folgten 25 Wiederholungen mit 20% des Körpergewichts und nach einer dreiminütigen Pause, weitere 20 Wiederholungen mit 40% des Körpergewichts zur speziellen Erwärmung der Muskulatur. Nach einer dreiminütigen Pause erfolgte die Bestimmung der konzentrischen Maximalkraft in Form des 1-RM. Das 1-RM wurde in maximal fünf Versuchen mit der trial and error Methode bestimmt. Als Kriterium für einen gelungenen Versuch galten das komplette Durchstrecken der Arme für das Bankdrücken bzw. das möglichst weite Anziehen der Arme für das Bankziehen.

Anschließend sollte primär der Frage nachgegangen werden, welche Streubreite in der maximal möglichen Wiederholungszahlen für die gegebenen Belastungsintensitäten bei 50, 70 und 90% in Abhängigkeit vom Individuum und von der gewählten Übung (Bankdrücken, Bankziehen) bestehen. Jede Testperson absolvierte insgesamt zwei



Testeinheiten. In der ersten Testeinheit wurden standardisierte Maximalkrafttests für die Übungen horizontales Bankdrücken und horizontales Bankziehen durchgeführt. Jedem Test auf Maximalkraft folgte eine zehnminütige Pause. Anschließend erhielten die Probanden die Aufgabe, in einer Serie mit 50% ihrer vorher ermittelten maximalen Belastungsintensität so viele Wiederholungen wie möglich zu absolvieren. Die zweite Einheit fand im Abstand von vier Tagen zur gleichen Tageszeit statt. Die Untersuchungsteilnehmer durften in diesem Zeitraum kein intensives Krafttraining absolvieren. In der zweiten Testeinheit wurde das Wiederholungsmaximum für eine Serie bei den zwei Testübungen Bankdrücken und Bankziehen mit 90 und 70% ermittelt. Die Pause zwischen den Tests und bei den einzelnen Übungen betrug zehn Minuten. Aufgrund der Gewichtseinstellung an den Geräten mittels Gewichtsscheiben war es nicht in jedem Einzelfall möglich, die exakte Prozentzahl für die Testpersonen einzustellen, sodass kleiner Abweichungen von zwei bis drei Prozent nach oben oder unten zu tolerieren waren.

Die Bewegungsgeschwindigkeit entsprach mit mittel bis zügig den Angaben der Literatur (Heiduk et al., 2002, S. 13).

**Tab. 11: Die ermittelten Werte des 1RM aller Probanden**

| Probanden | Ermittelte Werte des 1 RM in kg |            |
|-----------|---------------------------------|------------|
|           | Bankdrücken                     | Bankziehen |
| P1        | 115,00                          | 90,00      |
| P2        | 80,00                           | 75,00      |
| P3        | 75,00                           | 60,00      |
| P4        | 65,00                           | 80,00      |
| P5        | 95,00                           | 90,00      |
| P6        | 70,00                           | 70,00      |
| P7        | 130,00                          | 115,00     |
| P8        | 80,00                           | 80,00      |
| P9        | 80,00                           | 80,00      |
| P10       | 110,00                          | 100,00     |
| P11       | 90,00                           | 80,00      |

|     |        |       |
|-----|--------|-------|
| P12 | 95,00  | 95,00 |
| P13 | 70,00  | 80,00 |
| P14 | 110,00 | 75,00 |
| P15 | 85,00  | 70,00 |
| P16 | 70,00  | 75,00 |
| P17 | 95,00  | 80,00 |
| P18 | 100,00 | 95,00 |
| P19 | 80,00  | 70,00 |
| P20 | 100,00 | 80,00 |
| P21 | 75,00  | 75,00 |
| P22 | 90,00  | 85,00 |
| P23 | 95,00  | 90,00 |
| P24 | 90,00  | 85,00 |

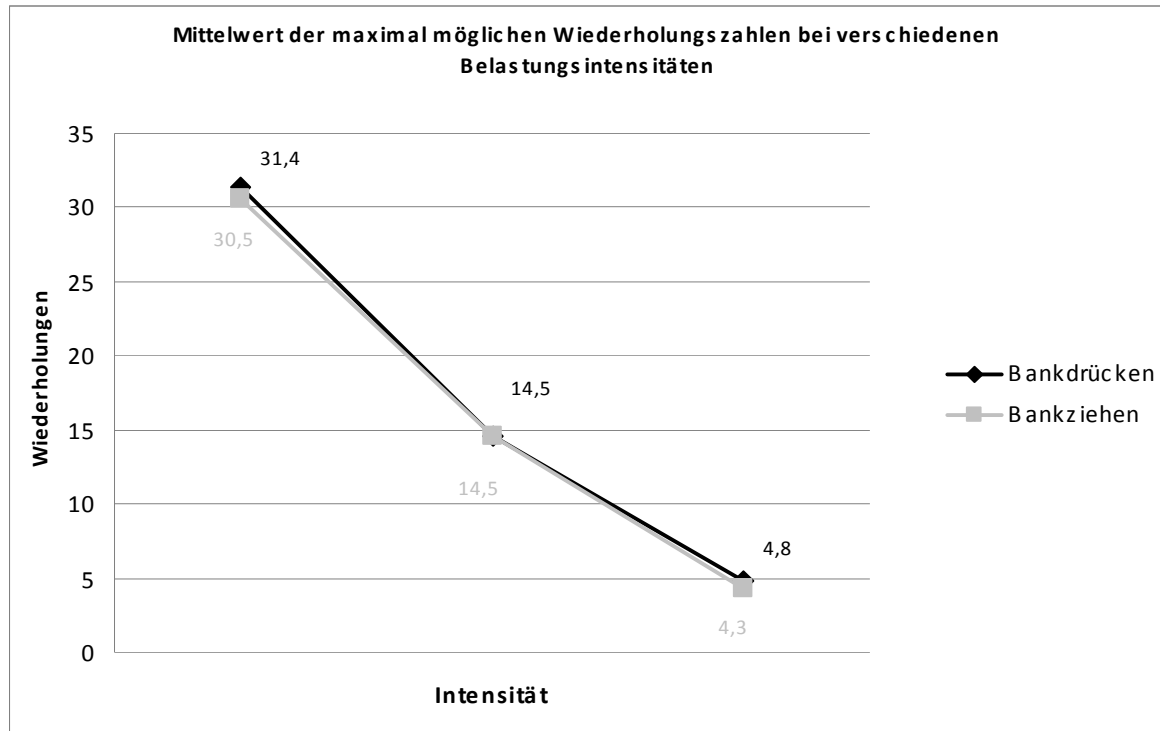
**Tab. 12: Die berechneten Werte für 90, 70 und 50% des 1-RM aller Probanden**

| Probanden | Bankdrücken |       |       | Bankziehen |       |       |
|-----------|-------------|-------|-------|------------|-------|-------|
|           | 90%         | 70%   | 50%   | 90%        | 70%   | 50%   |
| P1        | 103,5       | 80,50 | 57,50 | 81,00      | 63,00 | 45,00 |
| P2        | 72,00       | 56,00 | 40,00 | 67,50      | 52,50 | 37,50 |
| P3        | 67,5        | 52,50 | 37,50 | 54,00      | 42,00 | 30,00 |
| P4        | 58,50       | 45,50 | 32,50 | 72,00      | 56,00 | 40,00 |
| P5        | 85,50       | 66,50 | 47,50 | 81,00      | 63,00 | 45,00 |
| P6        | 63,00       | 50,00 | 35,00 | 63,00      | 49,00 | 35,00 |
| P7        | 117,00      | 90,00 | 65,00 | 103,50     | 80,50 | 57,50 |
| P8        | 72,00       | 55,00 | 40,00 | 72,00      | 56,00 | 40,00 |
| P9        | 72,00       | 55,00 | 40,00 | 72,00      | 56,00 | 40,00 |

|     |       |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P10 | 99,00 | 77,50 | 55,00 | 90,00 | 70,00 | 50,00 |
| P11 | 81,00 | 62,50 | 45,00 | 72,00 | 56,00 | 40,00 |
| P12 | 85,50 | 65,00 | 47,50 | 85,50 | 66,50 | 47,50 |
| P13 | 63,00 | 50,00 | 35,00 | 72,00 | 56,00 | 40,00 |
| P14 | 99,00 | 77,50 | 55,00 | 67,50 | 52,50 | 37,50 |
| P15 | 76,50 | 60,00 | 42,50 | 67,50 | 52,50 | 37,50 |
| P16 | 63,00 | 49,00 | 35,00 | 67,50 | 52,50 | 37,50 |
| P17 | 85,50 | 67,50 | 47,50 | 72,00 | 56,00 | 40,00 |
| P18 | 90,00 | 70,00 | 50,00 | 85,50 | 66,50 | 47,50 |
| P19 | 72,00 | 55,00 | 40,00 | 63,00 | 49,00 | 35,00 |
| P20 | 90,00 | 70,00 | 50,00 | 72,00 | 56,00 | 40,00 |
| P21 | 67,50 | 52,50 | 37,50 | 67,50 | 52,50 | 37,50 |
| P22 | 81,00 | 62,50 | 45,00 | 76,50 | 59,50 | 42,50 |
| P23 | 85,50 | 67,50 | 47,50 | 81,00 | 63,00 | 45,00 |
| P24 | 81,00 | 62,50 | 45,00 | 76,50 | 59,50 | 42,50 |

## 3.2 Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass die durchschnittlich realisierbaren Wiederholungszahlen mit steigender Belastungsintensität abnehmen (Abbildung 10), wobei die Mittelwerte bei beiden Übungen bei allen ermittelten Belastungsintensitäten nahezu ident sind.



### 3.2.1 Intraindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei verschiedenen Belastungsintensitäten

Im Gegensatz hierzu variieren die Wiederholungszahlen im direkten Vergleich der beiden Übungen Bankdrücken und Bankziehen zum Teil erheblich, wie nachfolgend beschrieben wird.

#### 3.2.1.1 Intraindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei 50%

Nach der graphischen (mittels Histogramm) und der rechnerischen (mittels Kolmogorov-Smirnov-Test;  $p > 0,05$ ) Überprüfung der Normalverteilung der Differenzen galt es mittels T-Test bei gepaarten Stichproben die oben genannten Hypothese zu überprüfen. Statistisch gesehen gibt es keine signifikanten Unterschiede in den maximal möglichen Wiederholungszahlen bei den Übungen Bankdrücken und Bankziehen mit 50% ( $p > 0,05$ ).

Der Großteil der Untersuchungsteilnehmer absolvierte sowohl beim Bankdrücken als auch beim Bankziehen mit 50% ähnliche Wiederholungszahlen. Lediglich bei drei Probanden zeigten sich relativ große Unterschiede von bis zu neun Wiederholungen. So erreichte beispielsweise der Proband P2, der bei der Übung Bankdrücken mit 50% 30 Wiederholungen realisierte, bei der Übung Bankziehen mit 50% nur 21 Wiederholungen. Umgekehrt war jedoch der Proband P14 bei der Übung Bankziehen mit 50% in der Lage 32 korrekte Wiederholungen durchzuführen, bei der Übung Bankdrücken mit 50% kam er jedoch lediglich auf 23 Wiederholungen. Auch der Proband P21 schaffte mit 37 Wiederholungen beim Bankziehen das absolute Maximum aller Teilnehmer, beim Bankdrücken kam er jedoch lediglich auf 28 Wiederholungen.

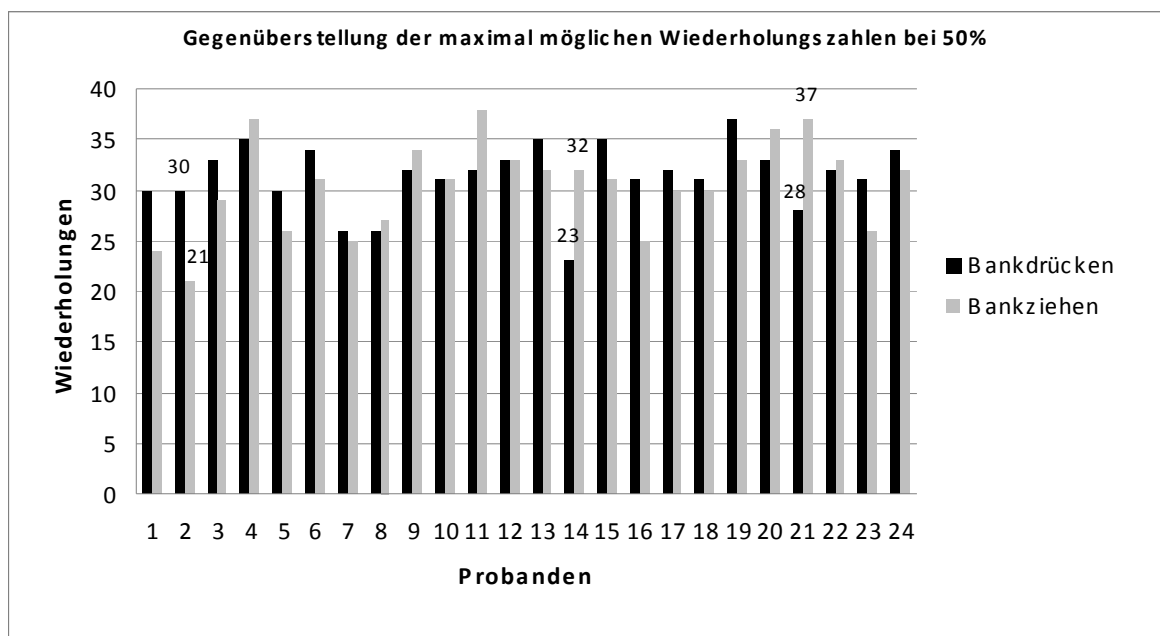


Abb. 10: Intraindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei 50%.

