



**BSA-Akademie**

Prävention, Fitness, Gesundheit

School for Health Management

Lehrbrief

Trainer/in für Sportrehabilitation

---

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	3
Wegweiser durch den Lehrbrief.....	9
Übergeordnete Lernziele des Fernlehrgangs .....	12
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>13</b>
<b>2 Rehabilitatives Training in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen – Möglichkeiten und Grenzen .....</b>	<b>20</b>
2.1 Qualitätsstandards für die Durchführung eines rehabilitativen Trainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen.....	20
2.2 Rechtliche Voraussetzungen .....	21
2.3 Organisatorische Voraussetzungen.....	22
2.4 Räumliche Voraussetzungen .....	23
2.5 Personelle Voraussetzungen .....	24
2.6 Apparative Voraussetzungen .....	25
2.7 Kundenvoraussetzungen für den Beginn des rehabilitativen Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung.....	29
<b>3 Physiologische Aspekte des rehabilitativen Trainings .....</b>	<b>33</b>
3.1 Immobilisationsfolgen der aktiven und passiven Strukturen des Bewegungssystems.....	33
3.1.1 Immobilisationsfolgen des Muskels .....	34
3.1.2 Immobilisationsfolgen des Knorpels .....	35
3.1.3 Immobilisationsfolgen des Kapsel-Band-Apparates und der Sehnen .....	36
3.1.4 Immobilisationsfolgen des Knochens .....	38
3.2 Anpassungen der aktiven und passiven Strukturen des Bewegungssystems an überschwellige Trainingsreize .....	39
3.2.1 Anpassungen des Muskels.....	41
3.2.2 Anpassungen des Knorpels.....	42
3.2.3 Anpassungen des Kapsel-Band-Apparates und der Sehnen .....	43
3.2.4 Anpassungen des Knochens .....	43
3.3 Grundlagen der Wundheilung.....	44
3.3.1 Die Entzündungsphase .....	46
3.3.2 Die Proliferationsphase .....	47
3.3.3 Die Remodulierungsphase.....	47
3.3.4 Einflussfaktoren auf die Wundheilung .....	49
<b>4 Das Fünf-Stufen-Modell der Trainingssteuerung des rehabilitativen Trainings .....</b>	<b>54</b>
4.1 Diagnose.....	55
4.2 Zielsetzung .....	63
4.3 Trainingsplanung.....	64
4.4 Trainingsdurchführung.....	65
4.5 Evaluation des Trainings.....	66

<b>5</b>	<b>Diagnose – Funktionelle Untersuchung des Bewegungssystems .....</b>	<b>70</b>
5.1	Haltungsinspektion .....	70
5.2	Die Neutral-Null-Methode .....	73
5.2.1	Beweglichkeitsuntersuchung der Wirbelsäule.....	74
5.2.2	Beweglichkeitsuntersuchung des Schultergürtels .....	79
5.2.3	Beweglichkeitsuntersuchung des Schultergelenkes .....	79
5.2.4	Beweglichkeitsuntersuchung des Ellenbogengelenkes .....	82
5.2.5	Beweglichkeitsuntersuchung des Hüftgelenkes .....	84
5.2.6	Beweglichkeitsuntersuchung des Kniegelenkes .....	87
5.2.7	Beweglichkeitsuntersuchung des Sprunggelenkes .....	88
<b>6</b>	<b>Zielsetzung – Ziele des rehabilitativen Trainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen.....</b>	<b>92</b>
<b>7</b>	<b>Trainingsplanung – Das Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings in der Rehabilitation.....</b>	<b>97</b>
7.1	Sensorikverbesserung/Propriozeption.....	97
7.2	Allgemeines und lokales Muskelausdauertraining/bradytrophes Training .....	98
7.3	Kraftausdauertraining .....	99
7.4	Hypertrophietraining .....	99
7.5	Neuromuskuläres Training.....	100
7.6	Arbeits- und sportartspezifisches Training.....	101
<b>8</b>	<b>Trainingsplanung – Propriozeptives Training.....</b>	<b>106</b>
8.1	Neuromuskuläre Grundlagen des propriozeptiven Trainings .....	107
8.2	Propriozeptives Training der oberen und unteren Extremität sowie des Rumpfes .....	115
<b>9</b>	<b>Trainingsplanung des rehabilitativen Krafttrainings .....</b>	<b>123</b>
9.1	Das Phasenmodell des rehabilitativen Krafttrainings nach der ILB-Methode.....	123
9.2	Rehabilitatives Krafttraining nach der ILB-Methode am Beispiel der vorderen Kreuzbandruptur .....	128
<b>10</b>	<b>Trainingsplanung – Funktionelle Aspekte des rehabilitativen Krafttrainings.....</b>	<b>134</b>
10.1	Training im offenen und geschlossenen System.....	134
10.2	Apparatives Training versus Training mit freien Gewichten .....	138
10.3	Dynamisches versus statisches Training .....	140
10.4	Stellenwert des exzentrischen Muskeltrainings im Rahmen des rehabilitativen Trainings.....	141
10.5	Die Belastungsdauer und die Gestaltung der Bewegungsgeschwindigkeit im Rahmen des rehabilitativen Krafttrainings .....	142
<b>11</b>	<b>Trainingsplanung – Rehabilitatives Training bei ausgewählten Erkrankungen des Bewegungssystems.....</b>	<b>146</b>
11.1	Krankheitsbilder des Schultergelenkes .....	146
11.1.1	Schulterluxation.....	146
11.1.2	Impingement-Syndrom .....	152
11.1.3	Rotatorenmanschettenruptur.....	158

