

# Evaluation zentraler Kriterien von funktionellem Training für die medizinische Trainingspraxis

## Bachelorarbeit

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
Departement Gesundheit - Institut für Physiotherapie  
Studiengang PT06

Verfasser	Michel Durán S90-708-496 Rötelstrasse 24 8006 Zürich	Beat Kind S03-256-229 Lindenstrasse 1 9555 Tobel
Betreuer	Arjen van Duijn	
Datum	19.06.09	

## Inhaltsverzeichnis

Abstract	01
Einleitung	02
1. Herleitung des Themas und Fragestellung	02
2. Ziel der Arbeit	03
3. Eingrenzung der Arbeit	03
4. Methode	04
Hauptteil	06
5. Ergebnisse	06
5.1. Systematisierung der Ergebnisse	06
5.2. Ergebnis-Matrix der einzelnen Kriterien	07
5.3. Ergebnis-Matrix der Kriteriengruppen	10
6. Evaluation der zentralen Kriterien für die medizinische Trainingspraxis	11
6.1. Definition von funktionellem Training in der Literatur	11
6.2. Spezifität	12
6.2.1. Energiespezifität	15
6.3. Stabilisation	16
6.3.1. Berücksichtigung der Muskelfunktion	17
6.3.2. Gelenkstabilisation	18
6.3.3. Rumpfstabilisation	19
6.4. Koordination und Sensomotorik	20
6.4.1. Bewegungslernen und Präzision	22
6.4.2. Nichtwiederholbarkeit einer Bewegung	23
6.4.3. Balance	25
6.5. Trainingsaufbau	26
6.6. Bewegungsgestaltung	29
6.7. Voraussetzungen und Rahmenbedingungen	31
6.8. Ergänzende Faktoren	33

7.	Theorie-Praxis-Transfer.....	36
7.1.	Funktionelles Training in den einzelnen Rehabilitationsphasen .....	36
7.1.1.	Entzündungsphase (1.– 5.Tag).....	37
7.1.2.	Proliferationsphase (5.–21.Tag).....	38
7.1.3.	Konsolidierungsphase (21.– 60.Tag) .....	39
7.1.4.	Remodellierungsphase (60.–360./500.Tag).....	41
7.2.	Progressionsmodell für funktionelles Training in der medizinischen Trainingspraxis .....	42
<b>Schlussteil</b> .....		<b>44</b>
8.	Zusammenfassung .....	44
8.1.	Ziel und Methode .....	44
8.2.	Ergebnisse .....	44
8.3.	Offene Fragen .....	47
<b>Literaturverzeichnis</b> .....		<b>49</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....		<b>54</b>
<b>Eigenständigkeitserklärung</b> .....		<b>55</b>
Anhang A.....		56
Anhang B.....		57

## Abstract

Funktionelles Training wird je nach Kontext unterschiedlich interpretiert. Bisher fehlen ein übergreifender Kriterienkatalog und ein Instrument zur Einordnung dieser Kriterien in den rehabilitativen Kontext. Entsprechend können einzelne Kriterien, Übungen oder Trainingsmethoden willkürlich und unwiderlegbar als funktionell bezeichnet werden. Dies erschwert nicht nur das Verständnis von funktionellem Training an sich, sondern sorgt für Unsicherheit in der Berufspraxis und in der Kommunikation unter Fachleuten. Durch eine systematische Literaturreview konnten wir Kriterien herausfiltern und evaluieren, welche als zentral für funktionelles Training betrachtet werden können. Darauf aufbauend haben wir ein Progressionsmodell für funktionelles Training in der medizinischen Trainingspraxis entwickelt. Ziel war es, ein übersichtliches Instrument zu erstellen, welches Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten sowie angrenzende Berufsgruppen dabei unterstützt, ein phasenspezifisch adäquates, funktionelles Training zu kreieren. Dies kann nicht nur zu mehr Sicherheit für die Therapeutinnen und Therapeuten führen, sondern auch zu ökonomischeren Abläufen in der therapeutischen Arbeit und letztlich zu einem optimalen Resultat in der individuellen Rehabilitation.

## Einleitung

### 1. Herleitung des Themas und Fragestellung

Ziel jeder orthopädischen und traumatologischen Rehabilitation ist das Erreichen bestmöglicher Funktion des Bewegungsapparates nach Operationen, sowie nach konservativ behandelten akuten oder chronischen Problemen.

Spezialisiert auf diese Art der Rehabilitation ist die Physiotherapie. Sie unterstützt durch therapeutische Massnahmen die optimale Wundheilung, fördert die Schmerzlinderung und nimmt Einfluss auf die Verbesserung konditioneller Grundfaktoren wie Koordination oder Kraft.

Die Wiederherstellung der Funktion ist nicht nur zentral in der Physiotherapie an sich, sondern muss als Leitgedanke auch im medizinischen Kraftaufbautraining berücksichtigt und stufengerecht umgesetzt werden. Funktionalität kann somit als übergreifende Maxime betrachtet werden, welche Einfluss auf alle Aspekte der Rehabilitation nimmt.

Funktionelles Training im Rahmen der medizinischen Trainingspraxis bildet einen wichtigen Eckpfeiler in der orthopädischen und traumatologischen Rehabilitation. Die Grundlagen eines allgemeinen, effektiven und zielorientierten Krafttrainings sind in der Trainingswissenschaft ausführlich erforscht und breit abgestützt in der entsprechenden Literatur erläutert. Allerdings fehlt nach unserem Wissen bisher eine einheitliche wissenschaftliche Definition und Verwendung von funktionellem Training, und je nach Literatur und Therapiekonzept finden sich Interpretationen von Funktionalität, welche unterschiedliche Aspekte in den Mittelpunkt rücken. Funktionelles Training wird als Begriff in verschiedenen professionellen Bereichen wie Rehabilitation, Fitness und Sport selbstverständlich verwendet, variiert aber offensichtlich in der Bedeutung. Dementsprechend wird funktionelles Training unterschiedlich verstanden und in der Praxis je nach Kontext, Berufsgruppe oder auch Institution (z.B. postoperative Schemata in der Orthopädie) unterschiedlich angewendet. Dies lässt viel Spielraum für individuelle Interpretationen und Unsicherheiten in der physiotherapeutischen Praxis. Zudem wäre ein einheitlicheres Verständnis von funktionellem Training auch sinnvoll im Hinblick auf zukünftige Studien, welche etwa den Outcome von Maschinentraining und funktionellem

Training vergleichen. Eine genauere Eingrenzung der notwendigen Kriterien könnte sowohl die Nachvollziehbarkeit wie auch die Vergleichbarkeit mit anderen Studien fördern.

Daraus ergibt sich für uns folgende Fragestellung: "Welche zentralen Kriterien von funktionellem Training müssen in der Praxis erfüllt werden, damit ein optimaler Nutzen in der medizinischen Trainingstherapie resultieren kann?".

## **2. Ziel der Arbeit**

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, essentielle Kriterien und übergreifende Rahmenbedingungen herauszufiltern, welche für eine optimale Umsetzung eines funktionellen Trainings in der Praxis berücksichtigt werden müssen. Weiterführend möchten wir diese Kriterien unter die bekannten Phasen der Rehabilitation einordnen und formulieren, wie sie in der Praxis innerhalb dieser Phasen sinnvoll umgesetzt werden können.

Wir wollen dazu ein übersichtliches Instrument erstellen, welches Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten sowie angrenzende Berufsgruppen dabei unterstützt, ein phasenspezifisch adäquates funktionelles Training zu kreieren. Damit sollen Denkprozesse und therapeutische Reflexion bezüglich essentieller Kriterien und Rahmenbedingungen gefördert werden. Dies kann nicht nur zu mehr Sicherheit für die Therapeutinnen und Therapeuten führen, sondern auch zu ökonomischeren Abläufen in der therapeutischen Arbeit. Eine solche Optimierung ist bedeutsam im Hinblick auf die realpolitischen Gegebenheiten im Klinikalltag und kommt nicht zuletzt auch den Patientinnen und Patienten und ihrer Rehabilitation zu Gute.

## **3. Eingrenzung der Arbeit**

Funktionelles Training wird in unserer Arbeit im Kontext von rehabilitativem Krafttraining und hauptsächlich in Bezug zur orthopädischen und traumatologischen Rehabilitation betrachtet. Auf funktionelles Training anderer Organsysteme z.B. im Rahmen der Atemtherapie wird hier nicht eingegangen. Ebenso werden der eigenständige Begriff der funktionellen Anatomie und seine Verwendung in der anatomischen Literatur als solcher nicht behandelt. Gleiches gilt für spezifische

Therapiekonzepte, welche den Begriff der Funktionalität als grundlegend verwenden (z.B. FBL, PNF). Ergänzende konditionelle Grundfaktoren neben der Kraft werden nur insofern in unsere Betrachtungen miteinbezogen, als sie relevant für den phasenspezifischen Aufbau des funktionellen Trainings sind. Ergänzende Themenbereiche werden unterstützend für bestimmte Aspekte integriert, können aber nicht vertieft betrachtet werden. So ist etwa motorisches Lernen eine wichtige Voraussetzung für Bewegung und somit auch immer Bestandteil jeder aktiven Rehabilitation. Es ist aber nicht möglich, im Rahmen dieser Arbeit auf die Mechanismen und Theorien von motorischem Lernen einzugehen. Ebenso werden wir der physiotherapeutischen Rehabilitation nachfolgende Perspektiven im sportspezifischen Aufbau und Techniktraining nicht genauer betrachten. Gleiches gilt für die Fragen bezüglich Unterschiede, resp. Vor- und Nachteile von funktionellem Training im Vergleich zu konventionellem Kraftaufbautraining an Geräten. Ebenfalls nicht erläutert werden hier Grundlagen der allgemeinen Trainingslehre oder von Nutzen und Methoden des Krafttraining. Dieses Fachwissen setzen wir als gegeben voraus.

#### **4. Methode**

Die Fragestellung haben wir durch eine systematische Literaturreview bearbeitet. Unsere Vorgehensweise wurde geplant und stufenweise umgesetzt. Ziel war es dabei, zentrale Kriterien eines funktionellen Kraftaufbautrainings nicht nur ausfindig zu machen, sondern auch in ihrem Kontext der Literatur bezüglich der Praxisrelevanz zu evaluieren.

In einer ersten Stufe haben wir uns mit der Festlegung eines zu untersuchenden Themas befasst und den ersten Entwurf einer konkreten Fragestellung formuliert. Die klare und definitive Eingrenzung des Themenbereichs war dabei noch nicht möglich. In der zweiten Stufe folgte eine ausgedehnte, aber dennoch gezielte Literaturrecherche in Bibliotheken, Datenbanken und im Internet. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf spezialisierten Bibliotheken für die Fachliteratur (z.B. Sportmediathek Magglingen, Bibliothek Careum Zürich) und Datenbanken für Studien und spezifische Artikel (z.B. Pedro, Pubmed, Sponet). Die Zeitspanne haben wir auf die letzten zehn Jahre beschränkt, und es war uns wichtig, ein ausgewogenes

Verhältnis zwischen Fachbüchern und Artikeln aus Fachzeitschriften zu gewährleisten. Eine systematische Begriffs- und Titelsuche in den Bibliothekskatalogen kombinierten wir mit Handsuche vor Ort. Datenbanken haben wir durch systematische Schlüsselwort-Suche in deutscher und englischer Sprache auf passende Texte gesichtet.

Der zentrale Suchbegriff "funktionelles Training" ergab in deutscher Sprache nur wenig Substantielles. Es war in der Folge notwendig, das Raster deutlich zu erweitern, auch weniger prägnante Begriffe mit einzubeziehen und in variablen Kombinationen zu verwenden. Eine detaillierte Übersicht der verwendeten Suchbegriffe und der dazugehörigen Datenbanken findet sich in Anhang A (S.56).

In der dritten Stufe haben wir die zusammengetragene Literatur grob kategorisiert und anschliessend evaluiert. Das Internet zeigte zwar ein breites Angebot zum Thema funktionelles Training, jedoch grösstenteils in Form von nicht wissenschaftlichen oder zu wenig referenzierten Artikeln. Entsprechend wurden Internetquellen zwar in den Prozess der thematischen Eingrenzung miteinbezogen, aber für die systematische Analyse ausgeklammert. Ebenfalls nicht verwendet wurden reine Opinion articles und Editorials. Von ursprünglich rund 160 Artikeln und Büchern haben wir nach der Evaluation noch rund 60 für den weiteren systematischen Prozess verwenden können.

In der vierten Stufe haben wir die Literatur auf unsere Fragestellung hin bearbeitet und rückkoppelnd auch die Themeneingrenzung konkretisiert. Der eigentliche Analyseprozess führte über Textreduktion. Dabei wurden relevante Kriterien entsprechend unserer Fragestellung eruiert, im Kontext zusammengefasst und so übergreifende Aspekte und Kategorien extrahiert.

Im fünften Schritt haben wir die Ergebnisse der systematischen Analyse evaluiert, wo notwendig interpretiert und in Zusammenhang zu bekannten Elementen der therapeutischen Rehabilitation gesetzt. Dabei war es essentiell, den Transfer in die Praxis zu gewährleisten, indem wir Richtlinien für funktionelles Training erstellten, welche einerseits auf unserer Analyse basieren und andererseits mit den bekannten Phasen der physiotherapeutischen Rehabilitation verknüpft sind.



## Hauptteil

### 5. Ergebnisse

#### 5.1. Systematisierung der Ergebnisse

Ziel der systematischen Analyse war es, Kriterien herauszufiltern, welche durch die Autoren explizit oder aus dem Kontext heraus als zentral für Funktionalität im Zusammenhang mit Kraftaufbautraining angesehen werden. Dabei haben wir im Verlauf der Textreduktion Kategorien erstellt, unter die Begriffe mit einer hohen Deckungsgleichheit eingeordnet wurden. Die Zuteilung erfolgte nach Bedeutungsgleichheit und nicht nach Wortgleichheit. So wurden etwa auch Nennungen wie Tiefensensibilität oder Eigenwahrnehmung dem Kriterium Propriozeption zugeteilt. Häufige Nennung eines Begriffs innerhalb eines Textes führte nicht automatisch zur Berücksichtigung als zentrales Kriterium. Erst bei ausdrücklicher Erwähnung der Wichtigkeit oder bei herausragender Bedeutung im sichtbaren Kontext haben wir ein Kriterium als erfüllt betrachtet. Von den 60 bearbeiteten Fachbüchern (28) und Artikeln (32) lieferten insgesamt 43 zuteilbare Kriterien. Die so gewonnenen Daten haben wir alphabetisch und inhaltsbezogen nach Autor (Vgl. Anhang B, S.57) wie auch in einer Kriterien-Matrix tabellarisch dargestellt. Schliesslich haben wir die einzelnen Kriterien zu spezifischen Gruppen zusammengefasst, um zentrale Aspekte zu verdeutlichen. In den nachfolgenden Kapiteln gehen wir ausführlich auf die einzelnen Kriterien und deren Relevanz in Abhängigkeit zur praktischen Umsetzung eines funktionellen Kraftaufbautrainings in der physiotherapeutischen Rehabilitation ein.







### 5.3. Ergebnis-Matrix der Kriteriengruppen

Nennungen

<b>Spezifität</b>	Spezifität ADL oder Sport	34
	Energiespezifität	2
<b>Stabilisation</b>	dynamische Stabilisation (posturale Kontrolle)	17
	optimale Rumpfstabilisation	8
	optimale Gelenkstabilisation	3
<b>Koordination und Sensomotorik</b>	Betonung von Koordination	14
	Betonung von Balance	9
	Betonung von Propriozeption	8
	Betonung des Bewegungslernens	8
	Präzision der Bewegungskontrolle	4
	optimaler sensorischer Input	3
	Förderung ökonomischer Bewegung	1
<b>Trainingsaufbau</b>	Progression	12
	phasenspezifischer Aufbau	9
	dynamischer Aufbau	9
	adäquate Belastung	2
<b>Bewegungsgestaltung</b>	multiplanare Bewegungen	9
	mehrgelenkige Bewegungen	9
	Bewegung nicht Muskel trainieren	4
	Bewegung in kinetischer Kette	3
	Ganzkörperbewegungen	3
	komplexe Bewegung	3
	Bewegung in stehender Position	3
<b>Voraussetzungen und Rahmenbedingungen</b>	Betonung des Assessments	10
	optimale Muskelfunktion und ROM	10
	Integration anderer konditioneller Grundfaktoren	7
	ergänzende therapeutische Massnahmen	6
	angepasste Tests	6
<b>ergänzende Faktoren</b>	optimale Gelenksfunktion	4
	Betonung von Tempo oder Timing	8
	Berücksichtigung externer Variablen	6
	variable Unterlagen	6
	Bewegung in geschlossener Kette	6
	Betonung der Belastungsvariation	6
	Beschleunigung und Abbremsen	3
	Betonung von Richtungen	3
	Betonung von FROM	3
	Betonung exzentrischer Kontraktion	3
	Vielfältigkeit	3
	Plyometrie	2
	multisensorielle Beanspruchung	2
	Bewegung in offener Kette	2
	eingelenkige Bewegungen	2
Sicherheit	1	

## **6. Evaluation der zentralen Kriterien für die medizinische Trainingspraxis**

### **6.1. Definition von funktionellem Training in der Literatur**

Funktionalität einer Bewegung oder funktionelles Training an sich wird in der bearbeiteten Literatur meist gar nicht definiert, sondern nur umschrieben. Trotzdem werden die Begriffe wiederholt und übergreifend verwendet. "All exercises should be designed with the function in mind." (Bernier, Sieracki & Levy, 2000, S.38). Sie werden mitunter auch verwendet, um andere Begriffe zu erläutern. "Rehabilitation has been described as the restoration of optimal form and function." (Glasgow, 2007, S.10). Funktionalität bleibt somit Interpretationssache.