### 3.2.1.2 Intraindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei 70%

Auch beim intraindividuellen Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei 70% zeigten sich statistisch gesehen keine signifikanten Unterschiede in den maximal möglichen Wiederholungszahlen bei den Übungen Bankdrücken und Bankziehen ( $p > 0,05$ ).

Wenn man die graphische Darstellung (Abbildung 11) betrachtet erkennt man, dass die Mehrzahl der Probanden in der Lage war die annähernd gleichen Wiederholungszahlen bei den Übungen Bankdrücken und Bankziehen bei 70% zu realisieren. Doch auch hier gab es bei genauerer Betrachtung einige Ausnahmen. So war die Testperson P14, die 20

Wiederholungen bei der Übung Bankziehen mit 70% absolvierte, beim Bankdrücken mit gleicher Intensität lediglich in der Lage 11 Wiederholungen durchzuführen. Auch der Proband P11 brachte es beim Bankziehen immerhin auf 23 Wiederholungen, beim Bankdrücken schaffte er jedoch nur 15 Wiederholungen. Beim Probanden P12 verhielt es sich eher umgekehrt. Dieser konnte die Belastung von 70% beim Bankdrücken ganze 20mal wiederholen, dafür gelangen ihm beim Bankziehen nur 12 korrekte Wiederholungen.

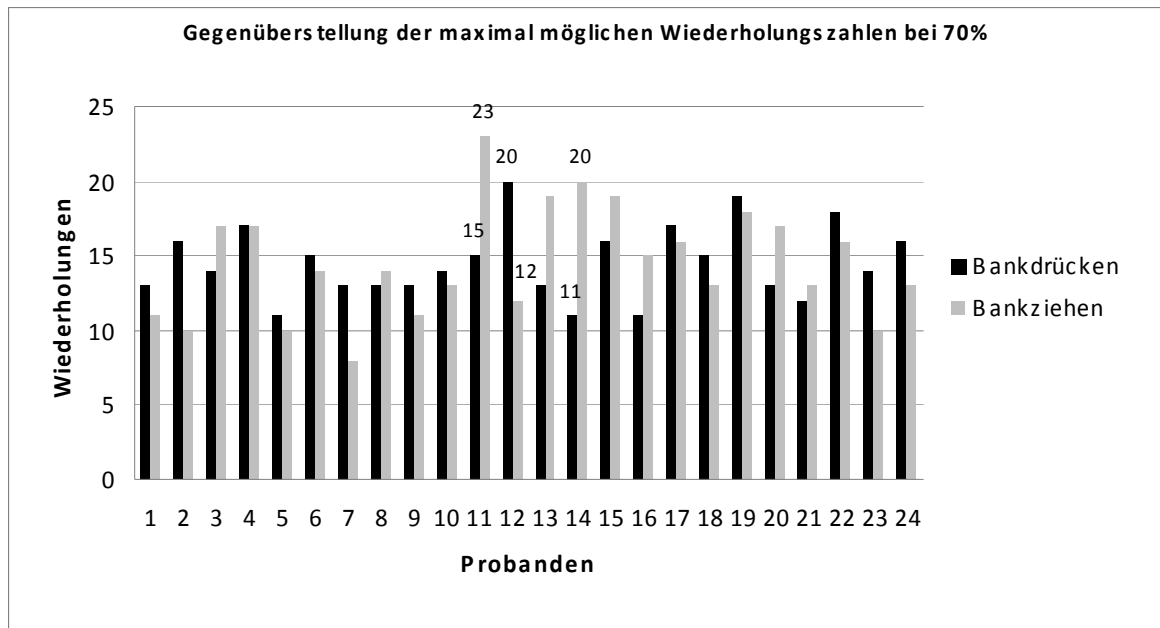


Abb. 11: Intraindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei 70%.

### 3.2.1.3 Intraindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei 90%

Zuletzt zeigte auch der Intraindividuelle Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei den Übungen Bankdrücken und Bankziehen mit 90% statistisch gesehen gibt es keine signifikanten Unterschiede in den maximal möglichen Wiederholungszahlen ( $p > 0,05$ ). Bei einer genauern Betrachtung (Abbildung 12) der einzelnen Probanden bei einer Intensität von 90% zeigt sich, dass bei den meisten Untersuchungsteilnehmern im Wesentlichen keine wirklich großen Unterschiede bei den Übungen Bankdrücken und Bankziehen vorliegen. Dies bedeutet als, dass der Großteil der Probanden bei der Übung Bankdrücken mit 90% annähernd gleich viele Wiederholungen schaffen konnte, wie bei der Übung Bankziehen mit 90%. Lediglich die Probanden P24 und P7 zeigten Differenzen von drei Wiederholungen.

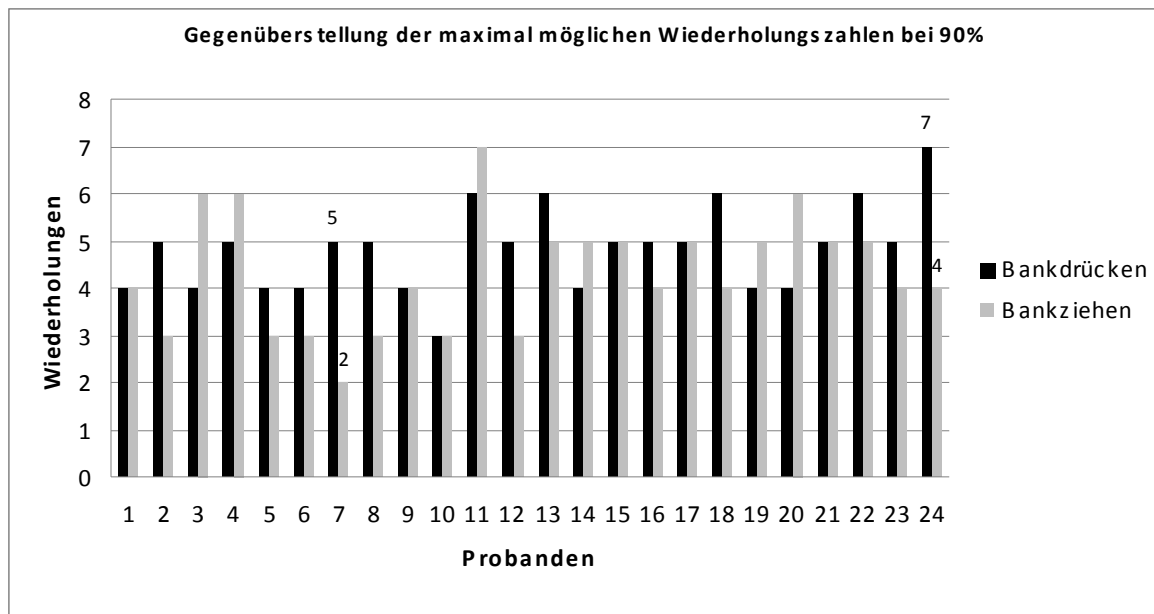


Abb. 12: Intraindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei 90%.

### 3.2.2 Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei verschiedenen Belastungsintensitäten

Besonders interessant sind die Minimum- und Maximumwerte der einzelnen Probanden bei den gegebenen Belastungsintensitäten, die in Tabelle 13 ersichtlich sind. Die Ergebnisse verdeutlichen die großen Unterschiede zwischen den Individuen in der maximal möglichen Wiederholungszahl für eine gegebene prozentuelle Intensität.

Tab. 13: Maximal mögliche Wiederholungszahlen bei unterschiedlichen Belastungsintensitäten (in Prozent) bezogen auf die Maximalkraft

| Intensität [%] | $\bar{x} \pm s$ | Min | Max |
|----------------|-----------------|-----|-----|
| Bankdrücken    |                 |     |     |
| 50             | $31,4 \pm 3,2$  | 23  | 37  |
| 70             | $14,5 \pm 2,5$  | 11  | 20  |
| 90             | $4,8 \pm 0,9$   | 3   | 7   |
| Bankziehen     |                 |     |     |
| 50             | $30,5 \pm 4,5$  | 21  | 38  |
| 70             | $14,5 \pm 3,7$  | 10  | 20  |
| 90             | $4,3 \pm 1,2$   | 2   | 7   |

### 3.2.2.1 Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankdrücken mit 50%

Abbildung 10 zeigt die graphische Darstellung der maximal möglichen Wiederholungszahlen aller Probanden beim Bankdrücken mit 50% der ermittelten Maximalkraft. Vergleicht man den Maximumwert mit dem Minimumwert erkennt man, dass der Proband P19 ganze 37 Wiederholungen, der Proband P14 jedoch nur 23 Wiederholungen erreichte.

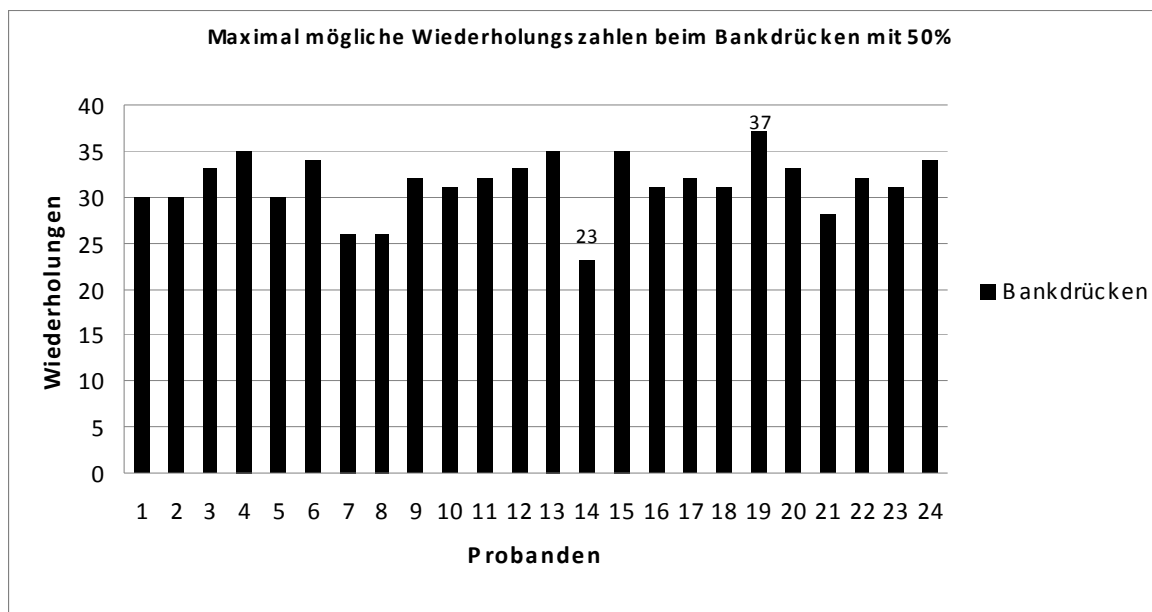
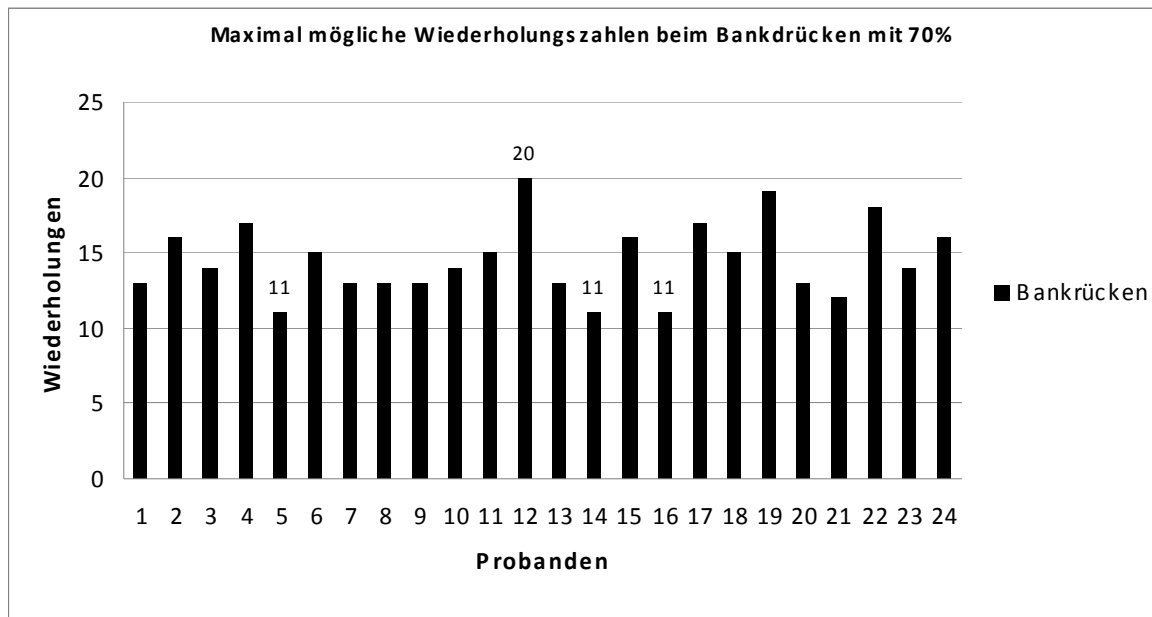


Abb. 13: Maximal mögliche Wiederholungszahlen beim Bankdrücken mit 50% der Maximalkraft.

### 3.2.2.2 Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankdrücken mit 70%

Um dies in Abbildung 11 mit einem weiteren Beispiel zu verdeutlichen, können auch die maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankdrücken mit 70% herangezogen werden. So konnte der Proband P12 mit 70% immerhin 20 Wiederholungen durchführen, währenddessen die Probanden P5, P14 und P16 mit der gleichen Intensität nur 11 Wiederholungen im Stande waren durchzuführen. So würde es sich bei dem eben genannten Beispiel bei der Übung Bankdrücken mit 70% der Maximalkraft bei den 11 Wiederholungen eher um ein Muskelaufbautraining, bei den 20 Wiederholungen derselben Übung eher um ein Kraftausdauertraining handeln.