<b>11.2 Krankheitsbilder des Ellenbogengelenkes</b> .....	<b>165</b>
11.2.1Epicondylitis humeri radialis.....	165
11.2.2Epicondylitis humeri ulnaris .....	169
<b>11.3 Krankheitsbilder der Wirbelsäule</b> .....	<b>174</b>
11.3.1Bandscheibenvorwölbung (Protrusion).....	174
11.3.2Bandscheibenvorfall (Prolaps).....	177
<b>11.4 Exkurs: Arthrose</b> .....	<b>186</b>
<b>11.5 Krankheitsbilder des Hüftgelenkes</b> .....	<b>191</b>
11.5.1Coxarthrose.....	191
11.5.2Hüft-Total-Endoprothese.....	197
<b>11.6 Krankheitsbilder des Kniegelenkes</b> .....	<b>201</b>
11.6.1Gonarthrose.....	201
11.6.2Chondropathia patellae .....	206
11.6.3Meniskusläsion .....	213
11.6.4Vordere Kreuzbandruptur .....	219
11.6.5Hintere Kreuzbandruptur .....	225
11.6.6Innenbandruptur .....	228
<b>11.7 Krankheitsbilder des Sprunggelenkes</b> .....	<b>233</b>
11.7.1Außenbandruptur .....	234
11.7.2Achillessehnenruptur.....	238
<b>12 Beispielhafte Trainingsplanung nach einem Bandscheibenprolaps</b> .....	<b>242</b>
<b>Nachwort</b> .....	<b>253</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>255</b>
Lösungen und Kommentare zu den Übungen.....	255
Tabellenverzeichnis.....	268
Abbildungsverzeichnis.....	270
Glossar .....	273
Literaturverzeichnis.....	280



## 10 Trainingsplanung – Funktionelle Aspekte des rehabilitativen Krafttrainings

---



### Lernziele

---

#### Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie den Begriff des Trainings im offenen und geschlossenen System definieren,
  - können Sie zwischen Übungen im offenen und geschlossenen System differenzieren,
  - können Sie die Vor- und Nachteile beider Übungssysteme erläutern und beide Übungssysteme in Abhängigkeit von dem vorliegenden Verletzungsbild sinnvoll aufeinander abgestimmt in den Trainingsprozess integrieren,
  - können Sie erklären, welche Vor- und Nachteile das maschinengestützte Training und das Freihanteltraining haben und beide Trainingsmöglichkeiten sinnvoll aufeinander abgestimmt in den Trainingsprozess integrieren,
  - können Sie erläutern, welche Vor- und Nachteile das statische und das dynamische Training haben und beide muskulären Arbeitsformen sinnvoll aufeinander abgestimmt in den Trainingsprozess integrieren,
  - können Sie die Bedeutung des exzentrischen Trainings für das muskuläre Aufbautraining erläutern,
  - können Sie die Bedeutung der Bewegungsgeschwindigkeit für das muskuläre Aufbautraining beschreiben,
  - können Sie erläutern, welche Bewegungsgeschwindigkeiten für welche Trainingsmethode geeignet sind.
- 

Ein Muskeltraining nach Verletzungen oder bei degenerativen Erkrankungen des Bewegungssystems stellt sowohl für den Betroffenen als auch für den betreuenden Trainer immer eine besondere Trainingssituation dar. Neben allgemeinen Grundlagen und Prinzipien des Krafttrainings sowie den in Kapitel 7 und 9 vorgestellten speziellen Grundlagen des rehabilitativen Krafttrainings gibt es noch eine ganze Reihe von funktionellen und biomechanischen Besonderheiten, die es beim Training zu berücksichtigen gilt. Diese Aspekte werden im folgenden Kapitel dargestellt und näher erläutert.