Konkrete Definitionen sind sehr selten und unterschiedlich in Fokus und Ausführlichkeit. So meint Boyle (2004, S.1) "Function is, essentially, purpose. Functional training can therefore be described as purposeful training." Diese Definition ist insofern nicht hilfreich, als sie einen zu erklärenden Begriff mit einem anderen austauscht. Denn wenn funktionell gleich zweckmässig ist, was bedeutet dann zweckmässig? Andere Autoren knüpfen die Funktion an Aktivität. "Simply put, function is the outcome of any activity." (Gotlin, 2008, S.2). Führt man diesen Gedanken linear weiter, so wäre jede Art von Training, unabhängig von dessen Gestaltung, bereits in sich funktionell, weil Aktivität ausgeführt wird. Sipe (2007), S.53) bringt neben physischer Aktivität einen weiteren Faktor ein. "Function can generally be defined as the ability to perform physical tasks." Er verknüpft somit die Aktivität mit einer Aufgabe. Mullin (2000, S.28) führt in dieselbe Richtung, wenn er schreibt: "Function is defined as the specific, natural, or proper action of an activity." Auch wenn er seinerseits wiederum Begriffe verwendet, welche in sich nicht klar sind, so bringt er doch mit der Spezifität ein wichtiges Element ein, welches für funktionelles Training zentral ist.

## 6.2. Spezifität

Spezifität zeigt sich in der untersuchten Literatur als das mit Abstand wichtigste Kriterium für funktionelles Training. Für die meisten Autoren ist es somit klar, dass Funktionalität immer in Bezug zu einer spezifischen Aufgabe zu sehen ist. Funktionelles Training (Liebenson, 2002, Functional Exercises) ist darauf ausgelegt, die individuelle Leistungsfähigkeit in Bezug auf Alltagsanforderungen (ADL, activities of daily living), berufliche Anforderungen (DE, demands of employment) und Anforderungen von Sport- und Freizeitaktivitäten (SRAs, sports and recreational activities) zu verbessern. "Specificity of training is the basis on which the functional program is designed and can be accomplished by incorporating activities in the exercise regimen that resemble those performed by the athlete in his or her respective sport, activity or vocation." (MacLean et. al., 2001, S35). Ziel ist es, für die Patientinnen und Patienten diejenigen Funktionen (wieder) herzustellen, welche für sie spezifisch im Alltag oder Sport wichtig sind und von ihr als zentral angesehen werden im Hinblick auf ein positives Resultat der Rehabilitation. "Functional training is oriented towards the patient's goals." (Liebenson, 2006, Functional Training for Performance Enhancement, S.206). Spezifität muss also sowohl bezüglich der individuellen Beanspruchung als auch der individuellen Ziele berücksichtigt werden. "Therefore, the training regime must be both patient specific and injury specific." (MacLean et. al., 2001, S.34). Hedin (2002) betont den entscheidenden Grundgedanken, dass ein funktionelles Training immer der Alltagssituation der Patientin oder dem Patienten angepasst sein soll. Dabei müssen die weiteren systemischen Interaktionen beachtet und einzelne Körperteile in einen funktionellen Zusammenhang gesetzt werden. Die Patientin oder der Patient als Ganzes steht also im Mittelpunkt.

Dies ist auch bezüglich der Diskussion um Funktionalität an sich interessant. Denn hiermit wird Funktionalität nicht an eine bestimmte Bewegung oder Übung gekoppelt, welche man unter bestimmten Aspekten als funktionell erachten kann, sondern ist jeweils abhängig vom Individuum an sich. Ob eine Übung funktionell ist oder nicht, hängt nicht von der Übung ab, sondern vor allem von den Eigenschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Person, welche die entsprechende Übung

ausführen soll oder will, und den Anforderungen an diese Person in Alltag, Beruf oder Sport (Wydra, 2000).

Spezifität ist ein Begriff, welcher in der Trainingslehre bekannt ist und beschreibt, in welcher Form sich Beanspruchung und Adaption bedingen. Trainingsanpassungen sind limitiert in Bezug auf deren Spezifität. Der Körper passt sich genau dieser Spezifität an, auf die er trainiert wird. "Specificity involves selecting specific exercises to elicit specific results." (Gambetta, 2007, S.75). Dies bedeutet, er passt sich innerhalb der vorgegebenen Rahmenbedingungen wie Ausgangsstellung und Endstellung (ASTE/ESTE), der dazugehörigen Range of Motion (ROM) und dem entsprechenden Tempo an und tut dies so ökonomisch wie möglich. Diese Art der Anpassung wird beschrieben durch das SAID-Prinzip. "SAID is an acronym for specific adaption to imposed demands. The SAID principle states that when the body is subjected to stresses and overloads of varying intensities, it will gradually adapt over time to overcome whatever demands are placed on it." (Prentice, 2006, S.90)

Einfach zusammengefasst lässt sich das Prinzip reduzieren auf "You are what you train to be." (Gambetta, 2007, S.75). Wenn somit ein Fussballer in der Zwischensaison Ballett übt, wird er seine konditionellen Faktoren spezifisch innerhalb dieser Beanspruchung trainieren. Selbst wenn er sich nun in den Ballett-spezifischen Aufgaben etwa bezüglich Halten des Gleichgewichts verbessert, kann er nicht davon ausgehen, dass er in den Fussball-spezifischen Gleichgewichtsaufgaben auch besser wird. "Functional training prepares an athlete for his or her sport. It does not use one sport to train an athlete for another sport." (Boyle, 2004, S.2).

Damit wird bereits impliziert, dass ein Training nur dann funktionell ausgerichtet ist, wenn es den individuellen Anforderungen in Bezug auf bestimmte Aufgaben möglichst genau entspricht. So ist etwa ein Training der geraden Bauchmuskulatur in Rückenlage nicht funktionell, wenn im Alltag die Rumpfmuskulatur häufig stehend, stabilisierend und mit Rotationsbewegungen belastet wird. Der gerade Bauchmuskel kann zwar durch das liegende Training in zweidimensionaler Belastung kräftiger werden, aber der Transfer dieser gewonnenen Kraft in eine andere Aufgabe wie dreidimensionale Beanspruchung und zusätzlich anderer ASTE wird somit noch nicht zwangsläufig gewährleistet. "[...] training for peak performance of an activity is quite task specific. Training for peak performance, through repetition and practice,



achieved better outcomes than the indirect method of strengthening muscles in a non-task related manner." (Krebs, Scarborough & McGibbon, 2007, S.101). Entsprechend ist eine wichtige Bedingung für ein optimales funktionelles Training, bereits so früh wie möglich die Aufgaben (Tasks) aus den spezifischen Anforderungen abzuleiten. "In this regard it is important from day one of care to identify the "functional and points of care" and establish a plan of treatment designed to achieve those goals". (Liebenson, 2002, Functional Exercises, S.109). Voraussetzung, um eine Übung spezifisch gestalten zu können, ist ein tieferes Verständnis der biomechanischen Zusammenhänge einer Bewegung. Es ist möglich, dass gewisse Übungen zwar ähnlich aussehen wie eine angestrebte Bewegung, in ihrer Konsequenz jedoch nicht spezifisch sind. Wenn z.B. ein Handballer Wurfübungen auf den Knien absolviert, um die Armkraft zu verbessern, wird dabei die kinetische Kette, welche im Spiel aktiv sein muss, unterbrochen und nicht im Zusammenspiel trainiert. Nicht nur die dynamische Stabilisationsaufgabe verändert sich signifikant, sondern zwangsläufig auch das Muster der Bewegung. Zudem kann die Übungsausführung zu vermehrten Belastungen auf Schultergürtel und Rumpf führen und mit Sicherheit werden sich auch Rhythmus und Timing der Bewegung verändern. Übungen müssen folglich im Vergleich zur ADL oder sportspezifischen Aufgabe so deckungsgleich wie möglich gestaltet werden. Dies gilt grundlegend für alle beteiligten Konditionsfaktoren.

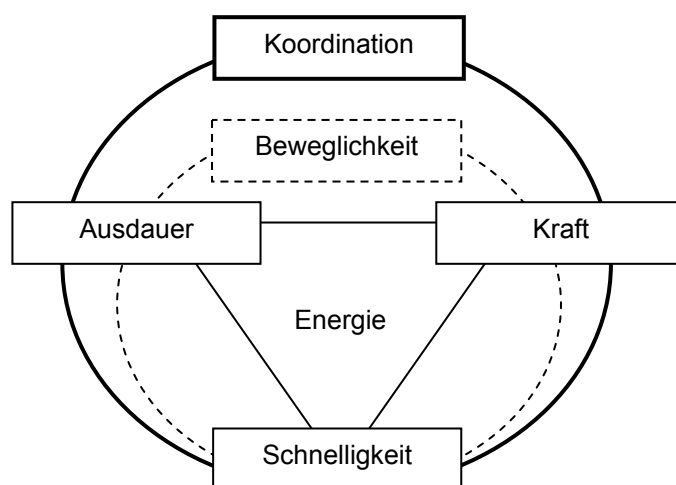


Abb.1. Abhängigkeiten der konditionellen Grundfaktoren,  
modifiziert nach Hegner, Hotz, & Kunz (2005, S.56)

Die Bewegung muss räumlich, zeitlich, dynamisch bzw. statisch der motorischen Aufgabe entsprechen (Lenhart & Seibert, 2001). "The more similar the exercise is to the actual activity (position, whole body coordination, speed, resistance, etc.) the greater the likelihood that improvements in function at home, sports or work will occur. This is known as the transfer-of-training effect." (Liebenson, 2006, Functional Training for Performance Enhancement, S.206)

Das Prinzip der Spezifität gilt für ADL und Sport gleichermaßen. Viele ADL beinhalten grundlegende Elemente, welche sich auch in sportspezifischen Ansprüchen wiederfinden:

- Auf den Körper einwirkende Schwerkraft und Bodenreaktionskraft
- Kräfteübertragung über verschiedene Segmente des Körpers
- Multiplanare Bewegungsaufgaben
- Stabilisation und Kontrolle der eigenen Körpermasse und möglicher Zusatzgewichte über dem Schwerpunkt
- Repetitive Bewegungshandlungen
- Dynamische Kraftentwicklung und Kraftspitzen
- Erlernte Bewegungsmuster oder Bewegungsstrategien

Somit können sportspezifische Aufgaben als ADL auf höherer Beanspruchungsstufe bezeichnet werden, wobei jedoch die grundlegenden Überlegungen dieselben bleiben.

### **6.2.1. Energiespezifität**

Spezifität gilt grundsätzlich auch für physiologische Aspekte einer Aufgabe. "Emphasis is placed on matching the neuromuscular and physiologic demands of the exercise with the demands of the athlete's sport." (Borsa, Sauers & Lephart, 1999, S.362). Damit müssen auch die spezifischen Formen der Energiebereitstellung innerhalb des Trainings berücksichtigt werden. "[...] care should be taken to ensure that the correct energy system is being trained and that adequate time is allowed for recovery and physiological adaptation." (Glasgow, 2007, S.15).

Viele ADL-Aktivitäten sind im Gesamtüberblick repetitiv und könnten entsprechend als Kraftausdaueraktivitäten fehlinterpretiert werden. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass Bewegungsabläufe zwar mehrmals ausgeführt werden, jedoch erstens

nicht bei gleich bleibendem Tempo oder Kraftaufwand in allen Phasen der Bewegung und zweitens nicht ohne Spannungsveränderung innerhalb der beteiligten Muskulatur. Entsprechend sind viele ADLs und noch mehr sportspezifische Aufgaben nicht linear, sondern "stop and go". Berücksichtigt man das Gesagte, so relativiert sich der traditionelle Trainingsansatz der muskulären Ausbelastung innerhalb eines Übungssatzes ohne Spannungsunterbruch und bei gleich bleibendem Tempo im Hinblick auf die geforderte Funktionalität.

### **6.3. Stabilisation**

Stabilisation nimmt im funktionellen Training bei vielen Autoren eine wichtige Rolle ein. "Was heute in ein zeitgemässes und funktionelles Training bewusst einbezogen werden muss, ist die stabilisierende Muskulatur." (Albrecht, 2006, S.1).

Stabilität ist notwendig, damit Gelenkbewegungen kontrolliert und in der gewünschten Form ausgeführt werden können. Stabil darf hier nicht mit statisch verwechselt werden. Es handelt sich bei der Stabilität um ein dynamisches Konzept, welches sich abhängig von posturalen Anpassungen bei Schwerpunktverlagerungen und externen Krafteinwirkungen verändert (Borsa et. al., 1999). Stabilität – insbesondere des Rumpfs – bildet eine wichtige Grundlage für hohe Kraftentwicklung in den Extremitäten (Willardson, 2007). Für Bizzini (2000) kommt es nicht nur darauf an, im Training die Propriozeption und Sensorik zu nutzen, sondern Stabilisation als Aufgabe der Koordination zu verstehen und gleichzeitig in funktionellen Zusammenhängen zu denken. Verschiedene Muskeln haben verschiedene funktionelle Aufgaben und sind entsprechend auch physiologisch unterschiedlich aktiv. "In other words, stability [...] is not only dependent on muscular strength, but also proper sensory input that alerts the central nervous system about interaction between the body and the environment, providing constant feedback and allowing refinement of movement." (Akuthota, Ferreiro, Moore & Fredricson, 2008, S.39). Funktionelles Kraftaufbautraining muss verschiedene Elemente von Stabilität berücksichtigen und integrieren. Dabei muss ein Gleichgewicht gefunden werden zwischen signifikantem Trainingsreiz für die bewegende Muskulatur und genügender lokaler Stabilität innerhalb der kinetischen Ketten. "The key is to find an exercise which allows functional loading of the kinetic chain in a "stable" manner. Stable

means with good equilibrium or control of the body's center of mass over a stable base of support" (Liebenson, 2003, S.111). Funktionelle Übungen müssen der posturalen Kontrolle der Patientinnen und Patienten angepasst sein. Mögliche Ausweichbewegungen, weiterlaufende Bewegungen und Schlüsselpunkte für Verlust der posturalen Kontrolle und Stabilisation müssen bereits vor der Übung definiert und während der Übungsausführung kontrolliert werden. "Functional training constantly and continuously challenges a joint's ability to withstand mechanical shocks and movements without becoming displaced." (Radcliff, 2007, S.6).

### 6.3.1. Berücksichtigung der Muskelfunktion

Die Skelettmuskulatur kann in lokale und globale Muskeln eingeteilt werden. Globale Muskeln sind häufig mehrgelenkig, liegen oberflächlich und sind Bewegler. Die Muskeln des lokalen Systems liegen meist gelenknah und sind nicht im üblichen Sinn trainierbar. Sie reagieren auf tiefe Reize und sind zuständig für die Gelenkstabilisation (Egli, Hegner, Hunziker & Weber, 2007, S.8). "Local and global musculatures work together to create dynamically stable and functionally efficient multiplanar movements [...]." (Faries et. al., S.21).

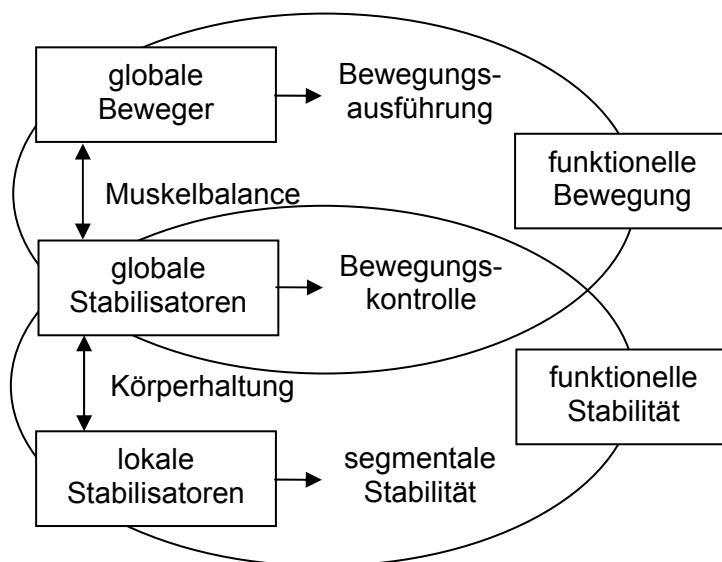


Abb.2. Globales und lokales Muskelsystem,  
modifiziert nach Diesbergen (2006, S.138) und Albrecht (2003, S.51)

Entsprechend dem SAID-Prinzip müssen die unterschiedlichen Muskeln auch entsprechend ihrer spezifischen Aufgaben trainiert werden. Aufgrund ihrer funktionellen Verknüpfung ist es aber notwendig, dies in gegenseitiger Abhängigkeit innerhalb einer Aufgabe zu tun. Dabei führt der Weg von innen nach aussen. "Training focuses on optimizing the function of the local system before emphasizing movements that utilize the global system." (Faries et. al., S.17).

Der Körper bewegt sich systemisch. Dies bedeutet, dass von aussen betrachtet z.B. ein Armheben sichtbar wird, dieses aber nur durch ein komplexes Zusammenspiel von stabilisierenden und bewegenden Elementen erreicht werden kann. Sowohl Stabilisation als auch Bewegung sind dynamisch. Bei einem Bewegungsablauf werden kinetische Kräfte über mehrere Gelenke und Gewebestrukturen weitergeleitet. Um diese Kräfte zielgerichtet und ökonomisch umsetzen zu können, muss das Zusammenspiel zwischen stabilisierenden und bewegenden Aspekten optimal aufeinander ausgerichtet werden. "When the system works as it should, the result is proper force distribution and maximum force generation with minimal compressive, translational, or shearing forces at the joints of the kinetic chain." (Akuthota et. al., 2008, S.39).