**Abb. 14: Maximal mögliche Wiederholungszahlen beim Bankdrücken mit 70% der Maximalkraft.**

### **3.2.2.3 Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankdrücken mit 90%**

Die maximal möglichen Wiederholungszahlen beim Bankdrücken mit einer Intensität von 90% sind in Abbildung 12 zu erkennen. Hierbei wird zunächst der Eindruck erweckt, dass die Unterschiede nicht so groß zu sein scheinen. Bei einer genaueren Betrachtung erkennt man jedoch, dass der Proband P24 immerhin mehr als doppelt so viele Wiederholungen absolviert hat, wie der Proband P10 und dieser Unterschied ist mehr als deutlich. Wenn man bedenkt, dass von einigen Autoren schon ab einer Wiederholungszahl von sechs von einem Muskelaufbautraining gesprochen wird, dann müsste bei diesen Athleten bei der Übung Bankdrücken mit 90% trainiert werden. Diese 90% entsprechen jedoch nach der Angabe vieler Autoren einem Training mit maximalen Lasten.

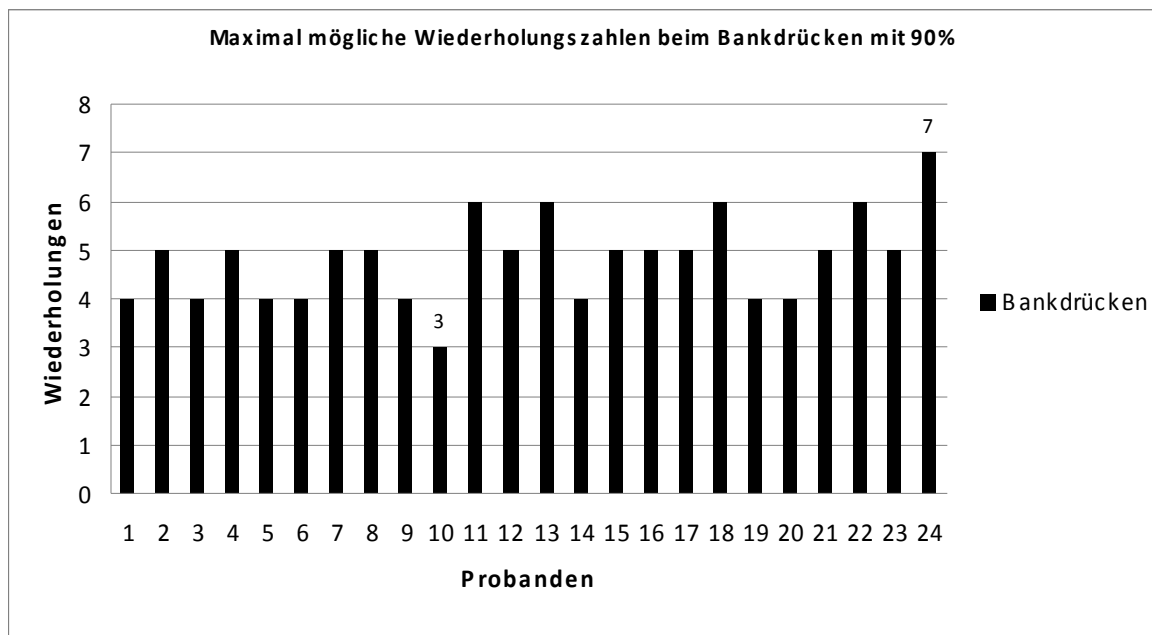


Abb. 15: Maximal mögliche Wiederholungszahlen beim Bankdrücken mit 90% der Maximalkraft.

### 3.2.2.4 Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankziehen mit 50%

Auch beim Bankziehen mit einer Intensität von 50% in Abbildung 16 werden die Unterschiede in den maximal möglichen Wiederholungszahlen deutlich. So realisierte beispielsweise der Untersuchungsteilnehmer P11 38 Wiederholungen, der Proband P2 jedoch bloß 21 Wiederholungen.

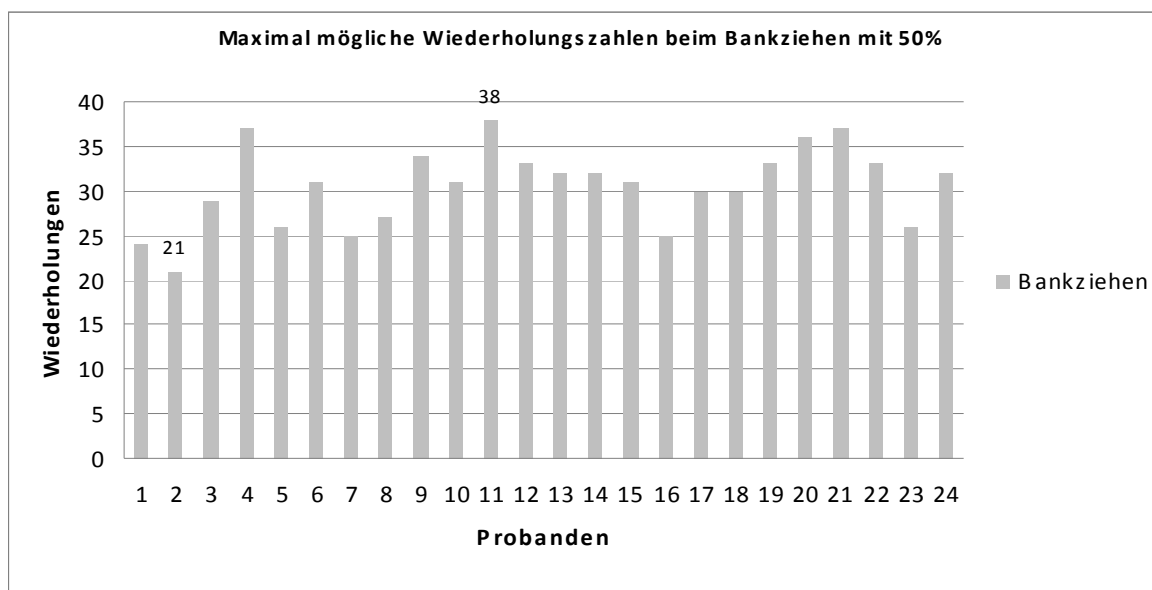


Abb. 16: Maximal mögliche Wiederholungszahlen beim Bankziehen mit 50% der Maximalkraft.

### 3.2.2.5 Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankziehen mit 70%

Abbildung 14 zeigt die maximal möglichen Wiederholungszahlen mit 70% bei der Übung Bankziehen. Hier sind die Differenzen besonders deutlich zu erkennen. Der Teilnehmer P11 konnte 23 Wiederholungen mit einer Intensität von 70% durchführen. Diese hohe Wiederholungszahl ist eindeutig einem Kraftausdauertraining zuzuordnen. Im Vergleich dazu entspricht eine relativ niedrige Wiederholungszahl von acht beim Probanden P7 einem Muskelaufbautraining.

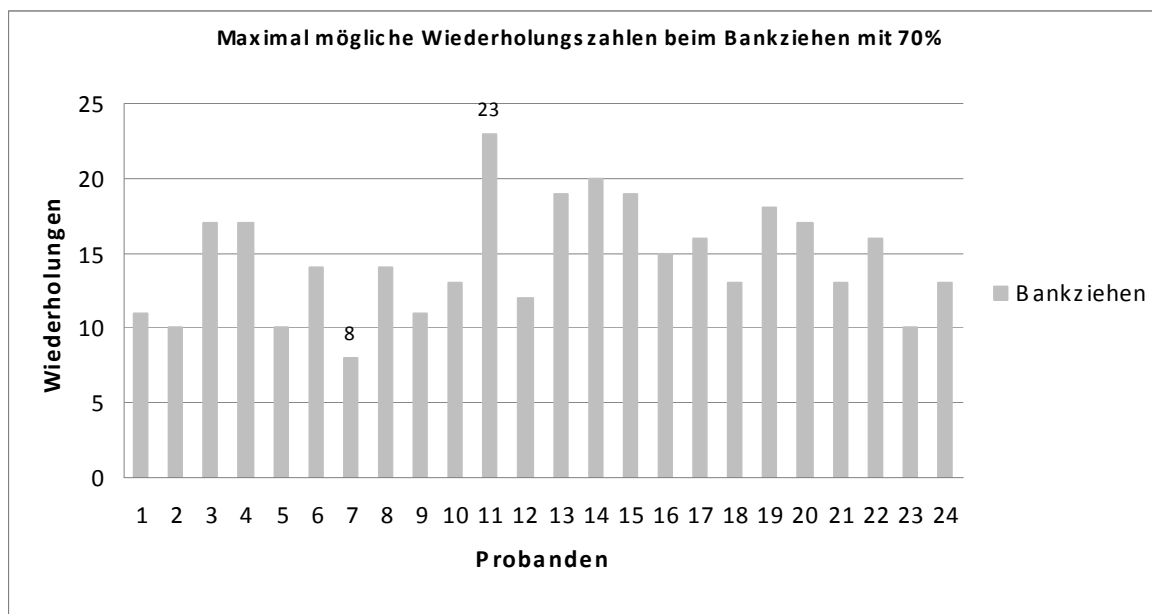
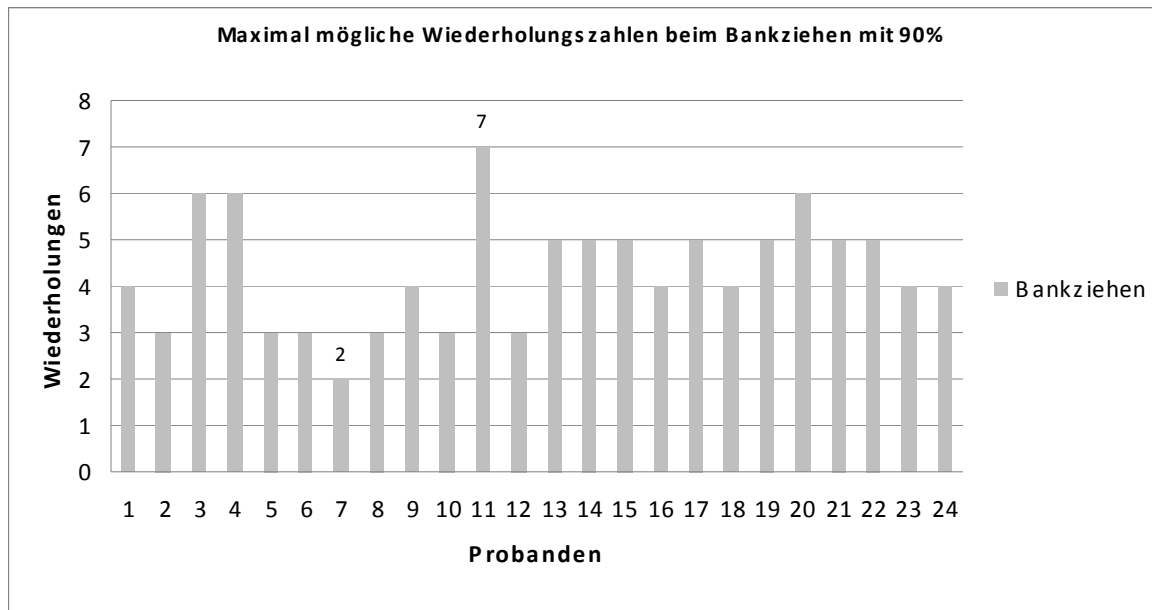


Abb. 17: Maximal mögliche Wiederholungszahlen beim Bankziehen mit 70% der Maximalkraft.

### 3.2.2.6 Interindividueller Vergleich der maximal möglichen Wiederholungszahlen bei der Übung Bankziehen mit 90%

Die maximal möglichen Wiederholungszahlen mit 90% bei der Übung Bankziehen werden in Abbildung 15 veranschaulicht. Hier erreichte der Proband P11 immerhin sieben Wiederholungen, der Proband P7 jedoch nur zwei Wiederholungen. Die Schlussfolgerungen sind selbstredend.



**Abb. 18: Maximal mögliche Wiederholungszahlen beim Bankziehen mit 90% der Maximalkraft.**

Zusammenfassend ist also zu sagen, dass sich eine differente Belastungssituation bezogen auf eine gegebene Prozentzahl somit sowohl interindividuell (zwischen den Personen), als auch intraindividuell für ein und denselben Trainierenden bei den zwei unterschiedlichen Übungen mit gleicher Intensität ergibt. Es konnte somit bestätigt werden, dass ein Krafttraining mit fixen prozentualen Intensitätsvorgaben, welche sich an der Maximalkraft orientieren, also sowohl bei verschiedenen Individuen als auch von Übung zu Übung zu einer völlig unterschiedlichen Belastungssituation führen kann. Auch ein Rückschluss von der Anzahl der maximal absolvierten Wiederholungen zur geleisteten Intensität in Bezug auf die Maximalkraft ist aufgrund der dargelegten Ergebnisse für den einzelnen Probanden nicht möglich. Die Untersuchungsergebnisse belegen somit die massiven Unterschiede zwischen den maximalen Wiederholungszahlen bei einer pauschal festgelegten Belastungsintensität und den zwei unterschiedlichen Übungen. Diese Unterschiede sind zum Teil so gravierend, dass für einen Großteil der Probanden nicht mehr von einer sinnvollen Trainingssteuerung und Trainingsplanung gesprochen werden kann. Werden neben dem Problem der interindividuellen Unterschiede auch noch die intraindividuellen übungsspezifischen Unterschiede betrachtet, wird deutlich, dass eine globale Vorgabe der Belastung über die Intensität nicht zu optimalen Trainingserfolgen führen kann. Folglich belegen die Daten eindrucksvoll, dass eine feste Zuordnung von Intensität und Wiederholungszahl nicht möglich ist. Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen der Literatur.

Ebenfalls ist zu berücksichtigen, dass es sich in der vorliegenden Untersuchung ein relativ homogenes Probandengut handelte. Die Differenzen dürften sich bei Personen mit unterschiedlichem Trainingszustand oder unterschiedlichem Alter noch weiter erhöhen. Für die erheblichen Differenzen der Individuen in der maximal möglichen Wiederholungszahl für eine gegebene Belastungsintensität (50, 70 oder 90%) innerhalb einer Übung (Bankdrücken oder Bankziehen) bzw. die Differenzen zwischen den verschiedenen Übungen innerhalb der Individuen können mehrere Gründe verantwortlich sein. So könnte beispielsweise der Schwerpunkt des Trainings (Brust oder Rücken) einen Einfluss nehmen. Buskies und Boeckh-Behrens (1999, S. 6) vermuten, dass die mögliche Anzahl der Wiederholungen für eine gegebene prozentuale Belastungsintensität vor allem auch von der Verteilung der schnellen (Schnellkrafttyp) und langsamen (Ausdauerartyp) Muskelfasern abhängig ist. In ihrer Untersuchung ergab sich aufgrund der groben Einteilung der Probanden nach der Hauptsportart in Schnellkrafttyp und Ausdauerartyp, die Tendenz, dass die eher ausdauerorientierten Probanden im Schnitt mehr Wiederholungen bei einer gegebenen niedrigeren Intensität absolvieren können.

### **3.3 Praktische Konsequenzen**

In der Untersuchung hat sich das bestätigt, was in der Praxis durchaus schon bekannt ist, die einschlägige Literatur aber bisher nicht adäquat aufgegriffen hat. Eine Steuerung über Prozentangaben mit einer konkreten Zuordnung von Wiederholungszahlen ist aufgrund der dargestellten Schwierigkeiten in der praktischen Umsetzung problematisch und insofern für die breite Masse der Trainierenden häufig praxisfern. Selbst wenn ein Maximalkrafttest durchführbar ist, muss in einem zweiten Schritt individuell die Wiederholungszahl für eine gegebene submaximale Belastung bei jeder Trainingsübung ermittelt werden, da diese von vielen Faktoren beeinflusst werden kann. Nur so kann die geeignete Belastungsintensität für das Training in Übereinstimmung mit dem Trainingsziel festgelegt werden. Bei einer pauschalen Intensitätssteuerung über Prozentvorgaben erfolgt hingegen nur eine ungenügende Individualisierung und auch die Zuordnung zum Trainingsziel ist unzureichend. Dies mag möglicherweise bei sehr homogenen Untersuchungsgruppen wie z.B. Kraftsportlern innerhalb einer Sportart (z.B. Gewichtheben) anders sein (Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 8).

Nachfolgend werden somit zwei Möglichkeiten der Belastungssteuerung im Krafttraining gegeben. Dies wäre zum einen die Steuerung über die Wiederholungszahlen und zum

anderen die Steuerung über das subjektive Belastungsempfinden. Beide sind Empfehlungen für die Trainingssteuerung im Krafttraining.

### **3.3.1 Trainingsteuerung über die Wiederholungszahlen**

Nach Hohmann et al. (2007, S. 253) wird die Intensitätssteuerung über die Angabe maximal möglicher Wiederholungszahlen bei submaximalen Lasten als Alternative zur Ermittlung des 1-RM vorgeschlagen. Diese Steuerung der Belastung über die Wiederholungszahl in der Serie ist ein praxisgerechter Weg für die Mehrzahl der Trainierenden (Buskies & Boeckh-Behrens, 1999c, S. 8) und wird auch in der Studie von Marschall und Fröhlich (1999, S. 311-315) als Grundlage für die Belastungsdosierung empfohlen.

Das alternative Konzept zur Steuerung der Belastungsintensität ist die Bestimmung der Last durch eine Orientierung an „goal repetitions“, wobei die Wiederholungszahl hierbei von Bedeutung ist (Baechle et al., 2000, S. 409). Ausgangspunkt ist hierbei die Bedeutung der Anzahl an Wiederholungen für den Trainingserfolg, wobei der Wiederholungszahl eine größere Bedeutung zugeschrieben wird als der Intensität. Anfänglich wird die gewünschte Wiederholungszahl für das Training bezogen auf die Zielstellung bestimmt. Anschließend folgt ein Test zur Bestimmung der Belastungsintensität (Gewicht) für die Zielwiederholungszahl und abschließend das Training mit der im Test ermittelten Belastungsintensität.

Fröhlich et al. (2002b, S. 79-83) verglichen in ihrer Studie über die Belastungssteuerung im Muskelaufbautraining zwei unterschiedliche Belastungsmethoden („konstante Last“ und „konstante Wiederholungszahl“) miteinander. Beim Belastungstreatment „konstante Last“ sollten zehn Probanden bei 85% des 1-RM über insgesamt sechs Serien die maximal mögliche Wiederholungszahl absolvieren. Beim Belastungstreatment „konstante Wiederholungszahl“ hingegen, wurde die Last so angepasst, dass konstant acht Wiederholungen möglich waren. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass bei der Belastungsvorgabe „konstante Wiederholungszahl“ signifikant mehr physikalische Arbeit verrichtet wird als bei der Belastungsvorgabe „konstante Last“. Ebenfalls konnte gezeigt werden, dass beim Belastungstreatment „konstante Last“ nach der dritten Serie die Zielstellung des Muskelaufbautrainings eindeutig verfehlt wäre. In der dritten Serie wurden nämlich im Mittel  $3,9 \pm 1,5$  Wiederholungen, mit einer Spannweite von zwei bis sieben Wiederholungen durchgeführt. In der abschließenden sechsten Serie lag das Mittel

bei  $2,1 \pm 1,2$  mit einem Minimum von null und einem Maximum von vier. Würde man diese beiden Wiederholungen der letzten Serie mit einer fixen Intensitätsvorgabe gleichsetzen, so wäre man bei einer Belastungsintensität von 95%, was einem intramuskulären Koordinationstraining, nicht aber mehr einem Hypertrophietraining entsprechen würde. Um die Vorgabe, also ein Muskelaufbautraining durchzuführen, zu erfüllen, scheint es also sinnvoller zu sein, die Zahl der Wiederholungen über die Serie konstant zu halten und das Gewicht von Serie zu Serie zu reduzieren.

Gleiche Ergebnisse konnten Fröhlich et al. (2001a, S. 1061) für das Kraftausdauertraining bei einer Last von 50% des 1-RM über sechs Serien feststellen. Dort lag die maximale Anzahl an Wiederholungen bei der dritten Serie nämlich bei  $10 \pm 2,9$  Wiederholungen. Bei der abschließenden sechsten Serie waren überhaupt nur mehr  $8,0 \pm 2,7$  Wiederholungen möglich, also in einem Bereich der dem Hypertrophietraining zugeordnet ist. Da die Autoren weiters zeigen konnten, dass bei einer konstanten Wiederholungszahl die verrichtete Arbeit signifikant höher zu sein scheint, als bei einer konstanten Last, erscheint es als günstiger die Trainingsintensität über eine konstante Anzahl von Wiederholungen zu steuern.

Marschall und Sieberger (2003, S. 19-22), die eine ähnliche Studie im Bereich der Kraftausdauer durchführten, kamen zu dem Ergebnis, dass sich mit einer „konstanten Wiederholungszahl“ ein signifikant größerer Leistungszuwachs in der Kraftausdauerleistung erzielen lässt, als mit einer „konstanten Last“. Dazu absolvierte die Trainingsgruppe 1 („konstante Last“) in jeder Trainingseinheit über sechs Serien mit 70% des 1-RM die maximal mögliche Anzahl an Wiederholungen. Die Trainingsgruppe 2 („konstante Wiederholungen“) absolvierte jeweils 25 erschöpfende Wiederholungen bei variabler Last. Durch das Ergebnis, dass die höhere Belastung in Form eines größeren Umfangs offenbar sehr deutlich auf die Einflussgrößen der Kraftausdauerleistung auswirkt, scheint es nahe liegend die Trainingsintensität über eine konstante Anzahl an Wiederholungen zu steuern.

Gegenstand der Untersuchung von Fröhlich et al. (2001b, S. 24-28) an insgesamt zehn Männern, waren zwei Trainingsexperimente zur Belastungsgestaltung im Kraftausdauertraining. Im ersten Experiment wurde die Belastung über eine konstante Intensitätsvorgabe, im zweiten Experiment über eine konstante Wiederholungszahl gesteuert. Die Ergebnisse zeigten, dass er jeweils andere Parameter über die Serien angepasst werden musste und dass die insgesamt verrichtete Arbeit beim

wiederholungsorientieren Ansatz signifikant höher lag als beim intensitätsorientieren Vorgehen. Weiters wurde darauf hingewiesen, dass beim intensitätsorientieren Vorgehen sowohl die Belastungszeit als auch die bewältigte Wiederholungszahl ab der dritte Serie eher einem Training zur Muskelquerschnittsvergrößerung als einem Training zur Steigerung der Kraftausdauer entsprechen. Soll also die Muskulatur über mehrere Serien im Rahmen eines Kraftausdauertrainings ausbelastet werden, ist eine Reduktion der Last notwendig, dafür scheint die Trainingssteuerung über die Wiederholungszahl geeignet zu sein.

Zu guter Letzt konnten Fröhlich und Schmidtbleicher (2003, S. 54-58) an ihrer Untersuchung an 39 Probanden beweisen, dass im Rahmen eines Kraftausdauertrainings mit 60% des 1-RM zu einer sehr deutlich ausgeprägten Reduktion der Wiederholungszahlen über die Serien kommt. In der letzten Serie konnten die Untersuchungsteilnehmer nur mehr  $4,3 \pm 1,4$  Wiederholungen realisieren und damit wird der Wiederholungsbereich für die Trainingsmethode (Kraftausdauertraining) eindeutig verlassen.

Zwar sind nach Hohmann et al. (2007, S. 254) globale Empfehlungen zu Trainingsintensitäten auf der Basis maximal möglicher Wiederholungszahlen nicht seriös auszusprechen, aufgrund der gezeigten Studien scheint es für die Trainingspraxis jedoch von Vorteil zu sein, die Gewichtsbelastung über die Wiederholungszahl (maximales Gewicht bei festgelegter Wiederholungszahl) zu steuern, da hierbei ausgeschlossen werden kann, dass der gewünschte Zielbereich verlassen wird. Die Vorgaben für ein Krafttraining könnten je nach Trainingsziel wie folgt lauten: Wähle eine Gewichtsbelastung durch Ausprobieren, die acht bis zwölf Wiederholungen (Muskelaufbautraining) oder 20 bis 25 Wiederholungen (Kraftausdauertraining) zulässt. Bei diesen Empfehlungen wird davon ausgegangen, dass die Wiederholungszahlen im Hinblick auf das Trainingsziel aussagekräftiger sind als prozentuale Intensitätsvorgaben (Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 8; und Buskies, 1999b, S. 185). Bei wie viel Prozent sich dieser Bereich von Wiederholungszahlen schließlich einordnet, hat nach Radlinger, Bachmann, Homburg, Leuenberger und Thaddey (1998, S. 45) keine Bedeutung.

### **3.3.2 Trainingssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden**

Zum einen könnte das subjektive Belastungsempfinden zur Abschätzung der Maximalkraft verwendet werden (Robertson, Goss, Aaron, Gairola, Kowallis, Liu, Randall, Tessmer,



Schnorr, Schröder & White, 2008, S. 196-201), zum anderen wird die Anwendung des subjektiven Belastungsempfindens als weitere Alternative zur Steuerung der Belastungsintensität besonders von einer Bayreuther Arbeitsgruppe um Boeckh-Behrens und Buskies propagiert (Hohmann et al., 2007, S. 254). Die Verwendung des subjektiven Belastungsempfindens zur Trainingssteuerung wurde bereits nachgewiesen (Gearhart, Lagally, Riechman, Andrew & Robertson, 2009, S. 1011-1015; Lagally, Amorose & Rock, 2009, S. 573-586). Nach Löllgen (2004, S. 299) ist dieses Anstrengungsempfinden das subjektive Empfinden einer Versuchsperson, wie anstrengend eine vorgegebene Leistung ist. Das Anstrengungsempfinden gibt die subjektive Antwort auf die Reizintensität wider. Es wird dabei mit einer numerischen Skala erfasst. Vor der Testung wird der Proband über die Skala des Anstrengungsempfindens informiert und der Proband soll in der Endphase, also noch während der Belastung angeben, wie anstrengend diese für ihn ist. Er solle eine Zahl nennen und die beschreibenden Worte dienen zur Orientierung für das Ausmaß der Anstrengung.

Die bekannteste Skala zur Erfassung des subjektiven Belastungsempfindens ist die 15stufige RPE („Rate of perceived exertion“) Skala nach Borg, die in Tabelle 14 ersichtlich ist.

**Tab. 14: 15stufige RPE Skala nach Borg zur Erfassung des subjektiven Belastungsempfindens**

| RPE Skala nach Borg |                  |
|---------------------|------------------|
| 6                   |                  |
| 7                   | Very, very light |
| 8                   |                  |
| 9                   | Very light       |
| 10                  |                  |
| 11                  | Fairly light     |
| 12                  |                  |
| 13                  | Somewhat hard    |
| 14                  |                  |
| 15                  | Hard             |

|    |                 |
|----|-----------------|
| 16 |                 |
| 17 | Very hard       |
| 18 |                 |
| 19 | Very, very hard |
| 20 |                 |

Quelle: Borg (1973, S. 92)

Tabelle 15 stellt eine modifizierte Einteilung dieser Skala dar. Diese 7stufige Skala wurde zur Erfassung des subjektiven Belastungsempfindens von Buskies und Boeck-Behrens entwickelt.