### **6.3.2. Gelenkstabilisation**

Gelenke verfügen sowohl über statisch als auch dynamisch stabilisierend wirkende Elemente. Dem lokalen Muskelsystem kommt die Aufgabe zu, ein Gelenk während einer Bewegung in der neutralen Gelenkzone aktiv zu stabilisieren. "So, "stability" describes the ability of the body to control the whole range of motion of a joint so there is no major deformity, neurological deficit, or incapacitating pain." (Faries & Greenwood, 2007, S.11). Durch eine Berücksichtigung der lokalen Muskulatur im funktionellen Training können zwar ineffiziente oder pathologische passive Strukturen wie etwa laxe Bänder nicht direkt verändert, aber funktionell durch die Optimierung der dynamisch stabilisierenden Muskelaktivität unterstützt werden. (MacLean & Taunton, 2001).

### 6.3.3. Rumpfstabilisation

Der Rumpf bildet für den Körper das Fundament für die Kraftentwicklung der oberen und unteren Extremitäten und muss bei funktionellem Kraftaufbautraining berücksichtigt werden. "The core is the foundation for all movement patterns and acts as a connection for the upper body to the lower extremities." (Mullin, 2000, S.29). Eine Mehrzahl der Muskeln, welche über das Kniegelenk zieht, hat ihren Ursprung am Becken. Eine Rumpfmuskulatur, welche ihrer geforderten Stabilisationsaufgabe innerhalb einer komplexen Bewegung nicht genügend nachkommt, kann zu Problemen führen. Da sowohl Becken und Wirbelsäulenposition durch sie beeinflusst werden, kann dies dazu führen, dass Kräfte vermehrt unphysiologisch auf beteiligte Gelenke und Gewebestrukturen wirken (z.B. Landung nach einem Sprung bei aufgehobener Lendenlordose und valgusierenden Knien). "Training with movements that constantly attend to proper posture, balance, stability and mobility (range of motion throughout the prescribed movement) will also involve the core, therefore almost all of the functional training performed by athletes is "core" training." (Radcliff, 2007, S.10). Rumpfstabilität ist in der funktionellen Bewegung ein wichtiges Element. Wenn wir den Rumpf als Zylinder betrachten, so wird dieser oben durch den Brustkorb begrenzt, welcher funktionell mit dem Schultergürtel verbunden ist und somit auch unmittelbar Einfluss auf die Funktion der oberen Extremitäten nimmt. Gegen unten wird der Zylinder durch das Becken begrenzt. Dieses beeinflusst die Stellung der Wirbelsäule gegen oben und beeinflusst die Funktion der unteren Extremitäten ebenfalls unmittelbar. "The lower extremities are extremely important for coordinated rotation. Flexion angles, movements, and weight shifting will directly affect the forces on the spine." (Hammann, 2000, S.23).

Auch Verbesserungen bezüglich Stabilität sind trainingsspezifisch. Im Sinne der Progression kann es sicher sinnvoll sein, in einem ersten Schritt mit Patientinnen und Patienten das Aktivieren der tiefen rumpfstabilisierenden Muskulatur in Rückenlage zu üben. Die selektive Wahrnehmung und Ansteuerung von Muskeln des lokalen Systems ist wichtig als Voraussetzung für den weiteren Transfer in spezifischere Aufgaben. Der Mensch bewegt sich auf zwei Beinen, somit muss der Transfer eines sinnvollen Trainings der Rumpfstabilisation letztlich in den Stand führen. "Finally, there should be transitioning to the standing position, facilitating functional movement

exercises that promote balance and coordination of precise movement. The goal of advanced core stabilization is to train functional movements rather than individual muscles." (Akuthota et. al., 2008, S.41).

Kraftübungen auf einem Sitzball sind häufig charakterisiert durch vorwiegend isometrische Muskelaktivität des Rumpfs bei tiefen Lasten und kontinuierlicher Spannungsdauer. Diese Art der statischen Rumpfstabilität ist aber nicht immer alltagsnah und nur selten sportspezifisch, womit ein solches Training sogar kontraproduktiv wirken kann (Willardson, 2007).

#### **6.4. Koordination und Sensomotorik**

Funktionelle Bewegungen haben zum Ziel, die intermuskuläre Koordination und das Zusammenspiel von Agonist und Antagonist zu verbessern, die Bewegungsökonomie zu optimieren sowie Propriozeption und Körperwahrnehmung zu fördern (Van den Berg, 2003). Dabei müssen immer auch die technischen Fertigkeiten und koordinativen Fähigkeiten des Übenden mit berücksichtigt werden (Wydra & Winchenbach, 2004).

Funktionelle Kraftübungen sollten darauf abzielen, das Nerv-Muskel-Zusammenspiel zu optimieren und Bewegungen zu automatisieren (Gotlin, 2008). Selbst wenn wir uns Bewegungsaufgaben bewusst sein können – ich möchte z.B. etwas vom Boden aufheben – ergibt sich die Erfüllung der Aufgabe wie von selbst. Dies bedeutet, dass der Körper die Bewegung ausführt, wir uns der Bewegungsaspekte im Ablauf aber nicht bewusst sind. Wir haben ein passendes Muster gespeichert und dieses wird umgesetzt. Das Gehirn lernt Bewegung somit durch die Entwicklung von bestimmten motorischen Programmen. "Improving the way the body develops motor programs and helping the neuromuscular system operate to its highest potential require conditioning the neural network through repeated functional movements. Conditioning the nervous system through repetitive functional movements improves the feedback of proprioceptors to the muscles in the body." (Gotlin, 2008, S.4).

ADL beinhalten vielfach multiplanare Bewegungsaufgaben ohne externe Führung oder Stabilisation in offener Umgebung. Dies stellt komplexe Ansprüche an das sensomotorische System. Sensitive Feedbackmechanismen sind ebenso essentiell wie schnelle und optimale motorische Anpassungen. Verschiedene Untergründe,

variabler sensorischer Input der Umgebung oder Objektinteraktionen sorgen für sich immer wieder verändernde Aufgaben. Nur schon die ständig einwirkende Gravitationskraft sorgt dafür, dass unsere Balance stets gestört wird. Entsprechend sollte funktionelles Training auf diese Abhängigkeiten ausgerichtet sein. "Modern functional training does not artificially direct the patient's movements, but trains patients to control typical movements that they perform against gravity [...]" (Liebenson, 2006 Functional Training for Performance Enhancement, S.206). "Functional training intentionally incorporates balance and proprioception (body awareness) into training." (Boyle, 2004, S.2).

Selbst wenn das Grundprogramm für eine Funktion adäquat sein kann (z.B. Gehen auf festem Untergrund ohne Hindernisse in einem geschlossenen, übersichtlichen Raum), so führt eine Veränderung der Ausgangslage (z.B. ein Hindernis) auch zu einer neuen Aufgabe, zu der womöglich noch kein passendes Programm besteht, welches als Muster abgerufen werden kann. Zwar sind wir in der Lage, eine Strategie zu entwickeln, um unser Bewegungsziel zu erreichen, aber ob diese Strategie effizient, ökonomisch und im Hinblick auf Belastung und allfällige pathologische Muster sinnvoll ist, kann damit noch nicht gesagt werden. Entsprechend muss die Bewegungsaufgabe im funktionellen Training in Anlehnung an das SAID-Prinzip auch bezüglich koordinativer und propriozeptiver Beanspruchung möglichst optimal gestaltet werden. "Thus the common pathway of care must ultimately include controlled challenges of the motor control system in activities which mimic the ADLs, DE, or SRAs of the individual." (Liebenson, 2002, Functional Exercises, S.109).

Eine Bewegung stets in derselben Form auszuführen kann zwar spezifische Muster prägen, fördert aber nicht unbedingt dynamische Lösungsstrategien in ähnlichen Situationen. Zudem sind monoton-repetitive Bewegungsabläufe meist nicht motivationsfördernd, was wiederum einen Einfluss auf den Lerneffekt haben kann. Unterscheidbare Übungsausführungen im Hinblick auf ein Ziel führen hingegen zu Vergleichsmöglichkeiten und Referenzerfahrungen; dies wird auch als Differenzierung bezeichnet. Indem eine gewisse Bandbreite für die Richtigkeit einer Bewegung zugelassen wird, also ein funktionelles Spektrum vorgeben wird, erhöht sich der Handlungsspielraum der Patientinnen und Patienten. Das eigene Körperempfinden und das Bewegungsgefühl werden dabei durch variationsreiches



und gezieltes Wiederholen einer Bewegung gefördert. Dabei kann es auch Sinn machen, Patientinnen und Patienten bewusst die Grenzen dieser funktionell zulässigen Range spüren zu lassen (z.B. beim Balancetraining). Diese Erfahrung wirkt unterstützend bei der folgenden Ausrichtung innerhalb der vorgegebenen Bewegungsbandbreite. Die Grenzen bilden die Referenzpunkte für das Soll. Ziel ist es, die kognitive und sensorische Steuerung zu verbessern. Somit wird Üben zu Wiederholen, ohne aber genau das Gleiche zu tun (Hegner et. al., 2005, S.123). Dieses Prinzip der "Repetition ohne Repetition" wird in Referenz an seinen Begründer auch als Bernstein-Prinzip bezeichnet.

#### **6.4.1. Bewegungslernen und Präzision**

Sensomotorische Kontrolle ist notwendig für jegliche Aktivität und erlaubt es dem Menschen, willkürlich Bewegungen zu initiieren und durchzuführen, Positionen zu halten und auf Störungseinflüsse zu reagieren. "[...] research revealed a strong relationship between proprioceptive acuity and functional performance in healthy." (Borsa et. al., 1999, S.363).

Das motorische Lernen ist ein wichtiger Teil des funktionellen Trainings und sollte stufengerecht aufgebaut werden. Motorische Kontrolle und Stabilisation haben zum Ziel, die veränderten Muster der Muskelaktivierung wieder in die optimale Richtung zu bringen und somit das koordinative Zusammenspiel der motorischen Einheiten innerhalb des Muskels (Rekrutierung, Frequentierung und Sequenzierung) und zwischen den an einer Aufgabe beteiligten Muskeln zu verbessern. "Motor control stability training seeks to retrain muscles with a predominantly stabilising role, to work more effectively in order to facilitate automatic efficient movement and has a key role to play in the restoration of function an the prevention of recurrence." (Glasgow, 2007, S.13).

Beim Bewegungslernen ist es wichtig, dass die spezifischen Zielmuskeln auch wirklich wie angestrebt gut aktiviert werden können und kompensatorische Muster vermieden werden. Nur so kann in der nachfolgenden Stufe auf dieser Grundlage aufgebaut werden. Dabei sollte so früh wie möglich der Fokus auf die spezifische Aufgabe gelegt werden, und die motorische Kontrolle und die Stabilisation in Positionen (ASTE/ESTE) gefördert werden, welche in der als Ziel definierten

Aufgabe vorkommen. Bereits hier können durch die Betonung der Bewegungspräzision Grundlagen für einen optimalen Transfer gelegt werden. "It is essential that perfect technique and correct limb alignment are maintained during all exercises and that emphasis is placed on powerful, efficient and safe movements. It is also imperative that once technique fails the exercise is stopped." (Glasgow, 2007, S.15).

#### 6.4.2. Nichtwiederholbarkeit einer Bewegung

Optimale Stabilisationsfähigkeit und ökonomisches Bewegungsverhalten erfordern eine koordinierte Zusammenarbeit zwischen Bewegungsapparat und Steuerungssystem. Diese Interaktion ist nicht nur in sich geschlossen dynamisch, sondern auch abhängig von verschiedenen körperinternen und -externen, systemischen Variablen.

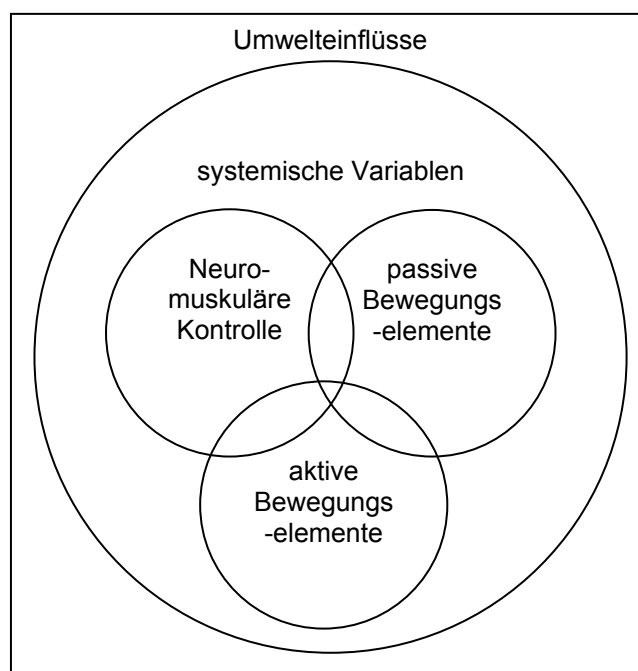


Abb.3. Abhängigkeiten des Bewegungssystems

Exemplarisch können hier etwa der Einfluss von Hormonen, die Voraussetzung bezüglich Energieverfügbarkeit oder die aktuelle psychische Verfassung genannt werden. Allein schon aufgrund dieser wechselnden Grundbedingungen innerhalb des Körpers wird klar, dass eine Bewegungsaufgabe zwar immer wieder bewältigt

werden kann, jedoch genau betrachtet nie unter denselben Voraussetzungen. Allein schon das kognitive Bewusstsein über den Ablauf der gerade ausgeführten Bewegung hat wiederum Einfluss auf die nächstfolgende.

Es wird ersichtlich, dass eine Bewegung unabhängig von der Art der kinetisch Kette eine komplizierte Aufgabe darstellt. Es erfordert komplexe Interaktion verschiedener Systeme um Bewegungsmöglichkeiten mit vielen Freiheitsgraden kontrolliert und zielgerichtet umzusetzen. Dabei sind Bewegungen auch immer von inneren, äusseren und reaktiven Kräften abhängig, welche nur bedingt vorhersehbar und praktisch nicht beherrschbar sind.

In der logischen Konsequenz führen Veränderungen dieser Einflussfaktoren auch zu veränderten Bedingungen für eine Bewegungsaufgabe und somit zu einer veränderten Bewegung. "Jede einzelne Muskelkontraktion wirkt sich auf die Koordination der Gesamtbewegung des Körpers aus." (Neumaier, 2003, S.28). Somit kann keine Bewegungsausführung unter genau denselben Bedingungen durchgeführt werden, sondern nur unter annähernd denselben. Es gibt entsprechend keine identischen Bewegungen, sondern nur in Bezug auf eine Aufgabe ähnliche (Akuthota et. al., 2008). "Auch bei beabsichtigter Wiederholung der gleichen Bewegung existiert eine gewisse Bewegungsvervariabilität aufgrund zahlreicher Freiheitsgrade der Bewegungskoordination (für die Ganzkörperbewegung werden 240 Freiheitsgrade angegeben)." (Schönborn, 2006, S.36). Diese Tatsache wird auch als das Prinzip der Nichtwiederholbarkeit einer Bewegung bezeichnet. Aus diesem Prinzip lassen sich für ein funktionelles Training relevante Punkte ableiten.

Auch ein optimal gestaltetes funktionelles Training kann immer nur eine Annäherung an eine bestimmte Zielhandlung darstellen. Verknüpft man diese Erkenntnis mit den Überlegungen zum motorischen Lernen, so darf im funktionellen Training nicht die möglichst identische Repetition einer Aufgabe das Ziel sein, sondern "mehrfach den Lösungsprozess jener Aufgabe zu wiederholen." (Schönborn, 2006, S.36).

### 6.4.3. Balance

Die Schwerkraft ist eine Grösse, welche ständig auf den Menschen und seine Bewegung einwirkt. Sie sorgt dafür, dass sich der menschliche Körper häufig in einem labilen Gleichgewicht befindet (z.B. im Stehen), in welchem er regulatorisch für Ausgleich und Schwerpunktsverlagerung sorgen muss. "Maintaining balance is a fundamental component of performing nearly every physical movement." (Ruiz & Richardson, 2005, S.50). Um eine Bewegung ausführen zu können, muss ein relativ stabiles statisches Gleichgewicht (z.B. angelehnter Sitz) aufgegeben werden und in eine Situation des Ungleichgewichts überführt werden (z.B. zum Glas auf dem Tisch nach vorne greifen). Dieses Ungleichgewicht muss nun mit Muskelaktivität kompensiert und in einem kontrollierbaren Rahmen gehalten werden (posturale Kontrolle). "Dieser Zustand des kontrollierten "Ungleichgewichts" oder "labilen Gleichgewichts" wird auch als dynamisches Gleichgewicht bezeichnet." (Neumaier, 2003, S.30). Die Sicherung oder Wiederherstellung des Gleichgewichts ist somit ein fortlaufender Regulationsprozess, grundlegendes Element jeder Bewegung und Voraussetzung für Präzision. "Die Gleichgewichtskontrolle ist ein nicht herauslösbarer Bestandteil der Bewegungsfertigkeit und ohne die konkrete Bewegungsaufgabe nicht verständlich. Gleichgewicht, Haltung und Bewegung werden gemeinsam als funktionale Einheit geplant und ausgeführt, d.h. koordiniert." (Neumaier, 2003, S.50). Die Kontrolle des dynamischen Gleichgewichts ist somit hochgradig bewegungsspezifisch und sollte entsprechend auch so trainiert werden.