**Tab. 15: 7stufige Skala nach Buskies zur Erfassung des subjektiven Belastungsempfindens**

| 7stufige Skala nach Buskies und Boeckh-Behrens |               |
|------------------------------------------------|---------------|
| 1                                              | Sehr leicht   |
| 2                                              | Leicht        |
| 3                                              | Leicht-mittel |
| 4                                              | Mittel        |
| 5                                              | Mittel-schwer |
| 6                                              | Schwer        |
| 7                                              | Sehr schwer   |

Quelle: Buskies (1999c, S. 15)

Im Bereich des Ausdauertrainings gibt es bereits einige Untersuchungen zur Trainingssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden (Borg & Noble, 1974, S. 131-135; Buskies, 1998, S. 77-79; Buskies, Kläger & Riedel, 1992, S. 248-260; Buskies, Liesner & Zieschang, 1993, S. 568-573; Glass & Holcomb, 1997, S. 246-250; Wanner, 1985, S. 104-112). Im Krafttraining gibt es hingegen nur wenige Studien, in denen das subjektive Belastungsempfinden zur Intensitätsteuerung eingesetzt wird.

So kamen Day, McGuigan, Brice und Foster (2004, S. 353-358) in ihrer Untersuchung zum dem Schluss, dass die RPE Skala eine zuverlässige Methode ist, um verschiedenen Belastungsintensitäten des Krafttrainings zu quantifizieren. Dafür untersuchten sie neun Männer und zehn Frauen anhand fünf verschiedener Krafttrainingsübungen mit jeweils

drei verschiedenen Intensitäten (vier bis fünf Wiederholungen mit 90% des 1-RM, zehn Wiederholungen mit 70% des 1-RM und 15 Wiederholungen mit 50% des 1-RM). Die Autoren stellten fest, dass wenige durchzuführende Wiederholungen mit einer höheren Intensität als schwieriger wahrgenommen werden, als mehr Wiederholungen bei einer niedrigeren Intensität. Zu diesem Ergebnis kamen auch Gearhart, Goss, Lagally, Jakcic, Gallagher, Gallagher, und Robertson (2002, S. 87-91), die zehn Männer und zehn Frauen mittels sieben Krafttrainingsübungen untersuchten. Auch hier wurde von den Probanden im Mittel ein höheres subjektives Belastungsempfinden bei wenigen Wiederholungen mit einer höheren Intensität, als bei mehr Wiederholungen bei einer niedrigeren Intensität angegeben.

Buskies (1999a, S. 316-320) verglich ein sanftes Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden versus ein Training bis zur muskulären Ausbelastung. An seiner Untersuchung nahmen 64 männliche Sportstudierende teil. Je nach zugehöriger Trainingsgruppe wurde die einzelne Serie dabei entweder bis zu letztmöglichster Wiederholung durchgeführt (muskuläre Ausbelastung) oder bei einem individuellen subjektiven Belastungsempfinden mittel bzw. schwer abgebrochen (sanftes Krafttraining). Die Befunde zeigen, dass das subjektive Belastungsempfinden im Krafttraining als Parameter zur Steuerung der Belastungsintensität gut geeignet ist.

Kemmler et al. (2005, S. 165-170) konnten in ihrer Untersuchung an 67 weiblichen Probanden feststellen, dass die Methode der subjektiven Intensitätswahl beim trainierten Individuum mit entsprechender Erfahrung als geeignet erscheint. Nach Glass und Stanton, (2004, S. 324-327) könnte es sein, dass bei weniger trainierten oder untrainierten Personen die Belastungsintensität deutlich unter dem fokussierten Bereich gewählt wird und die Belastungssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden daher weniger geeignet zu sein scheint.

Buskies (2001, S. 45-60) führten eine umfangreiche Studie zur Bedeutung des sanften Krafttrainings nach dem subjektiven Belastungsempfinden durch. Sie untersuchten dazu 64 männliche Sportstudierende mit Krafttrainingserfahrung, 64 Kraft-untrainierte Sportstudentinnen und 24 Probanden des fünften Lebensjahrzehnts. Bei diesem großen Probandenkollektiv konnte empirisch nachgewiesen werden, dass das subjektive Belastungsempfinden auch im Krafttraining zur Steuerung der Belastungsintensität geeignet ist.

Auch Buskies, et al. (1996, S. 170-183) verwendeten in ihrer Untersuchung an sieben weiblichen und 14 männlichen Sportstudierenden das subjektive Belastungsempfinden als Steuerungskriterium für den individuellen Belastungsabbruch, wobei sie sich an der fünfstufigen Wanner Skala (Wanner, 1985, S. 108) orientierten. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass das subjektive Belastungsempfinden durchaus ein Kriterium zur Steuerung der Belastungsintensität sein kann, wobei ein Belastungsempfinden „mittel“ die unterste Grenze darstellen sollte.

Pincivero, Coelho und Campy (2003, S. 150-156) untersuchten in ihrer Studie 15 Männer ( $25,1 \pm 4,0$ ) und 15 Frauen ( $22,9 \pm 3,2$ ) bezüglich ihres Belastungsempfindens in der Übung Beinstrecken. Die Probanden mussten nach der Bestimmung des 1-RM zwei submaximale Kontraktionen mit 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 und 90% des 1-RM durchführen und anhand einer zehnstufigen Skala das Belastungsempfinden angeben.

Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass die Steuerung der Belastungsintensität über das subjektive Belastungsempfinden zumindest bei trainierten Individuen (Kemmler et al., 2005, 165-170) eine reliable Alternative für die Trainingssteuerung im Krafttraining ist und sich damit die verschiedenen Kraftfähigkeiten steigern lassen. Die Gestaltung der Belastungsintensität nach der Methode des sanften Krafttrainings könnte beispielsweise nach Boeck-Behrens und Buskies (2006, S. 48) folgendermaßen lauten: Für ein Kraftausdauertraining ist ein Gewicht durch Ausprobieren zu wählen, wobei die Belastung ab der ca. 20 Wiederholung als mittel bzw. schwer empfunden werden soll. Für ein Muskelaufbautraining hingegen soll eine Gewichtsbelastung gewählt werden, welche ab der ca. zehnten bis zwölften Wiederholung als mittel bzw. schwer einzustufen ist.

## **4. Resümee**

In dieser Arbeit wurde aufbauend auf fundamentalen physiologischen und sportbiologischen Grundlagen auf einige wesentlichen Hauptmerkmale der sportmotorischen Hauptbeanspruchungsform der Kraft eingegangen. Die Kraft lässt sowohl eine Einteilung in muskuläre Kontraktionsformen bzw. Arbeitsweisen der Muskulatur, als auch eine Strukturierung in die Erscheinungsformen Maximalkraft, Kraftausdauer, Schnellkraft und Reaktivkraft zu. Im Zusammenhang mit den Erscheinungsformen wurden auch die Methoden und Inhalte des Krafttrainings behandelt.

Anschließend wurde die Trainingssteuerung im Krafttraining erläutert. Unumgänglich in diesem Zusammenhang sind die Belastungsnormative, die eine Unterteilung in Reizdichte, Reizdauer, Reizumfang, Reizhäufigkeit, Reizkomplexität und Reizintensität zulassen, wobei der Belastungsintensität bzw. Reizintensität nach Baechle et al. (2000, S. 406) eine kritische Bedeutung zugeschrieben wird. Da sich in der Trainingspraxis zur Bestimmung des 1-RM und für die anschließende Intensitätsbemessung mit den Maximalkrafttests eine brauchbare Methode durchgesetzt hat, wurde auf die Maximalkrafttests als Grundlage der Trainingsplanung eingegangen. Diese finden sich in der einschlägigen Literatur immer wieder als Berechnungsgrundlage für die Leistungssteuerung und weitere Trainingsplanung (Gießing, 2003a, S. 27; Kemmler et al., 2005, S. 166). Es folgte die Trainingssteuerung anhand verschiedener Intensitätsbereiche, wobei hier erwähnt werden muss, dass je nach Trainingsziel und Trainingsmethode eine weite Spannbreite von Intensitätsvorgaben vorliegt, die je nach Autor und Trainingsziel bzw. Trainingsmethode sehr stark variieren. Es besteht also keine einheitliche Zuordnung von Belastungsintensitäten zu den verschiedenen Trainingszielen und Trainingsmethoden

Da die Unterschiede jedoch noch gravierender werden, wenn die prozentualen Angaben der Trainingsintensität mit den Wiederholungszahlen in Verbindung gebracht werden, wurde die Beziehung zwischen den Wiederholungszahlen und Prozentangaben des 1-RM erläutert. Trotz dieser Problematik haben verschiedene Autoren (Beuker, 1991, S. 22; Einsingbach, 1990, S. 63f.; Einsingbach, Klümper & Biedermann, 1988, S. S. 50; Kovarik, 1991, S. 49; Scholich, 1974, S. 20ff.; Weineck, 2004, S. 243 nach Zatsiorsky, Wolkow & Kulik in Matwejew, 1981, S. 52; Zimmermann, 1996, S. 106) versucht, den Zusammenhang zwischen der Intensität und der möglichen Anzahl von Wiederholungen darzustellen. Hierbei wird in der Regel angenommen, dass einer vorgegebenen Belastungsintensität lediglich ein eng begrenzter Wiederholungsrahmen zugeordnet werden kann, der sich zudem bei verschiedenen Übungen mit Beanspruchung unterschiedlicher Muskelgruppen nicht verändert. Umgekehrt wird davon ausgegangen, dass man von der maximal möglichen Wiederholungszahl in einer Übung auf die konkrete Belastungsintensität in Prozent rückschließen kann (Buskies, 1999b, S. 182; Buskies & Boeckh-Behrens, 1999, S. 4). Betrachtet man jedoch die Literatur zur Methodik der Trainingssteuerung im Krafttraining, wird deutlich, dass der Schluss von Intensitäten auf bestimmten Wiederholungszahlen oder von bestimmten Wiederholungszahlen auf die Intensität nicht haltbar ist. Neuere Untersuchungsergebnisse verweisen darauf, dass eine

Festlegung der Belastungsintensität anhand von prozentualen Vorgaben des 1-RM nicht gerechtfertigt zu sein scheint. Durch Studien konnte nämlich gezeigt werden, dass in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren (Muskelgruppe, Trainingsübung, Trainingszustand, usw.) bei einer gegebenen Intensität in Relation zum 1-RM unterschiedlich viele Wiederholungen möglich sind. Dies konnte auch im Rahmen dieser Arbeit nur bestätigt werden.

Als Alternative zur Bestimmung des 1-RM kann das Konzept vom individuellen hypothetischen Maximalgewicht (Gießing, 2003, S. 26-31) gesehen werden. In der Praxis hat sich die Intensitätssteuerung über die Angabe maximal möglicher Wiederholungszahlen als sinnvoll erwiesen (Buskies & Boeckh-Behrens, 1999c, S. 8). Weiters wurde darauf hingewiesen, dass das subjektive Belastungsempfinden im Krafttraining als Parameter zur Steuerung der Belastungsintensität geeignet ist (Buskies, 1999a, S. 316-320; Buskies, 2001, S. 45-61; Buskies et al., 1996, S. 170-183) und eine zuverlässige Methode ist, um verschiedenen Belastungsintensitäten des Krafttrainings zu quantifizieren (Day et al., 2004, S. 353-358; Gearhart, et al., 2002, S. 87-91; Pincivero et al., 2003, S. 150-156).

Zusammenfassend muss noch einmal erwähnt werden, dass in dieser Arbeit bestätigt wird, dass eine Steuerung der Belastungsintensität im Krafttraining über die Maximalkraft und den damit verbundenen prozentuellen Ableitungen nicht möglich ist. Eine größere Probandenzahl und eine erhöhte Anzahl von Übungen mit verschiedenen Intensitätsvorgaben könnte die Aussagekraft von kommenden Studien im Vergleich zur vorliegenden Untersuchung jedoch noch weiter erhöhen.

## 5. Literaturverzeichnis

- Abadie, B. R., Plummer, M., Salisbury, D., McDowell, K., Stewart, S., Clark, B., Pace, G. & Thomas, S. (2000). Prediction of One-Repetition-Maximum (1-RM) strength in small muscle groups from a 4-6 RM and a 7-10RM submaximal strength test in healthy young adult men. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71 (Supplement to 1), 24.
- Ahtiainen, J.P., Pakarinen, A., Alen, M., Kraemer, W. J. & Häkkinen, K. (2005). Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: Influences on muscle strength, size and hormonal adaptations in trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (3), 572-582.
- Anders, J. (2006). Krafttraining im Alter. Vom vermeintlichen Widerspruch zum Baustein für mehr Lebensqualität. In W. Kieser (Hrsg.), *Krafttraining in Prävention und Therapie. Grundlagen – Indikationen – Anwendungen* (S. 171-177). Bern: Hans Huber.
- Baechle, T. R., Earle, R. W. & Wathen, D. (2000). Resistance training. In T. R. Baechle & R. W. Earle (Ed.), *Essentials of Strength Training and Conditioning* (pp. 395-425). Champaign: Human Kinetics.
- Barnard, K. L., Adams, K. J., Swank, A. M., Mann, E. & Denny, D. M. (1999). Injuries and muscle soreness during the one repetition maximum assessment in a cardiac rehabilitation population. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 19 (1), 52-58.
- Begerow, B., Pfeifer, M. & Minne, H. (2004). Sport und Bewegungstherapie in der Rehabilitation der Osteoporose. Teil I: Pathophysiologie und Diagnostik. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (10), 266-267.
- Begerow, B., Pfeifer, M. & Minne, H. (2004). Sport und Bewegungstherapie in der Rehabilitation der Osteoporose. Teil II: Bewegung und Therapie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (10), 301-302.
- Benndorf, K. (2005). Leistung. In P. Deetjen, E.-J. Speckmann & J. Hescheler (Hrsg.), *Physiologie* (4., vollst. überarb. Aufl.) (S. 821-832). München, Jena: Urban & Fischer.
- Benton, M. J., Swan, P. D. & Peterson, M. D. (2009). Evaluation of multiple one repetition maximum strength trials in untrained women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1503-1507.
- Beuker, F. (1992). Masseaufbau. *Sportrevue*, 30 (1), 23-24.
- Boeckh-Behrens, W.-U. & Buskies, W. (2006). *Fitness-Krafttraining. Die besten Übungen und Methoden für Sport und Gesundheit* (10. Aufl.). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Borg, G. A. V. (1973). Perceived exertion: A note on „history“ and methods. *Medicine and Science in Sports*, 5 (2), 90-93.
- Borg, G. A. V. & Noble, B. (1974). Perceived exertion. In J. Wilmore (Ed.), *Exercise and Sports Science Reviews*, 2 (pp. 131-135). New York: Academic Press.
- Braith, R. W., Graves, J. E., Pollock, M. L., Leggett, S. L., Carpenter, D. M. & Colvin, A. B. (1989). Comparison of 2 vs 3 day/week of variable resistance training during 10- and 18-week programs. *International Journal of Sports Medicine*, 10 (6), 450-454.
- Brazel-Roberts, J. V. & Thomas, L. E. (1989). Effects of weight training frequency on the self-concept of college females. *Journal of Applied Sport Science Research*, 3 (2), 40-43.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing – Predicting a one-rep max from reps to fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64 (1), 88-90.
- Bührle, M. (1985). Dimensionen des Kraftverhaltens und ihre spezifischen Trainingsmethoden. In M. Bührle (Hrsg.), *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings* (S. 82-111). Schorndorf: Hofmann.
- Bührle, M. (1989). Maximalkraft – Schnellkraft – Reaktivkraft. Kraftkomponenten und ihre dimensionale Struktur. *Sportwissenschaft*, 19 (3), 311-325.
- Bührle, M. & Schmidtbleicher, D. (1981). Komponenten der Maximal- und Schnellkraft. Versuch einer Neustrukturierung auf der Basis empirischer Ergebnisse. *Sportwissenschaft*, 11 (1), 11-27.