Balance wird erreicht durch das Zusammenspiel von drei Systemen - visuell, vestibulär und somatosensorisch. "Balance involves a state of constant motion. It requires constant postural corrections to keep the center of gravity over the base of support." (Bernier et. al., 2000, S.38). Der somatosensorische Input erfolgt über Mechanorezeptoren in Bändern, Sehnen, Muskeln und Haut, insbesondere von Fuss und Sprunggelenken. Bei Ausfall eines der drei beteiligten Systeme müssen die noch verbleibenden kompensieren. Dies bedeutet, dass bei geschlossenen Augen das System deutlich mehr vom propriozeptiven Input abhängt. Da unser Körper grundlegend immer auf die systemische Wiederherstellung bedacht ist, wird auch diesbezüglich eine neuromuskuläre Adaption stattfinden. Entsprechend macht es Sinn, im therapeutischen Aufbau Balanceübungen regelmässig zu steigern bis zur

Durchführung mit geschlossenen Augen. Dabei ist jedoch nicht das Ziel, Balance als Selbstzweck per se zu verbessern. Die Patientin oder der Patient soll die Fähigkeit steigern, Bewegungsveränderungen in Fuss und Sprunggelenken wahrzunehmen und auf diesen afferenten Input mit angepasster posturaler Korrektur zu reagieren. Erst die Verknüpfung von allgemeiner Fähigkeit mit spezifischer Funktion und Aufgabe macht aus einem Training ein funktionelles Training. "Balance is not an isolated quality, but underlies our capacity to undertake a wide range of activities that constitute normal daily life. Together, the postural and equilibrium components of balance ensure stability of the body during different activities." (De Bruin & Murer, 2006, S.119).

Gleichgewicht als konditionelle Teilkomponente der Koordination lässt sich sinnvoll auf labilen Unterlagen trainieren. Dabei können sowohl Verbesserungen der statischen Balance wie auch der posturalen Kontrolle erzielt werden. "Dynamic balance is the ability to anticipate changes in balance and coordinate muscle activity to maintain stability." (De Bruin & Murer, 2006, S.119). Allerdings darf auch hier die Spezifität nicht ausser Acht gelassen werden. So sind statische Balanceübungen nicht geeignet und wirken im Transfer nicht, wenn die sportspezifischen Aufgaben eine komplexere Balance erfordern. Es macht somit nur wenig Sinn, einen Rugby-Spieler in der sportspezifischen Reha-Phase regelmässig auf einen Kreisel zu stellen, aber keine Sprünge, abrupte Richtungswechsel oder Störungen des Gleichgewichts durch starke externe Krafteinwirkungen in das Programm einzubauen (Willardson, 2007).

## **6.5. Trainingsaufbau**

Zentrale Elemente eines Trainingsaufbaus im funktionellen Krafttraining sind Progression und Phasenspezifität.

Die spezifische funktionelle Wiederherstellung führt über die bekannten Phasen der Rehabilitation, welche nicht direkt als Teil eines funktionellen Kraftaufbautrainings betrachtet werden können, jedoch wichtige Grundvoraussetzungen bilden für die erfolgreiche Umsetzung desselben. Dabei stehen die individuellen Patientinnen und Patienten im Zentrum und die Ausrichtung der Planung ist komplett von ihren Zielen, Bedürfnissen und Voraussetzungen abhängig. "The progression of activity during

rehabilitation must be dedicated by the specific injury, individualized to the athlete, and accomplished without significant pain." (Kovaleski, Kovaleski & Pearsall, 2006, S.54). Aufbauprogramme müssen sowohl progressiv, dynamisch wie auch abgestimmt auf die funktionellen Bedürfnisse der Patientin oder des Patienten gestaltet werden. "Exercises in a rehab protocol fall along a functional continuum." (Bernier et. al., 2000, S.38).

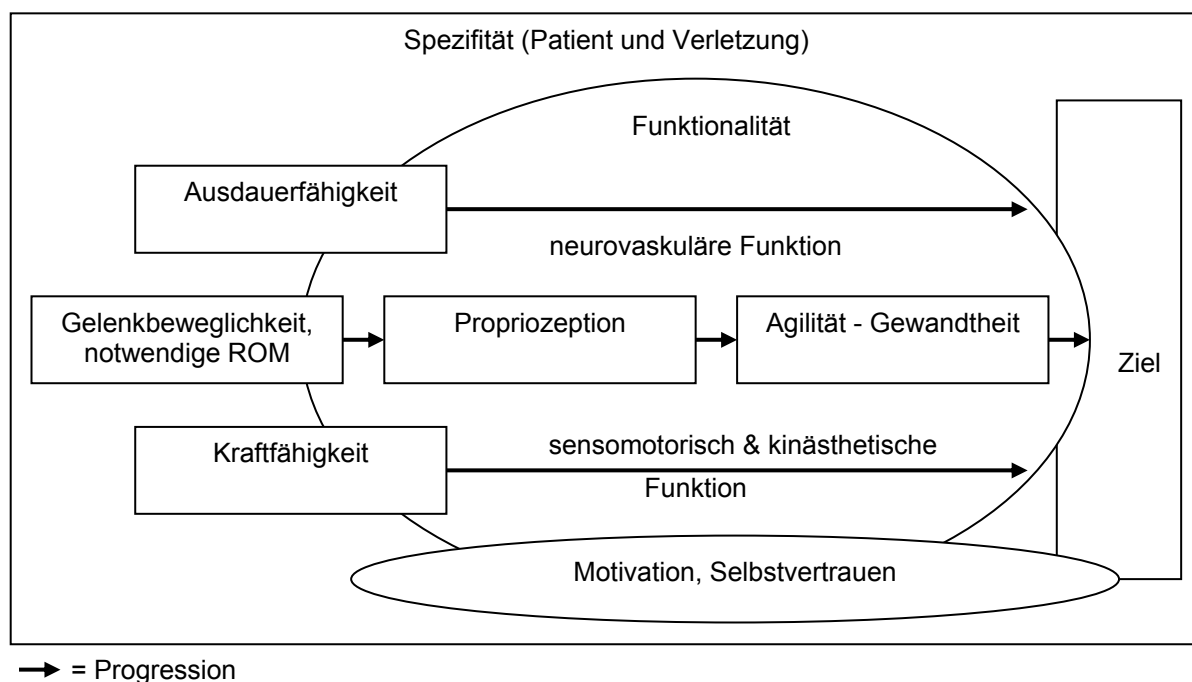


Abb.4. Grundlagen der Progression im funktionellen Training für die Rehabilitation

Dies bedeutet, dass je nach wechselnder Situation der Einflussfaktoren Übungen oder Trainingseinheiten so aufgebaut sein müssen, dass im besten Fall Progression, falls notwendig auch kurzfristig Degression möglich ist. Die Anpasstheit der Aufgabe ist für einen Trainingserfolg zentral. Im Praxisbezug bedeutet dies nichts anderes, als dass die tagesaktuellen Voraussetzungen der Patientinnen und Patienten immer wieder aufs Neue evaluiert werden müssen. "Because change is constant, coaches must learn to manage change." (Gambetta, 2007, S.7). Dasselbe gilt für Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten. Auch wenn beispielsweise in der letzten absolvierten Trainingseinheit eine messbare Steigerung erreicht werden konnte, so kann dies nicht für die bevorstehende Einheit angenommen werden.

Therapeutinnen und Therapeuten müssen entsprechend Progressions- und Degressionsmöglichkeiten einer Übung oder einer Trainingseinheit vorausplanen und nötigenfalls adäquat umsetzen können. Natürlich streben wir grösstmögliche Progression im Rahmen vorbestimmter Bedingungen im Hinblick auf ein festgelegtes Ziel an. Um dies optimal erreichen zu können, muss die Planung – unabhängig davon ob kurz-, mittel-, oder langfristig – mit dem Grundgedanken der Progression gestaltet werden. Dabei sollten neben der Trainingsplanung begleitende therapeutische Massnahmen mit in Betracht gezogen werden, welche dabei helfen, die notwendigen Voraussetzungen zu schaffen, welche komplexere Bewegungsaufgaben ermöglichen (Akuthota et. al., 2008).

Es gibt keinen optimal programmierbaren Verlauf, der für alle Patientinnen und Patienten gleichermassen stimmen kann, auch wenn dies durch die spezielle Ausgabe bestimmter Heilungs- und Übungsschemata in verschiedenen Kliniken suggeriert wird. "The progression from simple to more complex tasks should be based on patient performance rather than on time factors." (MacLean et. al., 2001, S.34).

Allenfalls lassen sich im Wissen um die spezifischen Heilungsphasen Richtwerte für die Planung erstellen. Richtigerweise muss eine individuell-progressive funktionelle Rehabilitation von Patientin zu Patient variieren und den einzelnen Aspekten wie Aufgaben, Fähigkeiten und Heilungsverlauf optimal Rechnung tragen. "Therefore it may be beneficial to consider rehabilitation in terms of the appropriate integration and progression of the following five broad categories: sensorimotor training, motor control stability training, strength training, range of motion (ROM) enhancement, fitness/endurance training." (Glasgow, 2007).

Jedes funktionelle Rehabilitationsprogramm muss auf dem fundamentalen Verständnis der Verletzung, den daraus folgernden konditionellen Limitierungen, den kardiovaskulären Defiziten und den spezifischen Zielen der Patientinnen und Patienten basiert sein. Dabei muss die Rehabilitation als andauernder Prozess der Re-Evaluation betrachtet werden und das Programm somit dynamisch, offen und flexibel gestaltet werden. Jede Komponente des funktionellen Trainings muss ein spezifisches Zwischenziel ansteuern, welches die Patientinnen und Patienten dem langfristigen Ziel näher bringt. "Functional progression is defined as a succession of

activities that simulate actual motor and sport skills necessary to perform athletic endeavors safely and effectively." (Mullin, 2000, S.30).

Bei der Konzeption einer Trainingsplanung müssen die grundlegenden Trainingsprinzipien von adäquatem Belastungsreiz, progressiver Belastung, Variabilität und Spezifität berücksichtigt werden. "Functional activities should follow a logical progression from simple to complex skills, slow to fast speeds, short to longer distances or duration, and light to heavy resistance." (Kovaleski, Kovaleski & Pearsall, 2006, S. 54). Konkret müssen Kontraktions- und Übungsform definiert werden und es muss festgelegt werden, welche Belastung in welchem Tempo über welche Zeiteinheit und über welche Range of Motion umgesetzt werden soll. Dabei muss auch immer wieder überprüft werden, ob die aktuellen konditionellen Voraussetzungen der Patientin oder des Patienten auch wirklich den angestrebten Anforderungen entsprechen.

## **6.6. Bewegungsgestaltung**

Funktionalität ist wie andere Faktoren auch von der Spezifität abhängig. Entsprechend hat sich eine funktionelle Bewegung an einer spezifischen Bewegungsaufgabe auszurichten. Die meisten ADL oder Sportaktivitäten zeigen komplexe Bewegungsmuster. "Essentially movement is triplanar (that is, involving in three planes), usually in diagonal rotational patterns." (Gambetta, 2007, S.25). Häufig beinhalten Trainingsprogramme Übungen, welche einzelne Muskelgruppen zwar gezielt belasten, aber nicht zwangsläufig spezifische Anforderungsmuster imitieren. "Many exercises are performed in ways which "isolate" problem areas, but do not mimic the actual way the individual uses their muscles." (Liebenson, 2002, Functional Exercises, S.108). Solche Übungen können zwar je nach Stadium der individuellen Fitness oder je nach Rehabilitationsphase (noch nicht optimale Koordinationsfähigkeit für komplexere funktionelle Aufgaben) wichtige Zwischenstationen bilden, sind aber nicht der Endpunkt einer funktionellen Verbesserung. Komplexe Bewegungen bedingen entsprechende Bewegungsabläufe im funktionellen Training um einen Transfereffekt zu ermöglichen. Funktionelles Training ist somit nicht darauf ausgerichtet einzelne Muskeln, sondern Bewegungen zu trainieren. "The muscles are the slaves of the brain. The brain does not recognize



isolated muscles; it recognizes patterns of movement in response to sensory input from the environment." (Gambetta, 2007, S.24).

Funktionelle Kraftübungen sollten Bewegungen in allen drei Bewegungsebenen beinhalten. "Functional training is best described as a continuum of exercises that teach the athletes to handle their own body weight in all planes of movement." (Boyle, 2004, S.3). In der modernen Zivilisation sind sitzende, oft gleichförmige und über längere Zeit ohne Pausen oder Positionsveränderungen vorkommende Alltagsaktivitäten häufig. Es gibt am Schreibtisch nur reduziert multiplanare Bewegungen, welche dann selten über grosse Bewegungsradien reichen. Betrachtet man die Bewegungsmöglichkeiten, welche unsere Körperstruktur vorgibt, so kommt dies einer Selbstlimitierung der Bewegungskapazität gleich und ist somit funktionell nicht sinnvoll. Leider erlauben aber auch viele der bekannten Krafttrainingsmaschinen nur isolierte Bewegungen in einer Bewegungsebene und unterstützen so diese künstlichen Limitierungen. Funktionelle Bewegungen sollten alle Bewegungsebenen, aktive Rumpfstabilisation und dynamische Rumpfkontrolle einbeziehen. Der Rumpf ist die Verbindungsstelle zwischen unteren und oberen Extremitäten und als solche auch ein zentrales Element für die Kräfteübertragung der kinetischen Ketten. Dabei ist der Rumpf in seiner Aufgabe meist ebenfalls dreidimensional gefordert. "[...] 3-D movements in functional activities are the rule." (Liebenson, 2002, Functional Training, S.248).

Viele globale Bewegungen verlaufen mehrgelenkig. Sie sind entsprechend für eine Kraftübertragung über mehrere Bewegungssegmente zuständig. Mehrere mehrgelenkige Muskeln agieren innerhalb eines Bewegungsablaufs zusammen mit den Stabilisatoren als Synergisten, bedingen sich gegenseitig und bilden kinetische Ketten. "The body is a linked system, and movement involves the timing of the movement of the links of the kinetic chain." (Gambetta, 2007, S.4). Funktionelles Training sollte entsprechend mehrgelenkige Bewegungen vorziehen, wobei der Fokus auf Koordination und Stabilisation in der Bewegung gelegt werden muss. Wenn möglich sollten auch Bewegungsabläufe gewählt werden, welche den ganzen Körper miteinbeziehen und stehend ausgeführt werden können. "Nearly all functional activities involve the whole body. Therefore, functional training should also involve the entire locomotor system" (Liebenson, 2002, Functional Training, S.248).

## 6.7. Voraussetzungen und Rahmenbedingungen

Für die Konzeption und Durchführung eines funktionellen Kraftaufbautrainings in der Rehabilitation müssen grundlegende Voraussetzungen erfüllt sein. Ein vertieftes Verständnis der anatomischen Strukturen und biomechanischen Zusammenhänge bezüglich Bewegung und Belastung sind notwendig. Ergänzend muss möglichst klar sein, welche Verletzungs- oder Verschleissmechanismen zum aktuellen Problem geführt haben und welche prädisponierenden und perpetuierenden Faktoren bestehen. Physiologische Kenntnisse über die einzelnen Phasen der Wundheilung oder chronische Schmerzmechanismen müssen ebenfalls vorausgesetzt werden können. Es muss erkannt werden, welches leistungsspezifische Anforderungsprofil erreicht werden soll. Wenn die Patientin oder der Patient beispielsweise angibt, wieder Fussball spielen zu wollen, so muss die Therapeutin oder der Therapeut die Leistungs- und Belastungskomponenten dieser Sportart herausfiltern und auf die speziellen konditionellen Voraussetzungen projizieren können. "When designing a rehabilitation program it is imperative that the injury is viewed in terms of its functional consequences as related to the specific sport or event of the athlete." (Glasgow, 2007, S.10).

Der Aufbau der Therapie orientiert sich immer am definierten Endziel – "begin with the end in mind." (Liebenson, 2002, Functional Exercises, S.109). Dabei können funktionelle Tests wichtige Anhaltspunkte darüber geben, wo angesetzt werden muss. Zwar können auch isolierte Muskellängentests und Krafttests Defizite aufzeigen, dies bedeutet aber noch nicht, dass so getestete eher kurze oder abgeschwächte Strukturen auch zwangsläufig im funktionellen Ablauf einer Bewegung das entscheidende Glied der kinetischen Kette bilden. "[...] clinical decision making regarding finding the "key dysfunction link" in the kinetic chain." (Liebenson, 2002, Functional Exercises, S.110). Um spezifische Bewegungsaufgaben ausführen zu können, müssen Nerven, Muskeln und Gelenke innerhalb einer sich gegenseitig bedingenden und beeinflussenden Reaktionskette zusammenarbeiten. Innerhalb dieser Reaktionskette kann es zu Problemen bezüglich der zu vollführenden Bewegung kommen, wenn ein Kettenglied z.B. durch zu wenig Beweglichkeit oder Kraftverlust eingeschränkt ist. "Changing the mechanics of the system will most likely change the neuromuscular recruitment patterns." (King,

2000, S.6). Daraus resultiert eine Herabsetzung oder gar ein Verlust der qualitativ richtigen Bewegungsausführung, was in der Folge zu negativen motorischen Mustern oder kombiniert mit Belastungselementen zu Verletzungen führen kann (Gotlin, 2008). Um ein funktionelles Training optimal gestalten und den Zielen, Bedürfnissen und allfälligen Einschränkungen der Patientinnen oder Patienten anpassen zu können, ist es somit notwendig, das Schlüsselement der kinetischen Kette einer Bewegung zu identifizieren, welches limitierend auf die Bewegungsausführung wirkt. Dies können je nach Pathologie der Patientin oder des Patienten mehrere Elemente sein. Im Assessment müssen die funktionellen Limitierungen in Bezug auf die spezifischen Anforderungen eruiert werden. "A thorough musculoskeletal examination should be performed to identify each patient's unique functional limitations" (Brumitt, 2008, S.38). Dabei sollte auf standardisierte und valable Tests zurückgegriffen werden, welche auch für weitere Re-Tests der funktionellen Kapazität benutzt werden können. Ableitend von den angegebenen Einschränkungen müssen die verantwortlichen pathologischen Strukturen identifiziert werden. "Once the patient's activity intolerances are identified, then it is necessary to find the functional pathology which is responsible for them. The object is to focus on the source of biomechanical overload which can cause perpetuate symptoms in the pain generating or injured tissue." (Liebenson, 2003, S.21). Im weiteren Verlauf sollten diese Problembereiche, welche für die Verschiebung von Bewegungsmustern weg von der optimalen Ausführung verantwortlich sind, mit ergänzenden therapeutischen Massnahmen angegangen werden. Mögliche funktionell-biomechanisch relevante Defizite sind Muskelschwäche, eingeschränkte Range of Motion, Bildung von Narbengewebe oder verminderte sensomotorische Kontrolle. "Small limitations in ROM can have profound effects on technique and biomechanical efficiency resulting in altered proprioceptive input and adoption of aberrant motor patterns." (Glasgow, 2007, S.14).

Inaktivitätsperioden haben auch innert kürzester Zeit einen negativen Einfluss auf die kardiorespiratorische Funktionseinheit der Patientin oder des Patienten. Dies wiederum beeinflusst die Energiebereitstellung in der Muskulatur und muss bei der Planung eines funktionellen Kraftaufbautrainings ebenfalls berücksichtigt werden. Es muss auch hier identifiziert werden, was für ein Beanspruchungsprofil die als Ziel

definierten Aufgaben mit sich bringen in Bezug auf die Herz-Kreislaufbelastungen und die Energiebereitstellung in den passenden Systemen. Treppensteigen benötigt energetisch eine andere Kapazität als Spazieren. Sprinter absolvieren ihre Systembelastung hauptsächlich in einem anderen Energiebereitstellungsbereich als Halbmarathonläufer.

Messinstrumente sind wichtig, um Veränderungen im Verlaufe der funktionellen Rehabilitation dokumentieren zu können. Verlaufszeichen und Messparameter müssen nicht nur bei den einzelnen Behandlungen eingesetzt und überprüft werden, sondern sollen auch in Ausrichtung auf ein bestimmtes Fernziel festgelegt werden. "Assessement of outcome must be performed repeatedly at specific intervals during the course of the rehabilitation program and should include both subjective and objective data." (Borsa, et. al., 1999, S.366). Im funktionellen Training sollten möglichst spezifische Tests eingesetzt werden, um Trainingsfortschritte dokumentieren zu können. "Tests should be adapted to be as [...] specific as possible." (Altamirano et. al., 2007, S.37).

### **6.8. Ergänzende Faktoren**

Kraftfähigkeit ist nicht nur die Fähigkeit der Skelettmuskulatur, Energie mechanisch umzusetzen, sondern beinhaltet weitere wichtige Faktoren, welche auch im funktionellen Kraftaufbautraining beachtet werden müssen. Funktionelle Kraftübungen müssen auch externe Einflüsse wie Schwerkraft und Reaktionskräfte integrativ berücksichtigen (Gotlin, 2008). Kraftumsetzung kommt als Resultat verschiedener Parameter zustande. Eine Kraftleistung ist immer auch abhängig vom Tempo, resp. der Fähigkeit des neuromuskulären Systems, innerhalb bestimmter Zeitbereiche Kraft zu entwickeln, und auch von der energetischen Situation, in welcher sich die motorischen Einheiten und damit der beteiligte Muskel befinden. Durch diese Verknüpfung machen Begriffe wie Kraftausdauer, Schnellkraft und Reaktionskraft nicht nur theoretisch Sinn, sondern müssen bei der Umsetzung eines funktionellen Krafttrainings unbedingt miteinbezogen werden. Nicht die Kraftentwicklung als solche ist zentral, sondern die Anwendung dieser Kraft in Abhängigkeit zur definierten Aufgabe. Ein Kraftverlust kann grundlegend auf zwei Faktoren beruhen. Strukturelle Veränderungen können zu einer Reduktion von

Grösse und Anzahl von Muskelzellen führen. Neuromuskuläre Veränderungen können dazu führen, dass die Rekrutierungsfähigkeit von vorhandenen Muskelfasern herabgesetzt wird. In den frühen Phasen der Rehabilitation kann es Sinn machen, einfache Trainingsstrategien wie isometrisches Training anzuwenden, um die Fazilitation der vorhandenen Muskelfasern zu unterstützen (Glasgow, 2007).

Abgeleitet aus der Mechanik lassen sich weitere Komponenten definieren, welche für die Umsetzung eines funktionellen Krafttrainings relevant sind. Beim Gehen dauern die Bodenkontaktphasen im Normalfall weniger als eine Sekunde, und jede dieser Phasen endet mit einem Impuls gegen die Unterlage. Beim Rennen verkürzen sich die Kontaktphasen zunehmend. Es wird ersichtlich, dass hier hohe Kraftspitzen in einer sehr kurzen Zeit erreicht werden müssen. Es besteht eine direkte Relation zwischen Bewegungsgeschwindigkeit, Widerstand und Leistung (Hegner, et. al., 2005, S.71). Somit kann in einem funktionellen Krafttraining der Fokus nicht nur auf linearer Kraftentwicklung liegen, sondern es muss auch die Geschwindigkeit und somit das Tempo einer Ausführung, adäquat gestaltet werden. Funktionelle Krafftähigkeit ist immer auch abhängig von Bewegungszeit, Bewegungstempo und Beschleunigung. Viele ADL-Aktivitäten beinhalten zudem eine Kombination von konzentrischer, exzentrischer und isometrischer Muskelarbeit. "The interplay between force reduction, force production, and proprioception will produce the highest quality of movement." (Gambetta, 2007, S.26).

Auch diesbezüglich sollten die konkreten funktionellen Ziele und Aufgaben analysiert werden und, falls notwendig, einzelne Kontraktionsformen spezifisch trainiert werden. Gerade die exzentrische Krafftähigkeit ist essentiell bei bremsenden Aktivitäten wie die Treppen hinunter steigen oder bei Sprüngen. Entsprechend sollte sie in jedem funktionellen Rehabilitationsprogramm integriert und möglichst in der geschlossenen Kette trainiert werden (MacLean et. al., 2001, S.35).

Das Bewegungssystem des Menschen besteht aus mehreren Gliedern. Diese stehen über Gelenke miteinander in Verbindung und bilden dadurch sog. kinetische Ketten. Die Bewegungsmöglichkeiten bestimmen sich biomechanisch erstens durch die Anzahl der beteiligten Gelenke und zweitens durch deren Aufbau. Man unterscheidet zwischen offenen und geschlossenen kinetischen Ketten. "Bei einer geschlossenen Kette sind die Kettenglieder untereinander endlos verbunden." (Neumaier, 2003,

S.24). Allerdings zeigt Bizzini (2000), dass die Klassifizierung von offener und geschlossener Kette unzureichend ist, und verwendet sie daher gar nicht. Übungsbeschreibungen im funktionellen Training sollten sich deshalb an exakteren Charakteristiken ausrichten und die Begriffe offene und geschlossene Kette nicht pauschal verwenden. Übernimmt man aber die in der Literatur übliche Bezeichnung, so ist letztendlich menschliches Bewegen eine ständige Abfolge von Wechseln zwischen offener und geschlossener Kette. Somit macht es Sinn, beides spezifisch im funktionellen Training zu integrieren.

Um die längerfristig gewünschte Funktionalität herstellen zu können kann es womöglich Sinn machen, in einer frühen Rehapphase mit einem Theraband in der offenen Kette eine Widerstandsübung in beschränkter ROM durchzuführen. Dies ist ein angepasstes Mittel zum Zweck, welches als erster Schritt zusammen mit vielen weiteren dazu dienen kann, komplexe, sportspezifische Funktionalität wie schnelle Richtungs- und Tempowechsel bei einer intensiven "stop and go" Sportart wiederherzustellen. Funktionalität ist somit immer relativ und abhängig von einer Vielzahl spezifischer und dynamischer Variablen (Bernier et. al., 2000).

In der Remodellierungsphase sollten die Aspekte Exzentrik, Tempo und FROM miteinbezogen und in der sportspezifischen Phase ausgebaut werden (Mullin, 2000). "Performance variables, such as speed, direction, and surface stability, are manipulated during this phase." (Altamirano, et. al., 2007, S.37).

Es macht Sinn, dass funktionelles Training auch destabilisierende Elemente berücksichtigt. Allerdings gibt es kaum ADL und nur wenige Sportarten, welche einen so hohen Grad an Destabilisierung benötigen, wie etwa bei freien Übungen auf einem Sitzball einwirken. Zudem ist aufgrund der hohen Labilität die Möglichkeit, maximale Kraft zu entwickeln, signifikant reduziert, was wiederum eine ungenügende Funktionalität für spezifische Sportarten darstellen kann. Somit könnte etwa ein Krafttraining auf solider Unterlage mit freien Gewichten sinnvoller sein, wenn es darum geht, funktionelle Kraft zu trainieren (Willardson, 2007).

## **7. Theorie-Praxis-Transfer**

In den vorgehenden Kapiteln wurden die aus der Literatur gewonnenen Kriterien für funktionelles Training ausführlich evaluiert und deren Bedeutung für die medizinische Trainingspraxis erläutert. Im Folgenden geht es darum, diese Kriterien in Bezug zu den bekannten Rehabilitationsphasen zu setzen. Ziel ist es, aufzuzeigen, welche Kriterien in einem Phasenverlauf zentral berücksichtigt werden sollten. Dazu haben wir ein übergreifendes Progressionsmodell für funktionelles Training in der medizinischen Trainingspraxis erstellt.

### **7.1. Funktionelles Training in den einzelnen Rehabilitationphasen**

Funktionelle Rehabilitation muss als dynamischer Prozess angesehen werden, in welchem die Art der durchgeführten Bewegungsaufgaben und der Schwierigkeitsgrad ständig der Entwicklung der Patientinnen und Patienten bezüglich Heilungsprozess und funktionellen Fähigkeiten angepasst werden müssen. Der Aufbau der Therapie orientiert sich immer am spezifischen Endziel aus ADL oder Sport und ist progressiv gestaltet. "A guide for progression is to first teach awareness of [...] position and specific muscle activation, followed by implementation of stabilization activities that build [...] muscle endurance and establish motor activation patterns and then reinforce proper muscle activation patterns during functional activities." (Brumitt, 2008, S.38). Richtigerweise muss eine individuell-progressive Rehabilitation von Patientin zu Patient variieren und den einzelnen Aspekten wie Aufgaben, Fähigkeiten und Heilungsverlauf optimal Rechnung tragen. "[...] it is necessary at each step that the movement is in the patients functional range (FR). The FR is the range in which there is minimal mechanical sensitivity (MS) or abnormal motor control (AMC)." (Liebenson, 2006, Functional Training for Performance Enhancement, S.154).

Jedes funktionelle Rehabilitationsprogramm basiert auf dem fundamentalen Verständnis der Verletzung und den daraus folgernden physiologischen und konditionellen Limitierungen. Jede Komponente des Trainings muss ein spezifisches Zwischenziel ansteuern, welches die Patientin oder den Patienten dem langfristigen Ziel näher bringt, und regelmässig re-evaluiert werden. Ein funktionelles Trainingsprogramm muss dynamisch, offen und flexibel gestaltet werden.

### **7.1.1. Entzündungsphase (1.–5.Tag)**

In der ersten Phase der Wundheilung kann das verletzte Gewebe noch nicht stark belastet werden (Van den Berg, 2003). Ein funktionelles Training mit belastenden Reizen ist noch nicht möglich. Das Ziel in der akuten Phase ist es, Symptome zu mindern und die Funktion der beteiligten Strukturen zu verbessern. Es geht vor allem darum, Schwellung und Schmerzen zu reduzieren, mit der Wiederherstellung der Gelenkbeweglichkeit und neuromuskulärer Reaktivierung zu beginnen und Überbelastungen der verletzten Strukturen zu verhindern. "If an athlete has an acute inflammation or irritable lesion, functional training cannot be undertaken." (Hammann, 2000, S.22).

In dieser Phase werden Massnahmen ergriffen, die eine funktionelle Progression in der Therapie vorbereiten und ermöglichen. Grundlage dazu bietet ein optimales Assessment. Es ist eine Bedingung für ein funktionelles Training, so früh wie möglich die Aufgaben aus den spezifischen Anforderungen an die Patientin oder den Patienten abzuleiten. Ziele definieren heisst für die Therapeutin oder den Therapeuten gleichzeitig auch detailliert analysieren, welche Aspekte in diesen Zielen verborgen sind. (Liebenson, 2002, Functional Exercises; Glasgow, 2007). Bereits jetzt sollte ein Bewusstsein für Aktivität gefördert werden. Funktionelles Bewegen der nicht verletzten Extremität hat direkten Einfluss auf die motorische Aktivierung der verletzten Gegenseite. „Using the contralateral extremity potentially enhances motor control of the involved extremity via an interlimb phenomenon known as cross-education." (Dale, 2005, S.46). Zudem kann dadurch einer allgemeinen Dekonditionierung, welche einen optimalen Regenerationsprozess erschwert, entgegengewirkt werden.

### **7.1.2. Proliferationsphase (5.–21.Tag)**

In diesem Stadium der Neubildung stellt das gezielte und dosierte Belasten und Bewegen im schmerzfreien Bereich den wichtigsten Stimulus für die Synthese von funktionellem Bindegewebe dar. Wird das Gewebe während dieser Phase innerhalb physiologischer Grenzen belastet, so kann eine optimale Organisation erfolgen und sich funktionsfähiges Gewebe aufbauen. Sind die Reize überdosiert, kann man eine erneute Entzündungsphase auslösen (Van den Bergh, 2007, S.138).



In den frühen Phasen der Rehabilitation muss entsprechend der Hauptfokus auf der Wiederherstellung der Funktion und der Beseitigung klinischer Symptome liegen. "Management in the early stages will include limiting the degree of tissue damage, controlling the inflammatory response, alleviating pain and commencing gentle controlled mobilisation." (Glasgow, 2007, S.10). Aufbauend können nun neuromuskuläre Kontrolle, Muskelkräftigung und lokale Muskelausdauer angestrebt werden. Die Belastungen sollten im aeroben Bereich liegen. Zu beachten ist dabei, dass durch die voran gegangene Immobilisation in der Entzündungsphase die Energiebereitstellung verändert ist und für die Neubildung von Bindegewebe viel Energie benötigt wird (Glasgow, 2007; Borsa et. al., 1999).

Sobald die Schwellung zurückgegangen ist, kann mit funktionelleren Bewegungen begonnen werden. Je präziser diese der Zielbewegung entsprechen, desto besser ist die strukturelle Grundlage für die kommenden Rehabilitationsphasen. "The initial phases require motor relearning." (King, 2000, S.6). Die motorische Kontrolle und die Stabilisation sollen in Positionen (ASTE/ESTE) gefördert werden, welche in der als Ziel definierten Aufgabe vorkommen. Bereits hier können Grundlagen für einen optimalen Transfer gelegt werden (Glasgow, 2007; Altamirano et. al., 2007; Akuthota et. al., 2008; Gotlin, 2008). Benachbarte Gelenke werden idealerweise in die Übung mit einbezogen. Funktionelles Training sollte entsprechend bereits hier mehrgelenkige Bewegungen vorziehen, wobei der Fokus auf Koordination und Stabilisation in der Bewegung gelegt werden muss (Froböse, 1992). Allerdings muss man zum Schutz der verletzten Struktur ein genau dosierbares und gut abgesichertes Setting wählen. Wichtig dabei ist, dass die Übung in einem der Zielbewegung entsprechenden Alignment ausgeführt wird und für die Patientin oder den Patienten ohne Abweichungen durchführbar bleibt (Altamirano et. al., 2007; Gotlin, 2008; Faries et. al., 2007; Mullin, 2000).

Das Training der Tiefensensibilität und der selektiven Rekrutierbarkeit der lokalen Stabilisatoren in spezifischen Positionen stellt einen wichtigen Teil des Trainings dar (Glasgow, 2007; Bernier et. al., 2000, Mullin, 2000; MacAuley, 2007; Boyle, 2004). Dabei muss im Hinblick auf die Wiederherstellung bedacht werden, dass Verletzungen der Gelenkkapsel und Bandstrukturen neuromuskuläre Defizite produzieren. Der sensorische Input ist beeinträchtigt und die Propriozeption

herabgesetzt. Durch die weiterlaufende Beeinflussung des zentralen Nervensystems aus dieser Beeinträchtigung heraus entsteht auch eine Reduktion der sensomotorischen Kontrolle und somit auch der Rekrutierung motorischen Einheiten des betroffenen Gebiets.

Bereits in den frühen Phasen der Rehabilitation sollte mit kardiovaskulärem Training und Kraftaufbau begonnen werden. Das Ausdauertraining fördert Stoffwechselfunktionen und beeinflusst den Heilungsprozess somit positiv. Zudem kann durch Adrenalinausschüttung eine Schmerzreduktion erfolgen. Gleichzeitig wirkt die Möglichkeit der Bewegung unterstützend auf die psychische Verfassung (Mullin, 2000).

### **7.1.3. Konsolidierungsphase (21.–60.Tag)**

In der Konsolidierungsphase steigt die Belastbarkeit des Gewebes deutlich an. Die neu gebildeten Kollagenfasern werden dicker und stabilisieren sich zunehmend. Die Neuproduktion von Kollagen bleibt weiterhin hoch (Van den Berg, 2003). Sobald Schwellung und Schmerz unter Kontrolle gebracht sind, kann mit einer für die Wundheilung adäquaten progressiven Belastungssteigerung begonnen werden. "As swelling resolves and the athlete's range of motion and strength improve, rehabilitation progresses [...] to a functional phase (Altamirano et. al., 2007, S.35). Es sollten nun diejenigen Problembereiche angegangen werden, welche für die Verschiebung von Bewegungsmustern weg von der optimalen Ausführung verantwortlich sind. Dazu gehören funktionell-biomechanische relevante Defizite wie Muskelschwäche, eingeschränkte Range of Motion, Bildung von Narbengewebe oder verminderte sensomotorische Kontrolle. "It should start with restoration of normal muscle length and mobility to correct any existing muscle imbalances. Adequate muscle length and flexibility are necessary for proper joint function and efficiency of movement." (Akuthota et. al., 2008, S.41). Die stabilere Gewebelage erlaubt auch höhere Belastungen der Strukturen als in der Proliferationsphase, was im funktionellen Training eine weitere Annäherung an die spezifische Aufgabe möglich macht.