- Bührle, M. & Werner, E. (1984). Das Muskelquerschnittstraining der Bodybuilder. *Leistungssport*, 14 (3), 5-9.
- Buskies, W. (1999a). Sanftes Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden versus Training bis zur muskulären Ausbelastung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (10), 316-320.
- Buskies, W. (1999b). Zur Problematik der Trainingsintensitätssteuerung im Krafttraining mittels Prozentangaben auf der Basis von Maximalkrafttests. In J. Wiemeyer (Hrsg.), *Forschungsmethodologische Aspekte von Bewegung, Motorik und Training im Sport*. 3. gemeinsames Symposium der dvs-Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft vom 17.-19.9.1998 in Darmstadt (1. Auflage) (S. 181-185). Hamburg: Cwalina.
- Buskies, W. (1999c). *Sanftes Krafttraining. Unter besonderer Berücksichtigung des subjektiven Belastungsempfindens*. Köln: Sport und Buch Strauß.
- Buskies, W. (2001). Zur Bedeutung des sanften Krafttrainings nach dem subjektiven Belastungsempfinden. *Sportwissenschaft*, 31 (1), 45-61.
- Buskies, W. & Boeckh-Behrens, W.-U. (1999). Probleme bei der Steuerung der Trainingsintensität im Krafttraining auf der Basis von Maximalkrafttests. *Leistungssport*, 29 (3), 4-8.
- Buskies, W., Boeckh-Behrens, W. U. & Zieschang, K. (1996). Möglichkeiten der Intensitätssteuerung im gesundheitsorientierten Krafttraining. *Sportwissenschaft* 26 (2), 170183.
- Buskies, W., Kläger, G. & Riedel, H. (1992). Möglichkeiten zur Steuerung der Belastungsintensität für ein breitensportlich orientiertes Laufausdauertraining. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 43 (6), 248-260.
- Buskies, W., Liesner, K. & Zieschang, K., (1993). Zur Problematik der Steuerung der Belastungsintensität beim Dauerlauftraining älterer Männer. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 44 (12), 568-573.
- Byrd, R., Chandler, T. J., Conley, M. S., Fry, A. C., Haff, G. G., Koch, A., Hatfield, F., Kirksey, K. B., McBride, J., McBride, T., Newton, H., O'Bryant, H. S., Stone, M. H., Pierce, K. C., Plisk, S., Ritchie-Stone, M. & Wathen, D. (1999). Strength training: Single versus multiple sets. *Sports Medicine* 27 (6), 409-412.
- Calender, D., Abadie, B. R. & Daughtrey, C. (2000). Prediction of One-Repetition-Maximum (1-RM) strength in large muscle groups from a 4-6 RM and a 7-10RM submaximal strength test in healthy young adult women. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71 (Supplement to 1), 25-26.
- Carpinelli, R. N. & Ott, R. M. (1998). Strength training. Single versus multiple sets. *Sports Medicine*, 26 (2), 73-84
- Carroll, T. J., Abernethy, P. J., Logan, P. A. Barber, M. & McEniery, M. T. (1998). Resistance training frequency: Strength and myosin heavy chain responses to two and three bouts per week. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 78 (3), 270-275.
- Christodoulos, A. D., Volaklis, K. A. & Tokmakidis, S P. (2003). Neue Aspekte des Krafttrainings in der kardialen Rehabilitation. *Journal für Kardiologie*, 10 (5), 207-213.
- Dalichau, S., Stein, B., Schäfer, K., Buhlmann, J.J. & Menken, P. (2004). Einsatz- versus Mehrsatztraining – Zwei konkurrierende Krafttrainingsmethoden in der Behandlung chronischer Rückenschmerzen? *Physikalische Therapie*, 7, 294-299.
- 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.
- Deetjen, P., Speckmann, E.-J. & Hescheler, J. (2005). *Physiologie* (4., vollst. überarb. Aufl.). München, Jena: Urban & Fischer.
- De Hoyos, D., Herring, D., Garzarella, L., Werber, G., Brechue, W. F. & Pollock, M. L. (1997). Effect of strength training volume on the developement of strength and power in adolescent tennis players. *Medicine and Science in Sports exercise*, 29 (Supplement to 5), 164.



- De Hoyos, D., Abe, T., Garzarella, L., Hass, C., Nordmann, M. & Pollock, M. (1998). Effect of 6 months of high- or low-volume resistance training on muscular strength and endurance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30 (Supplement to 5), 165.
- DeRenne, C., Hetzler, R. K., Buxton, B. P. & Ho, K. W. (1996). Effects of training frequency on strength maintenance in pubescent baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10 (1), 8-14.
- Dickhuth, H.-H. (2000). *Einführung in die Sport- und Leistungsmedizin*. (Sport und Sportunterricht, 16). Schorndorf: Hofmann.
- Douris, P. C., White, B. P., Cullen, R. R., Keltz, W. E., Meli, J., Mondello, D. M. & Wenger, D. (2006). The relationship between maximal repetition performance and muscle fiber type as estimated by noninvasive technique in the quadriceps of untrained women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (3), 699-703.
- Ehlenz, H., Grosser, M. & Zimmermann, E. (1983). *Krafttraining*. München, Wien, Zürich: BLV Verlagsgesellschaft.
- Ehlenz, H., Grosser, M. & Zimmermann, E. (1995). *Krafttraining. Grundlagen, Methoden, Übungen, Leistungssteuerung, Trainingsprogramme* (5. überarbeitete Auflage). München, Wien, Zürich: BLV Verlagsgesellschaft mbH.
- Einsingbach, T. (1990). *Muskuläres Aufbautraining in der Krankengymnastik und Rehabilitation*. München: Pflaum.
- Einsingbach, T., Klümper, A. & Biedermann, I. (1988). *Sportphysiotherapie und Rehabilitation*. Stuttgart: Thieme.
- Epley, B. (1985). *Poundage chart. Boyd Epley workout*. Lincoln, Nebraska: Lincoln: University of Nebraska Press
- Ehrsam, R. & Gutzwiller, F. (2006). Die Bedeutung der Muskelkraft. In W. Kieser (Hrsg.), *Krafttraining in Prävention und Therapie. Grundlagen – Indikationen – Anwendungen* (S. 13-20). Bern: Hans Huber.
- Feigenbaum, M. S. & Pollock, M. L. (1997). Strength training – rationale for current guidelines for adult fitness programs. *The Physician and Sportsmedicine*, 25 (2), 44-64.
- Feigenbaum, M. S. & Pollock, M.L. (1999). Prescription of resistance training for health and disease. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31 (1), 38-45.
- Feigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Long, C., Loud, R. LaR., Delmonico, M. & Micheli, L. J. (1998). Relationship between repetitions and selected percentages of the one repetition maximum in healthy children. *Pediatric Physical Therapy*, 10 (3), 110-113.
- Fleck, S. J. & Kraemer, W. J. (2004). *Designing resistance training programs* (3rd Edition). Champaign: Human Kinetics.
- Frey, G. & Hildenbrandt, E. (2002). *Einführung in die Trainingslehre. Teil 1: Grundlagen* (2., erweit. und überarb. Aufl.). (Sport und Sportunterricht, 11). Schorndorf: Hofmann.
- Friedmann, B. (2007). Neuere Entwicklungen im Krafttraining. Muskuläre Anpassungsreaktionen bei verschiedenen Krafttrainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58 (1), 12-18
- Fröhlich, M., Klein, M., Emrich, E. & Schmidbleicher, D. (2001a). Workload as an external criterion for intensity strength training versus repetition strength training. In J. Mester, G. King & H. Strüder (Ed.), *6th Annual Congress of the European College of Sport Science* (pp. 1061) Köln: Sport und Buch Strauß.
- Fröhlich, M., Klein, M., Emrich, E. & Schmidbleicher, D. (2001b). Arbeit als Bruttokriterium der Belastung im Kraftausdauertraining. *Leistungssport*, 31 (2), 24-28.
- Fröhlich, M., Klein, M., Felder, H., Emrich, E. & Schmidbleicher, D. (2002). Varianzanalytische Betrachtung von deduzierter Gewichtsbelastung und neuronaler Aktivität. *Leistungssport*, 32 (1), 41-45.
- Fröhlich, M. & Schmidbleicher, D. (2003). Belastungsintensität und Wiederholungszahl in Abhängigkeit von der Trainingsspezifität im Krafttraining. In G.-P. Brüggemann & G. Morey-Klapsing (Hrsg.), *Biologische Systeme. Mechanische Eigenschaften und ihre Adaptationen bei körperlicher Belastung* (Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, 135) (S. 54-58). Hamburg: Czwalina.

- Fröhlich, M., Schmidtbleicher, D. & Emrich, E. (2002). Belastungssteuerung im Muskelaufbautraining. Belastungsnormativ Intensität versus Wiederholungszahl. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (3), 79-83.
- Fröhlich, M., Schmidtbleicher, D., Emrich, E. & Coen, B. (2003). Metabolische und kardiovaskuläre Beanspruchung bei spezifisch trainierten und untrainierten Männern im Kraftausdauertraining. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (12), 355-360.
- Fröhlich, M. & Schmidtbleicher, D. (2008). Trainingshäufigkeit im Krafttraining – ein metaanalytischer Zugang. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 59 (2), 4-12.
- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Krivickas, L. S., Kim, S. K., Foldvari, M. & Roubenoff, R. (2003). Strength training in older women: Early and late changes in whole muscle and single cells. *Muscle Nerve*, 28 (5), 601-608.
- Gearhart, R. F. J., Goss, F. L., Lagally, K. M., Jalcic, 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, Lagally, K. M., Riechmann, S. E., Andrews, R. D. & Robertson, R. J. (2009). Strength tracking using the OMNI resistance exercise scale in older men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (3), 246-250.
- Gießing, J. (2000). Das Heavy-Duty-Konzept. Zunehmde Akzeptanz und Popularität des Einsatztrainings auch beim Bodybuilding. *Leistungssport*, 30 (4), 19-23.
- Gießing, J. (2002). *Das Muskelaufbautraining beim Bodybuilding. Eine kritische Analyse aus sportwissenschaftlicher Sicht*. Marburg: Tectum.
- Gießing, J. (2003a). Trainingsplanung und –steuerung beim Muskelaufbautraining. Das Konzept vom individuellen hypothetischen Maximalgewicht (h1RM) als methodische Alternative. *Leistungssport*, 33 (4), 26-31.
- Gießing, K. (2003b). Training for muscular hypertrophy: A comparison of high and low-volume approach. *International Journal of Physical Education*, 40 (1), 27-32.
- Gießing, J. (2005). Intensive Nachermüdung als Maßnahme zur Optimierung der Ausbelastungsintensität beim Muskelaufbautraining. *Leistungssport*, 35 (2), 11-14.
- Glass, S. C. & Holcomb, R. R. (1997). Self-selected resistance training intensity in novice weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11, 246-250.
- Glass, S. C. & Stanton, D. R. (2004). Self-selected resistance training intensity in novice weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (2), 324-327.
- Goebel, S., Stephan, A. & Freiwald, J. (2005). Krafttraining bei chronischen lumbalen Rückenschmerzen. Ergebnisse einer Längsschnittstudie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (11), 388-392.
- Göhner, U. (1999). *Einführung in die Bewegungslehre des Sports. Teil 2: Bewegungslehre des Sports*. (Sport und Sportunterricht, 5). Schorndorf: Hofmann.
- Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Ruesta, M., Iribarren, J., González-Badillo, J. J. & Ibáñez, J. (2004). Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *European Journal for Applied Physiology*, 91 (5-6), 698-707.
- Gottlob, A. (2001). *Differenziertes Krafttraining mit Schwerpunkt Wirbelsäule* (1. Aufl.). München, Jena: Urban & Fischer.
- Graf, C. & Rost, R. (2001). Sportmotorische Hauptbeanspruchungsformen. In R. Rost (Hrsg.), *Lehrbuch der Sportmedizin* (S. 41-455). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Granacher, U. & Gollhofer, A. (2005). Neuromuskuläre Leistungsfähigkeit im Alter – Ein Überblick. *Krankengymnastik – Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 9 (?), 1316-1328.
- Grosser, M., Ehlenz, H. & Zimmermann, E. (1987). *Richtig Muskeltraining. Grundlagen und Trainingsprogramme* (3., durchges. Aufl.). München, Wien, Zürich: BLV Verlagsgesellschaft.
- Güllich, A. & Schmidtbleicher, D. (1999). Struktur der Kraftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (7+8), 223-234.

- Hagen, M., Böhm, H. & Brüggemann, G.-P. (2006). Das apparative Krafttraining der Dorsalflexoren zur Prävention von Shin Splints. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57 (11/12), 277-281.
- Häkkinen, K., Kraemer, W. J., Newton, R. U. & Alen, M. (2001). Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiologica Scandinavica*, 171, 51-62.
- Hartmann, J. & Tünnemann, H. (1990) *Das große Buch der Kraft. Bessere Form durch Krafttraining*. Berlin: Sportverlag.
- Hartmann, J. & Tünnemann, H. (1993). *Modernes Krafttraining*. Frankfurt/M: Ullstein.
- Hass, C. J., Garzarella, L., De Hoyos, D. V. & Pollock, M. L. (1998). Effects of training volume on strength and endurance in experienced resistance trained adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30 (Supplement to 5), 115.
- Hass, C. J., Garzarella, L., De Hoyos, D. V. & Pollock, M. L. (2000). Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. *Medicine and Science in Sports and exercise*, 32 (1), 235-242.
- Heiduk, R., Preuß, P. & Steinhöfer, D. (2002). Die optimale Satzzahl im Krafttraining: Einsatz- versus Mehrsatz-Training. *Leistungssport*, 32 (4), 4-13.
- Hemmling, G. (1994). *Anpassungen des neuromuskulären Systems an eine neuentwickelte Trainingsmethode* (1. Aufl.) (Berichte und Materialien des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, 5). Köln: Sport und Buch Strauss.
- Hettinger, T. (1964). *Isometrisches Muskeltraining*. Stuttgart: Thieme.
- Hohmann, A., Lames, M. & Letzelter, M. (2007). *Einführung in die Trainingswissenschaft* (4., überarb. und erweit. Aufl.). Wiebelsheim: Limpert.
- Hollmann, W. & Hettinger, T. (2000). *Sportmedizin: Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin* (4., völlig neu bearb. Aufl.). Stuttgart, New York: Schattauer.
- Hoeger, W. W. K., Barette, S. L., Hale, D. F. & Hopkins, D. R. (1987). Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum. *Journal of Applied Sport Science Research*, 1 (1), 11-13.
- 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.
- Hoff, J., Kähler, N. & Helgerud, J. (2006). Training sowie Ausdauer- und Krafttests von professionellen Fußballspielern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57 (5), 116-124.
- Hoffmann, J. R., Kraemer, W. J. & Fry, A. C. (1990). The effects of self-selection for frequency of training in a winter conditioning program for fottball. *Journal of Applied Sport Science Research*, 4 (3), 76-82.
- Horvat, M., Franklin, C. & Born, D. (2007). Predicting strength in high school women athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1018-1022.
- Huonker, M. (2004). Sekundärprävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaferkrankungen – Pathophysiologische Aspekte und Belastungssteuerung von körperlichem Training. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (5), 118-123.
- Jordan, A. & Linse, M. (2002). *Kräftigen und Dehnen*. Aachen: Meyer und Meyer.
- Kemmler, W., Lauber, D., Wasserman, A. & Mayhew, J. L. (2006). Predicting maximal strength in trained postmenopausal women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (4), 838-842.
- Kemmler, W., 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.
- Kieser, W. (1998). Wie viele Sätze beim Krafttraining. *Leistungssport*, 28 (3), 50-51.
- Kieser, W. (2004). *Die Seele der Muskeln. Krafttraining jenseits von Sport und Show*. Düsseldorf, Zürich: Patmos Verlag GmbH & Co. KG.
- Kim, P. S., Mayhew, J. L. & Peterson, D. F. (2002). A modified YMCA bench press test as a predictor of 1 repetition maximum bench press strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16 (3), 440-445.

- Kramer, J. B., Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Conley, M. S., Johnson, R. L., Nieman, D. C., Honeycutt, D. R. & Hoke, T. P. (1997). Effects of single vs. Multiple sets of weight training: impact of volume, intensity and variation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11 (3), 143-147.
- Komi, P. V. (1985). Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus bei Bewegungen mit sportlicher Leistung. In M. Bührle (Hrsg.), *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttraining. Bericht über ein internationales Symposium vom 6. bis 8. Okt. 1983 in Freiburg* (Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, 56) (S. 254-269). Schorndorf: Hofmann.
- Kovarik, J. (1991). Bemessung des Krafttrainings aufgrund des Zusammenhangs zwischen Belastung, Wiederholungen pro Serie und Serienzahl, *Leistungssport*, 21 (6), 49-51.
- Kraemer, W. J. & Häkkinen, K. (Ed.). (2002). *Handbook of sports medicine and science. Strength training for sport*. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- 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.
- Lagally, K. M., Amorose, A. J. & Rock, B. (2009). Selection of resistance exercise intensity using ratings of perceived exertion from the OMNI-RES. *Perceptual and Motor Skills*, 108 (2), 573-586.
- Lander, J. (1985). Maximum based on reps. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 6 (6), 60-61.
- Laube, W. (2005). Physiologie, Leistungsphysiologie, Pathphysiologie. In A. Hüter-Becker & M. Dölken (Hrsg.), *Biomechanik, Bewegungslehre, Leistungsphysiologie, Trainingslehre* (S. 127-292). Stuttgart, New York: Thieme.
- Lehnhard, R. A., Lehnhard, H. R., Young, R. & Butterfield, S. A. (1996). Monitoring injuries on a college soccer team: The effect of strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10, 115-119.
- Lemire, D., Abadie, B. R. & Daughtrey, C. (2000). Prediction of One-Repetition-Maximum (1-RM) strength in large muscle groups from a 4-6 RM and a 7-10RM submaximal strength test in healthy young adult men. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71 (Supplement to 1), 30-31.
- Letzelter, H. & Letzelter, M. (1993). *Krafttraining*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- LeSuer, D. A., McCormick, J.H., Mayhew, J.L., Wasserstein, R. L. & Arnold, M. D. (1997). The accuracy of prediction equations for estimating 1-RM performance in the bench press, squat and deadlift. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11 (4), 211-213.
- Levinger, I., Goodman, C., Hare, D.L., Jerums, G., Toia, D. & Selig, S. (2009). The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12 (2), 310-316.
- Löllgen, H. (2004). Das Anstrengungsempfinden (RPE, Borg-Skala). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (11), 299-300.
- Lombardi, V. P. (1989). *Beginning weight training*. Dubuque: W.C. Brown.
- Loosch, E. (1999). *Allgemeine Bewegungslehre*. Wiebelsheim: Limpert.
- Marées, H. de (2003). *Sportphysiologie* (Korr. Nachdruck der 9., vollst. überarb. und erweit. Aufl.). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (1993). *Handbuch Trainingslehre* (2., unveränd. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.
- 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. & Sieberger, J. (2003). Trainingseffekte im Kraftausdauertraining – zur Überprüfung der Wirkung unterschiedlicher Belastungsumfänge. *Leistungssport*, 33 (4), 19-22.
- Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (1993). *Handbuch Trainingslehre* (2., unveränd. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.
- Mayer, T. (2006). Trainingsgestaltung im Leistungsfußball – Wissenschaftliche Erkenntnisse vs. sportartspezifische Tradition. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57 (5), 132-137.

- Mayer, F., Gollhofer, A. & Berg, A. (2003). Krafttraining mit Älteren und chronisch Kranken. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (3), 88-94.
- Mayhew, J. L., Ball, T. E. & Arnold, M. D. (1989). Prediction of 1RM bench press from submaximal bench press performance in college males and females. *Journal of Applied Sport Science Research*, 3 (3), 73.
- Mayhew, J. L., Ball, T. E., Arnold, M. D. & Bowen, J. C. (1992). Relative muscular endurance performance as a predictor of bench press strength in college men and women. *Journal of Applied Sports Science Research*, 6 (4), 200-206.
- Mayhew, J. L., Clemens, J. C., Busby, K.L., Cannon, J. S., Ware, J. S. & Bowen, J. C. (1995). Cross validation of equations to predict 1-Rm bench press from repetitions to failure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27 (Supplement to 5) 209.
- Mayhew, J. L., Hill, S. P., Thompson, M. D., Johnson, E. C. & Wheeler, L. (2007). Using absolute and relative muscle endurance to estimate maximal strength in young athletes. *The International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2 (3), 305-314.
- 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., Prinster, J. L., Ware, J. S., Zimmer, D. L., Arabas, J. R. & Bemben, M. G. (1995). Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training levels. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35 (2), 108-113.
- Mayhew, J. L., Ware, J.S. & Prinster, J. L. (1996). Using lift repetitions to predict muscular strength in adolescent males. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15 (6), 35-38.
- McBride, T., Byrd, R., Newton, H., Chandler, T.J., O'Bryant, H.S., Conley, M.S., Stone, M.H., Fry, A.C., Pierce, K.C., Haff, G.G., Plisk, S., Koch, A., Ritchie-Stone, M., Hatfield, F., Wathen, D., Kirskey, K.B. & McBride, J. (1999). Strength training: Single versus multiple sets. *Sports Medicine*, 27 (6), 409-416.
- McLester, J. R., Bishop, J.P. & Guilliams, M. E. (2000). Comparison if 1 day and 3 days per week of equal-volume resistance training in experienced subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (3), 273-281.
- Moritani, T. (1994). Die zeitliche Abfolge der Trainingsanpassungen im Verlaufe eines Krafttrainings. In P. V. Komi (Hrsg.), *Kraft und Schnelkraft im Sport. Eine Veröffentlichung des IOC in Zusammenarbeit mit der FIMS* (S. 266-276). Köln: Deutscher Ärzte Verlag.
- Nóbrega, A. C. L., Paula, K. C. & Carvalho, C. G. (2005). Interaction between resistance training and flexibility training in healthy young adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (4), 842-846.
- O'Connor, B., Simmons, J. & O'Shea, P. (1989). *Weigth Training Today*. St. Paul: West Publishing.
- Olivier, N., Marschall, F. & Büsch, D. (2008). *Grundlagen der Trainingswissenschaft und -lehre* (Grundlagen der Sportwissenschaft, 3). Schorndorf: Hofmann.
- Pach, M. (1991). *Empirische Untersuchung zur Abgrenzung verschiedener Kraftausdauer fähigkeiten*. Dissertation, TU München.
- Park, J. S., Abadie, B. R. & Daughtrey, C. (2000). Prediction of One-Repetition-Maximum (1-RM) strength in small muscle groups from a 4-6 RM and a 7-10RM submaximal strength test in healthy young adult women. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71 (Supplement to 1), 32.
- 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.
- Philipp, M. (1999a). Einsatz-Training versus Mehrsatz-Training. Zur Kontroverse um die Satzzahl beim Krafttraining unter Berücksichtigung empirischer Evidenzen. *Leistungssport*, 29 (4), 27-34.
- Philipp, M. (1999b). Ein Satz genügt! Erfahrungen mit Mehrsatz- und Einsatz-Methoden im Krafttraining. *Leistungssport*, 29 (1), 26-28.

- Pincivero, D. M., Coelho, A. J. & Campy, R. M. (2003). Perceived exertion and maximal quadriceps femoris muscle strength during dynamic knee extension exercise in young adult males and females. *European Journal of Applied Physiology*, 89 (2), 150-156.
- Ploutz-Snyder, L. L. & Giamis, E. L. (2001). Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (4), 519-523.
- Pollock, M. L., Abe, T., De Hoyos, 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 (Supplement to 5), 116.
- Radlinger, L., Bachmann, W., Homburg, J., Leuenberger, U. & Thaddey, G. (1998). *Rehabilitatives Krafttraining. Theoretische Grundlagen und praktische Anwendungen*. Stuttgart, New York: Thieme.
- Reiser, M., Büsch, D. & Munzert, J. (2006). Optimierung der inter- und intramuskulären Koordination bei maximaler Kraftentfaltung durch Imagination von Muskelkontraktionen. *Bisp-Jahresbuch*.
- Remmert, H., Schischek, A., Zamhöfer, T. & Ferrauti, A. (2005). Zum Einfluss der Regenerationsdauer auf die Kraft- und Muskelmassenzunahme im Rahmen eines Einsatz-Hochintensitätstrainings (High Intensity Training). *Leistungssport*, 2, 15-19.
- Reuss-Borst, M., Hartmann, U. & Wentrock, S. (2008). Wirkungen eines sanften Gerätetrainings während stationärer Rehabilitation bei Patienten mit chronischem Rückenschmerz. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 59 (11), 263-267.
- Reynolds, J. M., Gordon, T. & 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., Alvar, B. A. & Burkett, L. N. (2002). Single versus multiple sets for strength: A meta-analysis to address the controversy. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73 (4), 485-488.
- 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 Sport and Exercise*, 35 (3), 456-464.
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Aaron, D. J., Gairola, A., Kowallis, R. A., Liu, Y., Randall, C. R., Tessmer, K. A., Schnorr, T. L., Schröder, A. E. & White, B. (2008). One repetition maximum prediction models for children using the OMNI RPE Scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (1), 196-201.
- Robinson, J. M., Stone, M. H., Johnson, R. L., Penland, C. M., Warren, B. J. & Lewis, R. D. (1995). Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power and high intensity exercise endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9 (4), 216-221.
- Röcker, L. & Stoboy, H. (1970). Die Beziehung zwischen Kraft und statischer Ausdauer unter Motivationsbedingungen. *Der medizinische Sachverständige*, 66 (7), 149-151.
- Scheid, V. & Prohl, R. (Hrsg.). (2003). *Trainingslehre* (8., völlig neu bearb. Aufl.). Wiebelsheim: Limpert.
- Schlumberger, A. (2006). Sprint- und Sprungkrafttraining bei Fußballspielern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57 (5), 125-131.
- Schlumberger, A. & Schmidtbleicher, D. (1999). Einsatz-Training als trainingsmethodische Alternative – Möglichkeiten und Grenzen. *Leistungssport*, 29 (3), 9-11.
- Schlumberger, A. & Schmidtbleicher, D. (2000). Anpassungen nach Krafttraining mit maximalen Lasten. *Sportwissenschaft*, 30 (3), 249-261.
- 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. (1984). Strukturanalyse der motorischen Eigenschaft Kraft. *Lehre der Leichtathletik*, 35 (30), 1785-1792.
- Schmidtbleicher, D. (1985). Diagnose des Maximal- und Schnellkraftverhaltens. In M. Bührle (Hrsg.), *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*. Schorndorf: Hofmann.