Die Beweglichkeit sollte in allen Ebenen den angestrebten Anforderungen progressiv angenähert werden. Hierzu kommen vermehrt aktive Mobilisationsformen und

Mobilisationstechniken in funktionellen Ausgangstellungen zum Zug, um das Gewebe auf die physiologischen Belastungen wie Kompression oder Scherkräfte schrittweise vorzubereiten (Van den Berg, 2001). Weiter gewinnt die dynamische Stabilisation an Bedeutung. "Asymmetries in static posture may alter the gamma motor feedback of the muscle spindles, changing the underlying tone of the tissue. There might be altered anticipatory postural adjustments in the feed-forward system [...]" (King, 2000, S.6).

Bei Steigerungen der Belastung muss wiederum genau analysiert werden, welche Komponente verändert wird und inwiefern dadurch die Ausrichtung auf das definierte Ziel noch dem SAID-Prinzip gerecht wird.

Sobald die angestrebte ROM einer Zielbewegung erreichbar ist, sollte das Bewegungstempo als Faktor miteinbezogen werden. Dabei muss bedacht werden, dass eine Veränderung des Tempos immer auch eine Veränderung der Kraftentwicklung zur Folge hat. Bodenreaktionskräfte, Gravitation, Beschleunigung und Abbremsung wirken direkt auf die Bewegung und können sie im Anspruch deutlich verändern. So können sich Kontraktionsform oder die beteiligte Muskulatur innerhalb einer Bewegung verschieben. Selbst wenn ein Bewegungsmuster ähnlich aussieht, muss es bezüglich der spezifischen Beanspruchung nicht zwangsläufig auch ähnlich sein (Gotlin, 2008).

Für eine angepasste Progression in dieser Phase ist es sinnvoll, zuerst die Fähigkeiten der Patientin oder des Patienten innerhalb der einzelnen Komponenten einer Bewegungsaufgabe zu analysieren. Zuerst sollten diese herunter gebrochenen Fähigkeiten gesichert werden, bevor darauf aufbauend zu einem höheren Anspruchsniveau gewechselt wird und die einzelnen Komponenten wieder in einer komplexeren funktionellen Aufgabe zusammenkommen. Die Umsetzung der Aufgabe wird anfangs in einem gesicherten Umfeld mit wenig variablen Einflüssen von aussen durchgeführt und erst in einem weiteren Schritt in verschiedene Umweltgegebenheiten integriert (Hammann, 2000).

#### **7.1.4. Remodellierungsphase (60.–360./500.Tag)**

Der Übergang von der Proliferations- zur Remodellierungsphase ist fließend. Die Belastbarkeit des Gewebes steigt stetig an und die Therapie ist jetzt mehrheitlich aktiv. Sie kann aber immer noch von begleitenden therapeutischen Massnahmen unterstützt werden.

Zur gezielten Behebung von Kraftdefiziten können in dieser Phase einzelne Muskeln isoliert trainiert werden, selbst wenn isoliertes Training als eigenständiges Kriterium bezüglich Funktionalität im Allgemeinen nicht hoch gewichtet wird. Ziel ist es zu verhindern, dass andere Muskelgruppen die Schwäche einzelner Muskeln kompensieren und so das physiologische Bewegungsmuster verändern. Insofern ist dieses Vorgehen spezifisch funktionell. Muskuläre Defizite müssen besonders dann isoliert angegangen werden, wenn die funktionelle Aufgabe nur mittels Kompensationen und veränderten Bewegungsmustern bewältigt werden kann (Froböse et. al., 2003). Aber auch diese Übungen sollten bezüglich Ausgangstellung, Bewegungsausmass, Kontraktionsform und Geschwindigkeit der als Ziel definierten Aufgabe so nahe wie möglich kommen, um einen Transfer in die funktionelle Bewegung zu erleichtern (Sipe, 2007; Diemer & Sutor, 2007). Es ist dabei wichtig, als Therapeutin oder Therapeut die einzelnen Bewegungsmuster genau zu beobachten, allfällige Ausweich- oder Kompensationsmuster zu erkennen und zu analysieren, wodurch sie zustande kommen.

In dieser Phase ist es notwendig, funktionell komplexere Bewegungsaufgaben, oder ausgewählte Teile davon, in vielen verschiedenen Variationen durchzuführen. So wird eine grosse Vielfalt an Lösungsstrategien entwickelt und die Umsetzung unabhängig von den Umweltfaktoren gefördert (Wydra, 2000; Bertram & Laube, 2008; Bader-Johansson, 2000). Dies kann etwa erreicht werden durch zunehmenden Einsatz von destabilisierenden Hilfsmitteln. Im Hinblick auf die Diversifikation von Bewegung kann das eine sinnvolle und effektive Strategie sein. "This provides enhanced proprioceptive stimulation which facilitates motor learning. However, the addition of an unstable surface is not recommended unless the athlete maintains good motor control during the training." (Liebenson, 2006, Functional Training for Performance Enhancement, S.154). Dabei muss immer eine spezifische Erschwerung zum Zuge kommen, die einen Bezug zu der gestellten Aufgabe hat.

In der Remodellierungsphase sollten die Aspekte Belastungssteigerung, Exzentrik, Tempo und FROM noch stärker betont und bis zur sportspezifischen Phase ausgebaut werden. "Performance variables, such as speed, direction, and surface stability, are manipulated during this phase." und "Once mobility is restored and functional alignment is addressed, the athlete advances to the sport-specific phase." (Altamirano, et. al., 2007, S.37).

## **7.2. Progressionsmodell für funktionelles Training in der medizinischen Trainingspraxis**

Progression ist neben der Spezifität das zweite starke Leitmotiv für funktionelles Training. Sie ist abhängig von diversen Einflussgrößen und verläuft grundsätzlich phasenübergreifend. Progression verläuft nie linear, bleibt aber bis zur Zielerreichung ein wichtiges Kriterium im Training. Je nach Patientin oder Patient und konditionellem Faktor verläuft sie auch unterschiedlich schnell. Entsprechend macht es nur bedingt Sinn, die möglichen Steigerungen in einem Aufbau strikt nach Rehabilitationsphasen zu trennen oder an einem Beispiel aufzuzeigen.

Allerdings lässt sich ein allgemeiner, phasenorientierter Ablauf eines funktionellen Trainings in der Rehabilitation aufzeichnen. Nachfolgend haben wir ein zusammenfassendes Modell erstellt, welches Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten als Raster zur Umsetzung in der medizinischen Trainingspraxis dienen soll. Dabei wurden die evaluierten Kriterien berücksichtigt und für die zentralen Elemente wie Koordination, Kraft und Stabilisation Entwicklungsverläufe erstellt, wodurch ein stufengerechter Aufbau von funktionellem Training im physiotherapeutischen Alltag erleichtert werden soll.

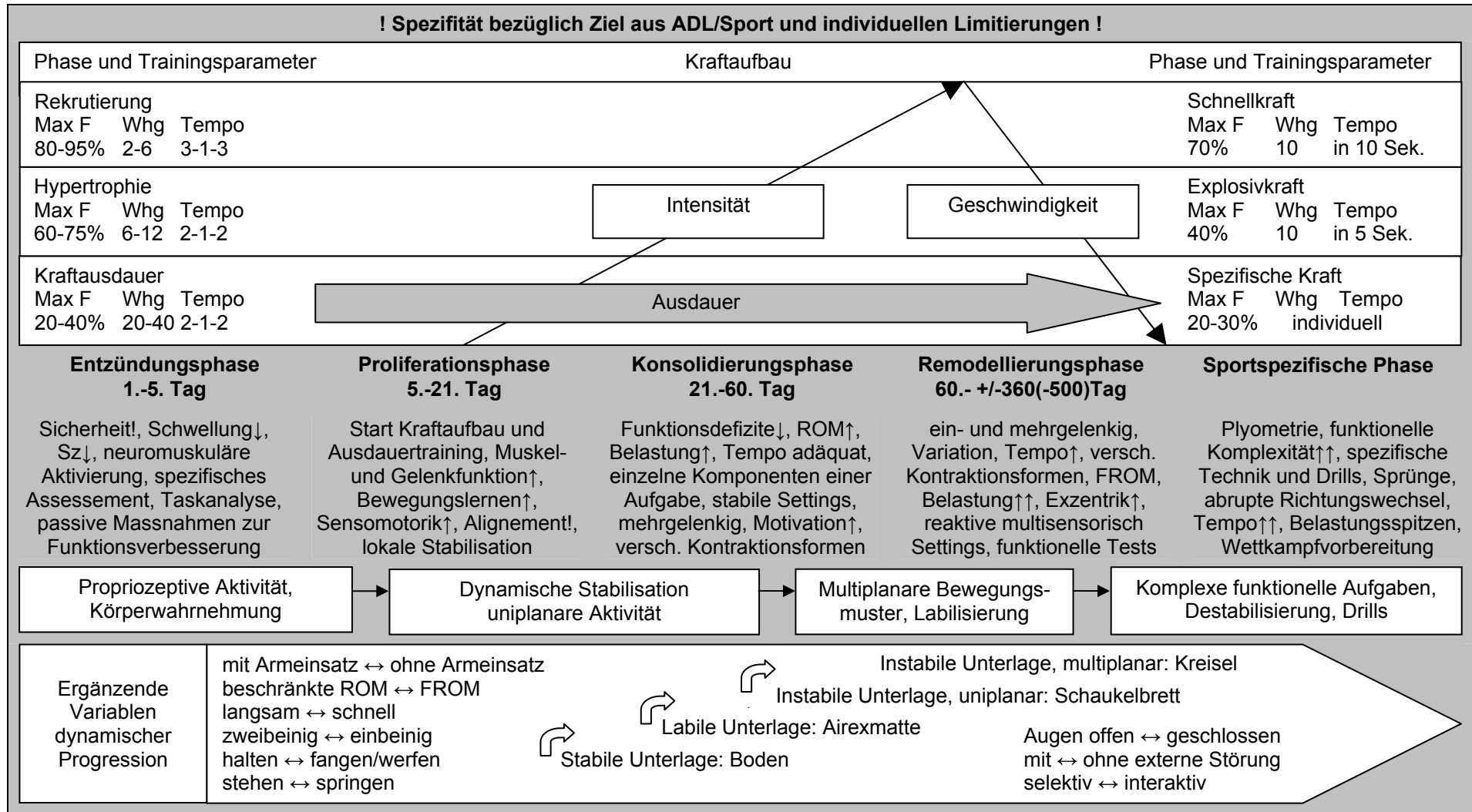


Abb.5. Progressionsmodell für funktionelles Training in der medizinischen Trainingspraxis, modifiziert nach Glasgow, 2007; Bernier et. al., 2000; MacAuley, 2007; MacLean, 2001; Freese, 2004; Bircher, 2008; Borsa et. al., 1999; Gambetta, 2007

## Schlussteil

### 8. Zusammenfassung

#### 8.1. Ziel und Methode

Die Wiederherstellung der körperlichen Funktionalität bildet die Grundaufgabe der Physiotherapie. Basierend auf dem Begriff Funktionalität hat sich die Form des funktionellen Trainings entwickelt. Allerdings findet sich je nach Berufsgruppe und Literatur offensichtlich eine andere Verwendung des Begriffs. Je nach Kontext wird funktionelles Training unterschiedlich interpretiert. Dies erschwert nicht nur das Verständnis von funktionellem Training an sich, sondern sorgt für Unsicherheit in der Berufspraxis und in der Kommunikation unter Fachleuten. Wenn beispielsweise die Ärztin oder der Arzt postoperativ ein funktionelles Training verordnet, so können sie nicht zwangsläufig davon ausgehen, dass die Sport- oder Physiotherapie darunter dasselbe versteht. Diese Problematik ergibt sich auch beim Wechsel der Patientin oder des Patienten aus der Rehabilitation in den Fitness- oder Sportbereich. Um diese Lücke im professionellen Klinik- und Rehabilitationsalltag schliessen zu können wäre es hilfreich, einen übergreifenden Kriterienkatalog und ein grundlegendes Modell für einen progressiven Aufbau von funktionellem Training in der medizinischen Trainingspraxis zur Hand zu haben. Diese Instrumente zu erstellen war unser Ziel.

Durch eine systematische Literaturreview ausgewählter Fachartikel- und Bücher, Kriterien haben wir Kriterien herausgefiltert und anschliessend evaluiert, welche in der Literatur im jeweiligen Kontext als zentral für funktionelles Training betrachtet werden.

#### 8.2. Ergebnisse

Es erstaunt angesichts der aufgezeigten Komplexität nicht, dass in der Literatur so wenige Definitionen von funktionellem Training zu finden sind. Funktionalität kann als eigenständiger Begriff vor verschiedenen Hintergründen unterschiedlich interpretiert werden. Funktionalität ist abhängig von vielen Variablen und benötigt zur Interpretation somit immer einen Kontext. Fehlt dieser Kontext, so können einzelne

Kriterien willkürlich als funktionell definiert werden, ohne dass dies widerlegbar wäre. Entsprechend lassen sich in der untersuchten Literatur zwar eine Reihe markanter Kriterien ausmachen, welche funktionellem Training zugeordnet werden. Sie sind für sich alleine aber nicht relevant genug für eine Bestimmung von Funktionalität. Dies zeigt sich etwa daraus, dass gewisse Kriterien wie die Wiederherstellung einer optimalen ROM in der Literatur auch als allgemeine Kriterien für stufengerechte Rehabilitation aufgelistet werden, somit also nicht in direktem Zusammenhang zur Funktionalität an sich stehen. Sie sind insofern nicht als ausschliesslich definierende Kriterien zu sehen.

Zentral und entscheidend ist bei der Festlegung von Funktionalität somit die Einordnung in den spezifischen Kontext. Erst dadurch werden Voraussetzungen geschaffen, welche es erlauben, einzelne Kriterien als funktionell zu deklarieren.

Funktionalität steht in direkter Abhängigkeit von Spezifität. Funktionell muss als eine Unterkategorie von spezifisch verstanden werden und nicht als eigenständiger Terminus, welcher dem Begriff "Training" definierend vorangestellt werden kann. Damit wird Funktionalität automatisch an individuell veränderbare Gegebenheiten geknüpft und relativiert. Folglich kann Funktionalität nicht länger als fest stehender Begriff verstanden werden, sondern als dynamischer Prozess von variablen Einflussgrössen und sich bedingenden Einzelkriterien.

Gerade in populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen (Sachbücher, Zeitschriften, Internet), welche wir bei der initialen Literatursuche und zur Eingrenzung genutzt haben, werden oft Übungen als funktionell propagiert aufgrund einzelner Kriterien, welche jedoch nicht in einen Kontext zum Üben selbst gestellt werden. Training auf labiler oder instabiler Unterlage darf nicht per se gleichgesetzt werden mit funktionellem Training. Balance ist lediglich ein Aspekt der koordinativ-sensomotorischen Beanspruchung und letztlich der Spezifität untergeordnet. Einzelne Kriterien sind nie als alleiniger Faktor ausreichend relevant, sondern erst in ihrer Kombination innerhalb eines spezifischen Kontexts.

Der Begriff funktionell darf somit nicht pauschal an eine Übung oder eine bestimmte Form von Training gebunden werden. Grundsätzlich ist jedes Training funktionell, wenn es spezifisch darauf ausgerichtet ist, den Zielen und Bedürfnissen von Patientinnen und Patienten optimal gerecht zu werden. Dies bedeutet, dass auch ein



isoliertes Krafttraining an eindimensional geführten Maschinen funktionell sein kann, wenn es phasenspezifisch begründbar ist.

Es gibt somit letztlich weder funktionelle noch nicht funktionelle Trainings oder Übungen, sondern bessere oder schlechtere im Hinblick auf die spezifische Ausrichtung.

Innerhalb dieser Ausrichtung macht es jedoch Sinn, die eruierten Kriterien aus der Literatur reflexiv in den therapeutischen Prozess mit einzubeziehen. In Kombination mit dem Progressionsmodell bieten sie ein übersichtliches Raster, welches bei der Planung und Umsetzung eines funktionellen Trainings in der medizinischen Rehabilitation unterstützend eingesetzt werden kann. Diese Instrumente können als funktionelle Konzepthilfe verstanden werden. Sie weisen auf Aspekte hin, welche man bei medizinischem Training phasenspezifisch integrieren sollte, um einen möglichst optimalen individuellen Outcome zu generieren. Wir haben in den Kapiteln zur Evaluation der Ergebnisse die zentralen Kriterien und deren Relevanz für das medizinische Rehabilitationstraining ausführlich aufgezeigt. Die Entscheidung darüber, welches Kriterium im Aufbau für wen, wann und wie berücksichtigt wird, bleibt letztlich der Therapeutin oder dem Therapeuten überlassen.

Die optimale Umsetzung eines funktionellen Kraftaufbautrainings setzt ein hohes Mass an analytischer Kompetenz, Fachwissen und bestenfalls Erfahrung voraus. Aufgrund der vielfältigen Variablen, welche in einem Rehabilitationsprozess einwirken, ist es grundsätzlich nicht möglich, spezifisch funktionelle Abläufe, Bewegungen oder Übungen vorzugeben, welche für unterschiedliche Patientinnen und Patienten in derselben Form Sinn machen. Vor diesem Hintergrund muss auch die übliche Praxis der postoperativen Übungskataloge oder Schemata neu interpretiert werden. Sie bilden als Vorgaben allenfalls Leitlinien, entbinden Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten aber nicht von ihrer Verpflichtung, eine möglichst optimale Rehabilitation nach spezifischen Kriterien anzustreben. Denn dies ist und bleibt die zentrale Aufgabe der Physiotherapie.

### 8.3. Offene Fragen

Wie unsere Arbeit gezeigt hat, ist es nicht möglich, funktionelles Training konkret zu definieren. Ebenso können für dessen Einsatz in der physiotherapeutischen Rehabilitation und in der medizinischen Trainingspraxis zwar Richtlinien erstellt, aber keine abschliessenden Schemata vorgegeben werden. Funktionelles Training ist ein dynamisches Konzept, welches patientenabhängig ständigem Wandel unterliegt. Entsprechend halten wir es für schwierig, funktionelles Training pauschal in einen evidenzbasierten Vergleich zu stellen mit anderen Trainingsformen wie z.B. Maschinentraining.

Wie bereits erläutert, gibt es keine funktionellen oder nicht funktionellen Übungen, sondern nur spezifisch passende oder weniger optimale. Spannend wäre es nach unserem Verständnis der funktionellen Rehabilitation zu erforschen, wie sich ein Training nach standardisiertem Schema im Vergleich zu einem optimal spezifischen Aufbau im Outcome unterscheiden. Dies wäre auch interessant im Hinblick auf die Kosten-Nutzen-Rechnung im Gesundheitswesen. Ist es längerfristig sinnvoller und ökonomischer, eine spezifischere, und damit auch aufwändigere Rehabilitation zu betreiben, etwa weil damit Komplikationen und wiederholte Verletzungen vermindert werden können? Oder hat vermehrte Spezifität keinen signifikanten Einfluss auf den Rehabilitationsverlauf?

Ebenfalls noch offen bleibt für uns die Frage, welche bestehenden Tests aussagekräftige und valable Ergebnisse liefern können im Hinblick auf die Bewertung einer funktionellen Aufgabe. Für welche Phase machen welche Tests Sinn und wie können wir sie im dynamisch progressiven Verlauf der Individuellen Rehabilitation optimal einsetzen? Je näher die Patientin oder der Patient der sportspezifischen Rehabilitationsphase kommt, desto komplexer werden die Bewegungsaufgaben. Können allgemeine Bewegungstests spezifische Funktionalität testen? Wenn nein, wie können wir testen, ob eine Sportlerin oder ein Sportler schon wieder bereit ist für das Training?

Funktionelles Training ist eng verknüpft mit Bewegungslernen, Koordination und Sensomotorik. In der bearbeiteten Literatur herrscht ein breiter Konsens darüber, dass nur ein bereits früh entwickeltes optimales Bewegungsverhalten im Hinblick auf die spezifische Aufgabe aus ADL oder Sport in der Rehabilitation einen optimalen

Transfer garantiert. Einige Autoren erachten es als falsch, einzelne Aspekte einer Bewegungsaufgabe gesondert zu trainieren. Andere halten dies für notwendig, um einen phasenspezifischen Aufbau gewährleisten zu können. Die Klärung der Fragen, inwieweit Transfereffekte mit oder ohne funktionellem Training möglich sind, was solche Effekte begünstigt oder behindert, und wie motorische Muster-Programmierung am besten erreicht werden kann, könnte ein vertieftes Verständnis unseres Themas noch weiter fördern.

Meist völlig ausser Acht gelassen werden in der gesichteten Literatur Kriterien, welche die funktionelle Kapazität von Patientinnen und Patienten zusätzlich verändern könnten. So müssten in einer Erweiterung des Themas ergänzende Überlegungen zu psychischen und sozialen Einflussgrössen berücksichtigt werden, um eine ganzheitliche Rehabilitation zu unterstützen.

Bei einer erweiterten Arbeit zum Thema wäre es sicherlich sinnvoll, ein noch umfangreicheres Spektrum an Literatur zur Kriteriensicherung zu verwenden. Zudem müssten im Verfahren der Evaluation ergänzende Methoden kreiert werden. Dadurch könnte allenfalls die Tatsache noch besser berücksichtigt werden, dass jeder Text mit einem bestimmten Fokus geschrieben wurde. Ein nicht Erwähnen eines Kriteriums in einem bestimmten Kontext bedeutet noch nicht, dass die Autorinnen und Autoren dieses nicht auch für wichtig halten würden, wenn sie explizit danach gefragt würden. In diesem Zusammenhang wäre es sicher auch spannend, herauszufinden, was andere Fachleute aus Orthopädie, Physiotherapie, Sporttherapie oder aus dem Fitnessbereich unter funktionellem Training verstehen, welche Kriterien sie als zentral erachten und ob signifikante Differenzen innerhalb der Berufsgruppen ausgemacht werden können.

Es bleibt somit genügend Potential für weiterführende Masterarbeiten.

## Literaturverzeichnis

- Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T. & Fredricson, M. (2008). Core Stability Exercise Principles. *Current Sports Medicine Reports*, Vol. 7, No. 1, 39-44.
- Albrecht, K. (2003) *Körperhaltung. Haltungskorrektur und Stabilität in Training und Alltag*. Stuttgart: Haug.
- Albrecht, K. (2006). *Funktionelles Training mit dem grossen Ball*. Stuttgart: Haug.
- Altamirano, L., Futch, L. A. & Spooner, M. A. (2007). Functional Rehabilitation of Lateral Patellar Instability. *Athletic Therapy Today*, 12(1), 35-38.
- Bader-Johansson, C. (2000). *Motorik und Interaktion. Wie wir uns bewegen – Was uns bewegt*. Stuttgart: Thieme.
- Bernier, J. N., Sieracki, K. & Levy, L. (2000). Functional Rehabilitation of the Ankle. *Athletic Therapy Today*, March 2000, 38-44.
- Bertram, A. M. & Laube, Wolfgang (2008). *Sensomotorische Koordination. Gleichgewichtstraining auf dem Kreisel*. Stuttgart: Thieme.
- Bircher, S. (2008) *Medizinisches Fitnesstraining*. Stuttgart: Haug.
- Bizzini, Mario (2000). *Sensomotorische Rehabilitation nach Beinverletzungen*. Stuttgart: Thieme.
- Borsa, P. A., Sauers, E. L. & Lephart (1999). Functional Training for the Restoration of dynamic Stability in the PCL-Injured Knee. *Journal of Sport rehabilitation* 1999, 8, 362-378.
- Boyle, M. (2004). *Functional Training for Sports. Superior Conditioning for Today's Athlete*. Champaign: Human Kinetics.
- Brumitt, J. (2008). Functional Rehabilitation Exercise Prescription for Golfer. *Athletic Therapy Today*, March 2008, 37-41.
- Buchbauer, J. & Steininger, K. (2004). *Funktionelles Kraftaufbautraining in der Rehabilitation. Komplette Programme zum medizinischen Aufbautraining* (5. Aufl.). München: Urban & Fischer.
- Dale, R. D. (2005). Crossover Education During Functional Rehabilitation. *Athletic Therapy Today*, 10(6), 46-47.
- De Bruin, E. D. & Murer, K. (2006). Effect of additional functional exercise on balance in elderly people. *Clinical rehabilitation* 2007, 21, 112-121.

- Diemer, F. & Sutor, V. (2007). *Praxis der medizinischen Trainingstherapie*. Stuttgart: Thieme.
- Diesbergen, O. (2006). *Fit in Anatomie und Physiologie*. Zürich: Klett.
- Dormagen, P. (1999). Funktionsgymnastik und Funktionelles Training für die Sprungdisziplinen, Teil 1. *Leichtathletiktraining*, 99/1, 26-31.
- Dormagen, P. (1999). Funktionsgymnastik und Funktionelles Training für die Sprungdisziplinen, Teil 2. *Leichtathletiktraining*, 99/5, 16-21.
- Dormagen, P. (1999). Funktionsgymnastik und Funktionelles Training für die Sprungdisziplinen, Teil 3. *Leichtathletiktraining*, 99/7, 34-39.
- Egli, D., Hegner, J., Hunziker, R. & Weber, A. (2007). Kraft 1. *Mobile Praxis*, 26, 1/07.
- Faries M. D. & Greenwood, M. (2007). Core Training. Stabilizing the Confusion. *Strength and Conditioning Journal*, April 2007, Vol 29, No. 2, 10-25.
- Freese, J. (2004). *Medizinisches Seilzugtraining. Das dreidimensionale Übungsprogramm für die Wirbelsäule*. Köln: Deutscher Trainer-Verlag.
- Froböse, I. (1992). Apparatives Muskeltraining im Rahmen der Trainingstherapie bei Sport- und Unfallverletzungen. Deutsche Sporthochschule Köln.
- Froböse, I., Nellessen, G. & Wilke, C. (Hrsg.) (2003). *Training in der Therapie. Grundlagen und Praxis* (2. Aufl.). München: Urban & Fischer.
- Gambetta, V. (2007). *Athletic Development. The Art & Science of Functional Sports Conditioning*. Champaign: Human Kinetics.
- Glasgow, P. (2007). Sports Rehabilitation. Principles and Practice. *SportEX Medicine* 2007, 32 (Apr), 10-16.
- Gotlin, R. S. (2008). *Sports Injuries Guidebook. Athletes' and Coaches' Resource for Identification, Treatment, and Recovery*. Champaign: Human Kinetics.
- Haber, P. (2005). *Leitfaden zur medizinischen Trainingsberatung. Rehabilitation bis Leistungssport* (2. Aufl.). Wien: Springer.
- Hamann, L. (2000). Functional Back Rehabilitation. *Athletic Therapy Today*, March 2000, 22-27.
- Hedin, S. (2002). *PNF - Grundverfahren und funktionelles Training*. München: Urban & Fischer.

- Hegner, J., Hotz, A. & Kunz, H. (2005). *Erfolgreich trainieren* (2. Aufl). Zürich: Akademischer Sportverband (Hrsg.).
- Henwood, T. R. & Taaffe, D. R. (2006). Short-term Resistance Training and the Older Adult. The Effect of Varied Programmes for the Enhancement of Muscle Strength and Functional Performance. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 26, 5, 305-313.
- Hois, G. & Ziegner, K. (2006). Grundlagen des mehrgelenkigen Trainings in Theorie und Praxis. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport* 2006, 22, 18-25.
- King, M. A. (2000). Core Stability. Creating a Foundation for Functional Rehabilitation. *Athletic Therapy Today*, March 2000, 6-13.
- Kovaleski, J. E., Kovaleski, S. J. & Pearsall, A. (2006). Functional Rehabilitation After Lateral Ankle Injury. *Athletic Therapy Today*, 11(3), 52-55.
- Krebs, D. E., Scarborough, D. M. & McGibbon, C.A. (2007). Functional vs. Strength Training in Disabled Elderly Outpatients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, Vol. 86, No. 2, 93-103.
- Lenhart, P. & Seibert, W. (2001). *Funktionelles Bewegungstraining. Muskuläre Dysbalancen erkennen, beseitigen und vermeiden* (6. Aufl.). München: Urban & Fischer.
- Liebenson, C. (2002). Functional Exercises. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 6(2), 108-116.
- Liebenson, C. (2002). Functional Training Part 1. New Advances. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 6(4), 248-254.
- Liebenson, C. (2002). Functional Training Part 3. Transverse Plane Facilitation. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 7(2), 97-100.
- Liebenson, C. (2003). Functional Training Part 2. Integrating Functional Training into Clinical Practice. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 7(1), 20-21.
- Liebenson, C. (2006). Functional Fitness Training. The Functional Reach. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10, 159-162.
- Liebenson, C. (2006). Functional Training for Performance Enhancement Part 1. The Basics. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10, 154-158.

- Liebenson, C. (2006). Functional Training for Performance Enhancement Part 2. Clinical Applications. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10, 206-207.
- MacAuley, D. (2007). Oxford Handbook of Sport and Exercise Medicine. Oxford: Oxford University Press.
- MacLean, C. & Taunton, J. (2001). Functional rehabilitation for the PCL-Deficient Knee. *Athletic Therapy Today*, November 2001, 32-38.
- McCrary, B. J. & Amato, H. K. (2004). Functional Strength and Proprioception Testing of the Lower Extremity. *Athletic Therapy Today*, 9(5), 60-61.
- Mullin, M. J. (2000). Functional rehabilitation of the Knee. *Athletic Therapy Today*, March 2000, 28-35.
- Narcessian, R. P. (1997). Concepts in Multi-Joint Movement. In H. Binkowski, M. Hoster, & H. U. Nepper, *Medizinische Trainingstherapie* (S. 28-43). Waldenburg: Sport-Consult-Verlag.
- Neumaier, A. (2003). *Koordinatives Anforderungsprofil und Koordinationstraining. Grundlagen Analyse, Methodik*. (3. Aufl.). Köln: Sportverlag Strauss.
- Petersen, C. (2006). Fit to Play – Tennis. Quick Functional Tests & Off and on Court Corrective Exercises. *SportEX Dynamics*, 8, 9-13.
- Prentice, W. E. (2004). *Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training* (4th ed.). New York: McGraw-Hills.
- Prentice, W. E. (2006). *Athletic Training, An Introduction to Professional Practice*. New York: McGraw-Hills.
- Radcliff, J. C. (2007). *Functional Training for Athletes at all Levels. Workouts for Agility, Speed and Power*. Berkeley: Ulysses Press.
- Radlinger, L., Bachmann, W., Homburg, J., Leuenberger, U. & Thaddey, G. (1998). *Rehabilitatives Krafttraining. Theoretische Grundlagen und praktische Anwendungen*. Stuttgart: Thieme.
- Ruiz, R. & Richardson, M. T. (2005). Functional Balance Training Using a Domed Device. *Strength and Conditioning Journal*, Vol. 27, No. 1, 50-55.
- Schönborn, R. (2006). *Optimales Tennistraining. Der Weg zum erfolgreichen Tennis vom Anfänger bis zur Weltspitze*. Balingen: Spitta.

- Scott, T. (2006). Don't get Caught in the Crunch. The Shift to Functional Training. *Canadian Chiropraktor, February 2006*, 40-41.
- Sipe, C. (2007). Improving Functional. Which are the most effective training programs for mature clients, and how can you best assess their current level of functional ability? *Fitness Journal, February 2007*, 52-59.
- Tittel, K. (2003). *Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen* (14. Aufl.). München: Urban & Fischer.
- Van den Berg, F. (Hrsg.) (2001). *Angewandte Physiologie 3. Therapie, Training, Tests*. Stuttgart: Thieme.
- Van den Berg, F. (2003). *Angewandte Physiologie 1. Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen*. (2. Aufl.). Stuttgart: Thieme.
- Weineck, J. (2002). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (12. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Whitehurst, M. A., Johnson, B. L., Parker, C. M., Brown, L. E. & Ford, A. M. (2005). The Benefit of a Functional Exercise Circuit for Older Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research, 2005, 19(3)*, 647-651.
- Willardson, J. M. (2007). Core Stability Training. Applications to Sports Conditioning Programs. *Journal of Strength and Conditioning Research, 2007, 21(3)*, 979-985.
- Wydra, G. & Winchenbach, H. (2004). *Eine funktionelle Übungsreihe für die Bauchmuskulatur. Lehrhilfen für den Sportunterricht, 53(4)*, 1-6.
- Wydra, G. (2000). Zur Funktionalität der Funktionsgymnastik. *Gesundheitsport und Sporttherapie*, 128-133.



## Abbildungsverzeichnis

- Abb.1. (S.17)      Abhängigkeiten der konditionellen Grundfaktoren
- Abb.2. (S.20)      Globales und lokales Muskelsystem
- Abb.3. (S.26)      Abhängigkeiten des Bewegungssystems
- Abb.4. (S.30)      Grundlagen der Progression im funktionellen Training für die  
Rehabilitation
- Abb.5. (S.46)      Progressionsmodell für funktionelles Training in der medizinischen  
Trainingspraxis

## Eigenständigkeitserklärung

"Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benützung der angegebenen Quellen verfasst haben."