- Schmidtbleicher, D. (1994). Training in Schnellkraftsportarten. In P. V. Komi (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport. Eine Veröffentlichung der Medizinischen Kommission des IOC in Zusammenarbeit mit der FIMS*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Schnabel, G., Harre, D., Krug, J. & Borde, A. (Hrsg.). (2003). *Trainingswissenschaft: Leistung – Training – Wettkampf* (3. stark überarb. und erweit. Aufl). München: Sportverlag Berlin.
- Scholich, M. (1974). Kreistraining. Berlin: Sportverlag.
- Schröder, W., Harre, D. & Bauersfeld, M. (1986). Grundlagen und Methodik des Krafttrainings. In D. Harre (Gesamtred.), *Trainingslehre. Einführung in die Theorie und Methodik des sportlichen Trainings* (10., überarb. Aufl.) (S. 134-155). Berlin: Sportverlag.
- Shaw, C. E., McCully, K. K. & Posner, J. D. (1995). Injuries during the one repetition maximum assessment in the elderly. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 15 (4), 283-287.
- Shimano, T., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Volek, J. S. & Hatfield, D. L. (2006). Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (4), 819-823.
- Schwengel, 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.
- Siegrist, M., Lammel, C. & Jeschke, D. (2006). Krafttraining an konventionellen bzw. oszillierenden Geräten und Wirbelsäulengymnastik in der Prävention der Osteoporose bei postmenopausalen Frauen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57 (7/8), 182-188.
- Soares-Caldeira, L. F., Ritti-Dias, R. M., Okuno, N. M., Cyrino, E. S., Gurjao, A. L. & 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.
- Stadler, L. V., Stubbs, N. B. & Vukovich, M. D. (1997). A comparison of a 2-day and 3-day per week resistance training program on strength gains in older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29 (Supplement to 5), 254.
- Starkey, D. B., Pollock, M. L., Ishida, Y., Welsch, M. A., Brechue, W. F., Graves, J. E. & Feigenbaum, M. S. (1996). Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28 (10), 1311-1329.
- Steinacker, J.M., Liu, Y., Stilgenbauer, F. & Nething, K. (2004). Körperliches Training bei Patienten mit Herzinsuffizienz. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (5), 124-130.
- Steiner, R. (2003). Exzentrische Muskellarbeit – die unbekannte Seite unserer Bewegungen. *Therapeutische Umschau*, 60 (7), 425-429.
- Stegemann, J. (1977). *Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports* (2., überarb. und erweit. Aufl.). Stuttgart: Thieme.
- Stone, M. H., Plisk, S. S., Stone, M. E., Schilling, B.K., O'Bryant, H. S. & Pierce, K. C. (1998). Athletic performance development: Volume load – 1 set vs. multiple sets, training velocity and training variation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (6), 22-31.
- Szubski, C. (1999). Der Einsatz-Training versus Merhsatz-Training-Dogmatismus – Ein Beispiel für Glaubenslehren in der Trainingswissenschaft? *Leistungssport*, 29 (4), 35.
- Tidow, G. (1994). Lösungsansätze zur Optimierung des Schnellkrafttrainings auf der Basis muskelbiptischer Befunde. In R. Brack, A. Hohmann, & H. Wieland (Hrsg.), *Trainingssteuerung. Konzeptionelle und trainingsmethodische Aspekte* (S. 219-225). Stuttgart: Nagelschmidt.
- Tan, B. (1999). Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13 (3), 289-304.
- Tesch, P. A. Das Training im Bodybuilding. In P. V. Komi (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport. Eine Veröffentlichung des IOC in Zusammenarbeit mit der FIMS* (S. 365-373). Köln: Deutscher Ärzte Verlag.
- Verdik, L. B., Loon van, L., Meijer, K. & Savelberg, H. H. (2009). One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. *Journal of Sports Sciences*, 27 (1), 59-68.

- Vincent, K., De Hoyos, D., Garzarella, L., Hass, C., Nordmann, M. & Pollock, M. (1998). Relationship between indices of knee extension strength before and after resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30 (Supplement to 5), 163.
- Voos, N. J. de, Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinou, T. M., Orr, R. & Fiatarone Singh, M. A. (2008). Continuous hemodynamic response to maximal dynamic strength testing in older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89 (2), 343-350.
- Wanner, H.-U. (1985). Subjektive Einstufung der Belastung bei Ausdauerleistungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 36 (4), 104-112.
- Wathan, D. (1994). Load assignment. In T. R. Bachle & R. W. Earle (Ed.), *Essentials of Strength Training and Conditioning* (pp. 435-439). Champaign: Human Kinetics.
- Weineck, J. (2002). *Sportbiologie* (8., Aufl.). Balingen: Spitta.
- Weineck, J. (2004). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (14., Aufl.). Balingen: Spitta.
- Weineck, J. (2007). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (15., Aufl.). Balingen: Spitta.
- 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.
- Wirth, K. & Schmidtbleicher, D. (2004) Auswirkungen eines exzentrischen Krafttrainings mit supramaximalen Lasten auf Maximal- Schnell- und Explosivkraftverhalten. *Bisp-Jahresbuch: Forschungsförderung*
- 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.
- Wood, T. M., Maddalozzo, G. F. & Harter, R. A. (2002). Accuracy of seven equations for predicting 1-RM performance of apparently healthy, sedentary older adults. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 6 (2), 67-94.
- Zatsiorsky, V. M. (1996). *Krafttraining. Praxis und Wissenschaft*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Zatsiorsky, Wolkow & Kulik (1981). In L. P. Matwejew (Hrsg.), *Grundlagen des sportlichen Trainings*. Berlin: Sportverlag.
- Zimmermann, K. (1996). Präventives Muskeltraining – Bestimmungsaspekte und Methodenkennzeichnung. *Sportunterricht*, 45 (3), 102-108.



## 6. Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abb. 1: Strukturierung der Kraft nach den Kontraktionsformen .....                                           | 18 |
| Abb. 2: Struktur der motorischen Eigenschaft Kraft.....                                                      | 21 |
| Abb. 3: Zusammenhang der Ziele und Methoden des allgemeinen Krafttrainings.....                              | 23 |
| Abb. 4: Steigerung der Maximalkraft bis zur genetisch vorgegebenen Grenzkraft .....                          | 27 |
| Abb. 5: Die dimensionale Struktur der Schnellkraft .....                                                     | 29 |
| Abb. 6: Die dimensionale Struktur der Reaktivkraft.....                                                      | 31 |
| Abb. 7: Komponenten der Trainingsbelastung.....                                                              | 34 |
| Abb. 8: Reizintensitäts-Reizhäufigkeitskurve .....                                                           | 49 |
| Abb. 9: Die Abhängigkeit zwischen Lastgröße (in % des Maximums) und maximal möglicher Wiederholungszahl..... | 51 |
| Abb. 10: Maximal mögliche Wiederholungszahlen beim Bankdrücken mit 50% der Maximalkraft .....                | 72 |
| Abb. 11: Maximal mögliche Wiederholungszahlen beim Bankdrücken mit 70% der Maximalkraft .....                | 73 |
| Abb. 12: Maximal mögliche Wiederholungszahlen beim Bankdrücken mit 90% der Maximalkraft .....                | 74 |
| Abb. 13: Maximal mögliche Wiederholungszahlen beim Bankziehen mit 50% der Maximalkraft .....                 | 74 |
| Abb. 14: Maximal mögliche Wiederholungszahlen beim Bankziehen mit 70% der Maximalkraft .....                 | 75 |
| Abb. 15: Maximal mögliche Wiederholungszahlen beim Bankziehen mit 90% der Maximalkraft .....                 | 76 |

## 7. Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 1: Trainingsmethoden zur Verbesserung der Maximalkraft .....                                                                         | 26 |
| Tab. 2: Trainingsmethoden zur Verbesserung der Schnellkraft .....                                                                         | 29 |
| Tab. 3: Trainingsmethoden zur Verbesserung der Kraftausdauer .....                                                                        | 32 |
| Tab. 4: Tabelle zur Berechnung des h1-RM.....                                                                                             | 43 |
| Tab. 5: Intensitätsbereiche des intramuskulären Koordinationstrainings verschiedener Autoren .....                                        | 45 |
| Tab. 6: Intensitätsbereiche des Muskelaufbautrainings verschiedener Autoren .....                                                         | 47 |
| Tab. 7: Intensitätsbereiche des Kraftausdauertrainings verschiedener Autoren.....                                                         | 47 |
| Tab. 8: Zusammenhang zwischen Prozent des 1-RM und Wiederholungen.....                                                                    | 50 |
| Tab. 9: Zusammenhang zwischen Wiederholungen und Intensität des 1-RM verschiedener Autoren .....                                          | 54 |
| Tab. 10: Zusammenfassende anthropometrische Daten der Versuchspersonen.....                                                               | 64 |
| Tab. 11: Die ermittelten Werte des 1RM aller Probanden .....                                                                              | 65 |
| Tab. 12: Die berechneten Werte für 90, 70 und 50% des 1-RM aller Probanden.....                                                           | 66 |
| Tab. 13: Maximal mögliche Wiederholungszahlen bei unterschiedlichen Belastungsintensitäten (in Prozent) bezogen auf die Maximalkraft..... | 71 |
| Tab. 14: 15stufige RPE Skala nach Borg zur Erfassung des subjektiven Belastungsempfindens. ....                                           | 81 |
| Tab. 15: 7stufige Skala nach Buskies zur Erfassung des subjektiven Belastungsempfindens. ....                                             | 82 |

## 8. Anhang

### Lebenslauf

|                          |                            |                                                                                               |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Persönliche Daten        | <b>Name</b>                | Martin Heller                                                                                 |
|                          | <b>Akadem. Grad</b>        | Bakk. rer. nat.                                                                               |
|                          | <b>Geburtsdatum</b>        | 05.01.1984                                                                                    |
|                          | <b>Geburtsort</b>          | Mistelbach                                                                                    |
|                          | <b>Staatsangehörigkeit</b> | Österreich                                                                                    |
|                          | <b>Familienstand</b>       | ledig                                                                                         |
|                          | <b>Anschrift</b>           | Kurhausstraße 33<br>2222 Bad Pirawarth<br>Tel.: 0650/2245638<br>E-mail: hellermartin20@gmx.at |
| Schulische Ausbildung    | <b>1990 – 1994</b>         | Volksschule Bad Pirawarth                                                                     |
|                          | <b>1994 – 1998</b>         | Realgymnasium Gänserndorf                                                                     |
|                          | <b>1998 – 2002</b>         | BORG Mistelbach, Matura                                                                       |
| Bundesheer               | <b>2002 – 2003</b>         | Bolfras Kaserne Mistelbach                                                                    |
| Studium                  | <b>2003 – 2004</b>         | Studium Geschichte                                                                            |
|                          | <b>2004 - 2007</b>         | Bakkalaureatsstudium                                                                          |
| Sportwissenschaft        | <b>2007 - 2010</b>         | Magisterstudium Sportwissenschaft                                                             |
| Zusätzliche Ausbildungen | <b>Juli 2005</b>           | Nachwuchsbetreuer-Lehrgang<br>Fußball                                                         |
|                          | <b>August 2005</b>         | Schiedsrichterausbildung                                                                      |
|                          | <b>Dezember 2005</b>       | Begleitlehrer Snowboard                                                                       |
|                          | <b>Juni 2006</b>           | Jugendtrainer-Aufbau-Lehrgang<br>Fußball                                                      |

|                                             |                           |                                                                 |
|---------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                             | <b>September 2006</b>     | Landesverbandstrainer-Lehrgang<br>Fußball                       |
|                                             | <b>Mai 2007</b>           | Massage Grundausbildung                                         |
|                                             | <b>September 2007</b>     | Allgemeine Körperausbildung (Studio)                            |
| <hr/>                                       |                           |                                                                 |
| Tätigkeiten im Bereich<br>Sportwissenschaft | <b>Juli/August 2004</b>   | Kur- und Rehabilitationszentrum<br>Bad Pirawarth                |
|                                             | <b>Februar 2005</b>       | Kur- und Rehabilitationszentrum<br>Bad Pirawarth                |
|                                             | <b>Juli 2006</b>          | Diätcamp „Fit Statt Dick“ Pressbaum                             |
|                                             | <b>März bis Juni 2007</b> | Team Activities „Bereich Ballspiele<br>mit Schwerpunkt Fußball“ |
|                                             | <b>Juli 2007</b>          | Diätcamp „Fit Statt Dick“ Pressbaum                             |
|                                             | <b>März/April 2008</b>    | Kur- und Rehabilitationszentrum<br>Bad Pirawarth                |
|                                             | <b>seit August 2009</b>   | Vitalcoach bei Elixia Austria GmbH                              |
|                                             | <b>seit August 2010</b>   | Personaltrainer bei Holmes Place Wien<br>GmbH                   |

## **9. Erklärung**

„Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe, und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Diese Arbeit wurde daher weder an einer anderen Stelle eingereicht noch von anderen Personen vorgelegt.“