Verfasser:                    Michel Durán    Beat Kind

Datum:                        19. Juni 2009

## Anhang A

### Systematische Literatursuche

<b>Gesichtete Bibliotheken und Datenbanken</b> (im Zeitraum von Sept. 08 – Jan. 09)	
Bibliotheken und Onlinekataloge	Datenbanken
Bibliothek Gesundheit ZHAW Winterthur*	CINAHL
ETH Bibliothek Zürich	MedLine
Informationsverbund IDS	PEDro
nebis Bibliotheksverbund	PubMed
Sportmediathek Magglingen*	Sponet
Universität Zürich Bibliothek Careum*	Sportdiscus
Zentralbibliothek Zürich*	SPORTQuest

\*inkl. Handsuche

<b>Zentrale Schlüsselwortsuche</b>	
Deutsch	Englisch
funktionell	functional
funktionell AND Training	functional AND training
funktionell AND Krafttraining	functional AND fitness
funktionell AND Bewegung	functional AND movements
funktionell AND Rehabilitation	functional AND strength AND training
funktionell AND Reha	functional AND strength
	functional AND rehabilitation
	functional AND rehab

<b>Ergänzende Schlüsselwortsuche</b>			
Deutsch		Englisch	
Key Words	Wortkombinationen	Key Words	Wortkombinationen
Bewegung	Bewegungsanpassung	Bodybuilding	Exercise therapy
Funktionell	Bewegungskoordination	Exercise	Fitness training
Gymnastik	Bewegungslehre	Fitness	Functional exercise
Koordination	Bewegungslernen	Functional	Functional rehabilitation
Kraft	Bewegungssteuerung	Gymnastics	Functional training
Lernen	Bewegungstherapie	Medicine	Motion therapy
Motorik	Bewegungstraining	Motion	Motor activity
Muskel	Fitness und Training	Motor	Motor skills
Physiotherapie	Funktionelle Gymnastik	Movement	Muscle strenght
Rehabilitation	Funktionelles Training	Muscle	Physical education
Sensomotorik	Koordinationstraining	Physical	Physical fitness
Sport	Krafttraining	Physiotherapy	Physical training
Therapie	Motorisches Lernen	Sports	Sports medicine
Training	Muskeltraining	Strength	Sports physiotherapy
	Sportmedizin	Therapy	Sports rehabilitation
	Sportmotorik	Training	Strength training
	Sportphysiotherapie		
	Sporttherapie		

## Anhang B

### Tabellarische Übersicht zentraler Kriterien und Rahmenbedingungen

analysierte Literatur	Kriterien und Rahmenbedingungen für funktionelles Training
Akuthota, Ferreiro, Moore, & Fredricson (2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftumsetzung über kinetische Ketten</li> <li>• Stabilisationsfähigkeit des Rumpfs als zentrales Element von Bewegung notwendig</li> <li>• keine identischen Bewegungen möglich</li> <li>• optimaler sensorischer Input als Voraussetzung für zielgerichtete Bewegung (Feedbackschleife)</li> <li>• dynamischer Aufbau und Progression</li> <li>• gute Voraussetzungen schaffen bezüglich Muskellänge, Beweglichkeit, Gelenksfunktion und Bewegungseffizienz</li> <li>• eher stehend mit automatisierter posturaler Kontrolle</li> <li>• nicht Muskeln trainieren sondern Bewegung</li> <li>• bei Übungsdurchführung Fokus auf Balance, Koordination und Bewegungspräzision</li> <li>• Bewegungen in allen drei Bewegungsebenen</li> <li>• Beschleunigung, Abbremsen und Stabilisation</li> </ul>
Albrecht (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbeziehen der stabilisierenden Muskulatur</li> </ul>
Altamirano, Futch & Spooner (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Progression bis zur sportspezifischen Beanspruchung</li> <li>• funktionelle Phase folgt nach der akuten Phase</li> <li>• Wiederherstellung der Mobilität als Voraussetzung für Spezifität</li> <li>• geschlossene und offene Kette je nach Rehabilitationsphase</li> <li>• bevorzugt mehrgelenkige Bewegungen</li> <li>• saubere Technik der Ausführung</li> <li>• Miteinbezug der Rumpfstabilität</li> <li>• variable Anpassung der Faktoren Tempo, Richtung, Unterlage</li> <li>• Adaption von Tests für die Evaluation des Status-quo</li> </ul>
Bernier, Sieracki & Levy (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• phasenspezifischer Aufbau (funktionelles Kontinuum)</li> <li>• Funktionalität ist relativ und abhängig von einer Vielzahl von Variablen</li> <li>• Betonung der posturalen Kontrolle und Balance</li> <li>• Erstellen der motorischen Muster vor zunehmender Belastung und Tempo</li> <li>• Progression (langsam-schnell, stabil-labil etc.)</li> </ul>
Bertram & Laube (2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversifikation als elementar für Transfer in Alltag und Sport</li> </ul>
Bizzini (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alltags-, Berufs-, oder Freizeitrelevanz der Bewegungsstrategien</li> <li>• verknüpft funktionelle Progression von Übungen mit motorischem Lernen</li> <li>• offene und geschlossene Kette ist eine unzureichende Klassifikation</li> <li>• funktionelle Voraussetzung sicherstellen -&gt; Gelenkfunktion, Beweglichkeit, Muskellänge und -funktion</li> <li>• Betonung der Propriozeption, Sensorik und Stabilisation</li> </ul>
Borsa, Sauers & Lephart (1999)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADL oder sportliche Beanspruchung definiert die Grundlagen der funktionellen Aufgabe</li> <li>• Betonung von Propriozeption und dynamischer Stabilisation</li> <li>• Erkennung und ergänzende therapeutische Behandlung von lokalen funktionellen Defiziten</li> <li>• objektive und subjektive Testings</li> <li>• motorisches Lernen, Automatisierung von Mustern</li> <li>• Progression</li> <li>• multisensorielle Beanspruchung</li> <li>• Energiespezifität</li> </ul>

analysierte Literatur	Kriterien und Rahmenbedingungen für funktionelles Training
Boyle (2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eher stehend</li> <li>• dynamische Stabilisation</li> <li>• mehrgelenkig</li> <li>• aufgabenbenspezifisch</li> <li>• betont Koordination und Propriozeption</li> <li>• Ganzkörperbewegungen in allen drei Bewegungsebenen</li> <li>• dynamischer Trainingsaufbau (funktionelles Kontinuum)</li> <li>• Bewegungen, nicht Muskeln trainieren</li> <li>• Analyse der spezifischen Beanspruchung in ADL oder Sport</li> </ul>
Brumitt (2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionell limitierende Faktoren eruieren</li> <li>• Aufbau in Stufen</li> <li>• Vorgängig Training von selektiver Muskelaktivierung, Rumpfstabilisation, Ausdauerfähigkeit und Muskelbalance</li> <li>• Steigerung zu spezifischen Bewegungsmustern</li> <li>• plyometrisches Training in der sportspezifischen Phase</li> </ul>
Dale (2005)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• motorische Kontrolle</li> <li>• komplexe Bewegungen</li> <li>• sportspezifisch</li> <li>• eher nicht unilateral</li> </ul>
De Bruin & Murer (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balance ist für alle ADL grundlegend funktionell</li> <li>• Stabilität und koordinierte Muskelaktivität bedingen sich</li> <li>• spezifischer Transfer besser als bei Maschinentraining</li> </ul>
Diemer & Sutor (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgangsstellung, Bewegungsausmass, Geschwindigkeit, Kontraktionsform sollten der reellen Anforderung möglichst nahe sein</li> <li>• offene und geschlossene Systeme sind funktionell</li> </ul>
Faries & Greenwood (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilität über FROM</li> <li>• Variabilität von Winkeln, Positionen und Tempo</li> <li>• Training des lokalen Systems vor Belastung im globalen System</li> <li>• Bewegungen in allen drei Bewegungsebenen</li> <li>• Spezifität bezüglich ADL oder Sport</li> <li>• Betonung von Koordination und Propriozeption</li> </ul>
Froböse (1992)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• normale Länge der Muskeln</li> <li>• variable Einsetzbarkeit statisch, dynamisch, grosse und kleine Widerstände</li> <li>• Kraft, Ausdauer und Koordination müssen bereits genügend vorhanden sein</li> <li>• alltags- und/oder sportspezifisch</li> <li>• eher mehrgelenkig</li> <li>• Vielfältigkeit</li> <li>• Einsatz des funktionellen Trainings zum motorischen Lernen, explizit nicht zum Kraftaufbau</li> </ul>
Froböse, Wilke, & Nellessen (2003)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training im geschlossenen System</li> <li>• isolierte muskuläre Defizite werden damit nicht behoben</li> </ul>

analysierte Literatur	Kriterien und Rahmenbedingungen für funktionelles Training
Gambetta (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrgelenkig und multiplanar</li> <li>• funktionell ist relativ zur Aufgabe zu verstehen</li> <li>• eher nicht isoliert</li> <li>• Timing in der kinetischen Kette</li> <li>• Spezifität (SAID-Prinzip)</li> <li>• Integration der anderen konditionellen Grundfaktoren</li> <li>• propriozeptiv fordernd</li> <li>• Tempo und ROM kontrollierbar</li> <li>• Identifikation der Trainingsprioritäten</li> <li>• zielorientierte Auswahl der Trainingsmittel- und Methode</li> <li>• passende Tests und Evaluationsmassnahmen festlegen</li> <li>• Bewegungen, nicht Muskeln trainieren</li> <li>• Berücksichtigung der unterschiedlichen Adaptionszeiten der unterschiedlichen Systeme</li> <li>• Evaluation des Kontextes der Beanspruchung von ADL oder Sport</li> </ul>
Glasgow (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse der pathophysiologischen Mechanismen als Voraussetzung -&gt; Rücksichtnahme auf klinische Zeichen</li> <li>• Leistungs- und Belastungskomponenten der Sportart genau herausfiltern -&gt; Erkennen von funktionellen Konsequenzen</li> <li>• konditionellen Voraussetzungen des Patienten definieren</li> <li>• stufengerechter Aufbau</li> <li>• dynamischer Prozess, ausgerichtet auf Patient</li> <li>• Integration der Kategorien Sensomotorik, Stabilität, Kraft, ROM und Ausdauer</li> <li>• aufgabenspezifische Muskelbelastung (Stabilisation und Bewegung)</li> <li>• energetisches System wirkt prädominant</li> <li>• präzise Technik -&gt; Abbruchkriterium</li> <li>• Bewegungen in allen drei Bewegungsebenen</li> <li>• multisensorische Beanspruchung</li> </ul>
Gotlin (2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschleunigen und abbremsen</li> <li>• Stabilisation gegen innere und äussere Krafteinwirkung</li> <li>• Bewegungen in allen drei Bewegungsebenen</li> <li>• Optimierung des Nerv-Muskel Zusammenspiels -&gt; Automatisierung der Bewegung</li> <li>• integrative Berücksichtigung von Schwerkraft und externen Reaktionskräften</li> <li>• alle konditionellen Grundfaktoren müssen im Training miteinbezogen werden</li> <li>• Sportspezifität</li> <li>• Training von verschiedenen Kraftqualitäten</li> <li>• motorisches Lernen integrieren</li> <li>• mehrgelenkig und multiplanar</li> </ul>
Hammann (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kein funktionelles Training in der akuten Phase</li> <li>• Integration der Rumpfstabilisation und -bewegung</li> <li>• eher stehend</li> <li>• Betonung der motorischen Kontrolle und Koordination</li> </ul>
Hedin (2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dem Alltag angepasst</li> <li>• Patient behandeln, nicht Körperteile (systemisches Denken)</li> <li>• Miteinbezug weiterer konditioneller Grundfaktoren</li> </ul>
Hois & Ziegner (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrgelenkig</li> <li>• soll ADL- oder sportspezifische Bewegungen unterstützen</li> <li>• bei mehrgelenkigen Bewegungen bei gleicher Last weniger Kraftaufwand -&gt; mehr Effizienz (Ökonomie)</li> </ul>

analysierte Literatur	Kriterien und Rahmenbedingungen für funktionelles Training
King (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lokale Behandlung vor funktionellem Training -&gt; mechanische Veränderungen beeinflussen neuromuskuläre Rekrutierung</li> <li>• motorisches Neu- oder Wiedererlernen muss vorgeschaltet werden</li> <li>• Aufbau von statisch zu dynamisch</li> <li>• Betonung von Koordination und Timing</li> </ul>
Kovaleski, Kovaleski & Pearsall (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individualisierung des Aufbaus</li> <li>• Progression</li> <li>• flankierender Einsatz ergänzender therapeutischer Behandlungen und Methoden</li> <li>• verletzungsspezifisch</li> <li>• Bewegungsmuster aus Sport oder ADL imitieren</li> <li>• Anpassung verschiedener Parameter im Verlauf der Rehabilitation (Tempo, Labilität, Belastung, Komplexität)</li> <li>• Kontrolle und Reflexion der Ausführung</li> </ul>
Krebs, Scarborough, & McGibbon (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aufgabenspezifische Ausrichtung -&gt; mehr Outcome als bei nicht aufgabenorientiertem Krafttraining</li> </ul>
Lenhart & Seibert (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• räumlich, zeitlich, dynamisch und statisch der motorischen Aufgabe entsprechend</li> </ul>
Liebenson (2002) Functional Exercises	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezifität (SAID-Prinzip)</li> <li>• Angepasstheit an Anforderungsprofil aus ADL, Sport oder Freizeit</li> <li>• eingelenkige oder mehrgelenkige Bewegungen je nach Rehabilitationsphase</li> <li>• Ausrichtung auf funktionelles Endziel</li> <li>• Identifizierung des entscheidenden Bewegungsglieds in der kinetischen Kette</li> <li>• signifikanter Trainingsreiz bei genügender Stabilisation</li> </ul>
Liebenson (2002) Functional Training	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbezug des ganzen Körpers in 3D-Bewegungen</li> <li>• Rumpf als zentrales Verbindungsglied der unteren und oberen Extremitäten einbeziehen -&gt; dynamische Rumpfkontrolle</li> <li>• Steigerung von uniplanaren zu triplanaren Bewegungen</li> <li>• Orientierung an Zielen und Anforderungen der Patienten</li> <li>• Schmerz bei der Übung kann sinnvoll sein</li> <li>• funktionelles Assessment und Wiederbefunde zur Überprüfung der Anpassungen</li> <li>• selektive Stabilisationsfähigkeit</li> </ul>
Liebenson (2003)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eruiieren der spezifischen, die funktionelle Bewegung limitierenden, Elemente</li> <li>• Evaluation der funktionellen Pathologie vor Umsetzung des Training</li> <li>• Quellen möglicher biomechanischer Überlastung identifizieren</li> </ul>
Liebenson (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• festlegen der funktionellen ROM</li> <li>• zielorientierte Ausrichtung</li> <li>• labile Unterlagen erst bei guter koordinativer Fähigkeit</li> <li>• alltags- oder sporttypische Bewegungsmuster gegen die Schwerkraft</li> <li>• Vergleichbarkeit der Übung mit der Zielaktivität (Tempo, Widerstand, Ausgangsstellung, Koordination etc.)</li> </ul>

analysierte Literatur	Kriterien und Rahmenbedingungen für funktionelles Training
MacLean & Taunton (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geschlossene Kette</li> <li>• Betonung exzentrische Krafftähigkeit</li> <li>• Ausgeglichenheit schaffen zwischen agonistischer und antagonistischer Muskelbereiche (Musclebalance)</li> <li>• funktionelle Wiederherstellung ist multifaktoriell bedingt und beinhaltet Propriozeption, ROM, Kraft, Gewandtheit und Vertrauen</li> <li>• Progression nach Patient und nicht nach Zeit</li> <li>• zunehmende Angleichung der funktionellen Aufgaben an Bewegungsmuster aus ADL oder Sport</li> </ul>
Mullin (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voraussetzung bildet das Verständnis der pathophysiologischen Mechanismen</li> <li>• ergänzende therapeutische Massnahmen sinnvoll</li> <li>• Steigerung der Rumpfstabilität und der posturalen Kontrolle</li> <li>• zunehmende Imitation von Bewegungsmustern aus ADL oder Sport</li> <li>• Progression</li> <li>• mehrgelenkig eher funktionell -&gt; abhängig von Phasenverlauf</li> <li>• Berücksichtigung von Exzentrik, Tempo, FROM</li> <li>• spezifische Testings im Phasenverlauf</li> </ul>
Narcessian (1997)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrgelenkige Bewegungen-&gt; Funktionalität in eingelenkigen Bewegungen existiert nicht</li> <li>• keine eingelenkigen Bewegungen um mehrgelenkige Muskeln zu trainieren</li> <li>• eingelenkig eignet sich nicht für Förderung der motorischen Fertigkeiten</li> </ul>
Prentice (2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschleunigung und Abbremsung</li> <li>• optimales Bewegungsausmass</li> <li>• dynamische Stabilisation während der Bewegung</li> <li>• genaue Dosierung, Anpassung der zu entfaltenden Kraft</li> <li>• sport- oder alltagsspezifische Bewegungen am Ende des Rehabilitationsprozesses</li> <li>• zu Beginn der Rehabilitation weniger Augenmerk auf Sportspezifität, sondern auf Sicherheit</li> </ul>
Prentice (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezifität (SAID-Prinzip)</li> <li>• Progression</li> </ul>
Radcliff (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spezifische Ausrichtung auf ADL oder Sport</li> <li>• bewegen des Körpereigengewichts in allen Bewegungsebenen</li> <li>• eher stehend</li> <li>• posturale Kontrolle und Gelenkstabilisation</li> <li>• Richtungskomponenten und Tempo gemäss Sport</li> <li>• Bewegung in allen drei Bewegungsebenen</li> <li>• dynamische Balance und Rumpfstabilisation</li> </ul>
Radlinger (1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwandtschaft der trainierten Bewegung zu Alltag oder Sport</li> <li>• Unterscheidung anatomisch funktionell und alltagsfunktionell</li> <li>• dynamische oder isometrische Muskelaktion -&gt; dynamisch ist eher funktionell</li> </ul>
Ruiz & Richardson (2005)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balance als Grundlage aller Bewegungen</li> <li>• Beanspruchung des ganzen Körpers</li> <li>• Bewegung bei gezielter Stabilisation</li> </ul>
Scott (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training in Muskelketten, wie sie in ADL und Sport vorkommen</li> <li>• instabiler Untergrund als Steigerung -&gt; soll Transfer in ADL / Sport vereinfachen</li> </ul>



analysierte Literatur	Kriterien und Rahmenbedingungen für funktionelles Training
Sipe (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aufgabenspezifisch</li> <li>• Replikation von Bewegungen aus ADL oder Sport</li> <li>• wenn möglich Ganzkörperbewegungen, eher nicht isolierte Muskelbewegungen</li> <li>• kennen der physischen Limitierungen</li> <li>• Betonung der motorischen Kontrolle und Koordination</li> </ul>
Van den Berg (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwandtschaft zu Alltags- und Sportbewegungen</li> <li>• Unterscheidung anatomisch funktionell und alltagsfunktionell</li> <li>• funktionelles Training gegen den Schluss der Rehabilitation für den Transfer</li> </ul>
Willardson (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilisation als Grundvoraussetzung für Bewegungskontrolle</li> <li>• angepasste Destabilisierung je nach ADL oder Anspruch im Sport -&gt; Sprünge, Richtungswechsel, externe Störung des Gleichgewichts</li> <li>• statische Balance alleine nicht sinnvoll, dynamische Balance essentiell für Transfer</li> </ul>
Wydra & Winchenbach (2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muss Koordination beinhalten</li> <li>• zunehmende Freiheitsgrade bedeutet zunehmende Funktionalität</li> <li>• funktionell steht immer in Bezug zum Üben</li> </ul>
Wydra (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geschlossene Ketten</li> <li>• variable Kontraktionsform</li> <li>• Bewegung über Muskelschlingen</li> <li>• gezielte Variation der Ausführung und der Bedingungen</li> <li>• isokinetisch ist unfunktionell</li> <li>• funktionell steht immer in Bezug zum Üben</li> </ul>