### 10.1 Training im offenen und geschlossenen System

Ziel des rehabilitativen Krafttrainings ist es, die Muskulatur in ihrer vollen physiologischen Bewegungsfunktion wiederherzustellen. Dabei stellt ein einzelner Muskel immer nur ein Glied in einer funktionellen Kette dar. Der Muskel darf in seiner Funktion also nie isoliert betrachtet werden, sondern muss immer in einem funktionellen Ge-

samtzusammenhang gesehen werden. In diesem Kontext spricht man auch von Muskelketten oder Muskelschlingen. Um den Unterschied zwischen der Funktionsweise und dem Training einzelner Muskelgruppen und Muskelketten zu verdeutlichen, wurden im Bereich des rehabilitativen Krafttrainings die beiden Begriffe des offenen und geschlossenen Systems geprägt.

Das so genannte offene System bezeichnet das Training isolierter Muskeln bzw. Muskelgruppen, wie man es z. B. von vielen eingelenkigen Übungen kennt. Ein klassisches Beispiel ist das Beinstrecken an der Maschine. Dabei wird die vordere Oberschenkelstreckmuskulatur (M. quadriceps femoris) vollkommen isoliert trainiert ohne eine weitere Beteiligung anderer Muskelgruppen wie z. B. der Beinbeugemuskulatur.



### Definition „offenes System“

„Eine Bewegung im offenen System liegt dann vor, wenn das Endglied eines Körpersegmentes (distales Körpersegment) bei der Bewegungsausführung frei beweglich ist“ (Freiwald & Engelhardt, 1996, S. 787).

Ein Übungsbeispiel hierfür ist die Kniegelenkextension an der Beinstreckmaschine. Das Endglied der unteren Extremität, der Fuß, ist frei beweglich, d. h. der Kraftansatzpunkt liegt oberhalb des Sprunggelenkes.

Das so genannte geschlossene System bezeichnet das Training einer Vielzahl von Muskeln innerhalb einer kinematischen Kette, wie es z. B. bei mehrgelenkigen Übungen der Fall ist. Ein klassisches Beispiel stellt das Beinpressen oder die Kniebeuge dar. Bei diesen Übungen wird die gesamte Streckmuskulatur der unteren Extremität aktiviert (Waden, Oberschenkel- und Hüftstreckmuskulatur). Gleichzeitig muss die antagonistisch wirkende Beugemuskulatur aktiv stabilisieren und bei der Hüftstreckung mitwirken. Bei Übungen im geschlossenen System werden sowohl die Agonisten bzw. die Synergisten als auch die Antagonisten in unterschiedlicher Weise gefordert.



### Definition „geschlossenes System“

„Eine Bewegung im geschlossenen System liegt dann vor, wenn das Endglied eines Körpersegmentes (distales Körpersegment) bei der Bewegungsausführung fixiert ist“ (Freiwald & Engelhardt, 1996, S. 787).

Ein Übungsbeispiel hierfür ist die Beinpresse. Das Endglied der unteren Extremität, der Fuß, hat mit der Druckplatte Kontakt.

Die entscheidende Frage, die sich für den Trainer in diesem Zusammenhang stellt, ist, unter welchen Voraussetzungen und zu welchem Zeitpunkt das offene oder geschlossene System für das Training bei einem bestimmten Verletzungsbild besser geeignet ist. Eine allgemein gültige Antwort auf diese Frage gibt es leider nicht. Nahezu alle Bewegungen des Menschen werden in unterschiedlicher Art und Weise in beiden Sys-

temen ausgeführt. So wird das Standbein beim Gehen im geschlossenen, das Vorschwingen des Spielbeines hingegen im offenen System bewegt. Die meisten Bewegungen der oberen Extremität erfolgen im offenen Bewegungssystem. Beide Trainingsvarianten haben sowohl Vor- als auch Nachteile, die es gründlich gegeneinander abzuwägen gilt. Der Einsatz hängt letztendlich von der Art der Verletzung, dem Rehabilitations- bzw. Heilungsstadium und den individuellen Voraussetzungen der Person ab.

Am **Beispiel** der vorderen Kreuzbandruptur wird die dargestellte Problematik noch einmal erläutert:

Nach einem Riss des vorderen Kreuzbandes kommt es auf Grund einer längeren Immobilisationsdauer bzw. Inaktivität zu zahlreichen Funktionseinbußen der gelenkumgebenden Strukturen. Besonders die kniegelenkstabilisierende Muskulatur ist von den Folgen der Inaktivität betroffen und teilweise erheblich atrophiert. Das trifft in hohem Maße auf die Knieextensoren (M. quadriceps femoris), aber auch auf die Knieflexoren zu. Ein wichtiges Ziel des muskulären Aufbautrainings ist es, die atrophierte Muskulatur aufzutrainieren und ihre volle physiologische Funktionsfähigkeit wiederherzustellen. Unter Berücksichtigung des bestehenden Verletzungsbildes müssen sowohl für die Knieextensoren als auch für die Knieflexoren geeignete Trainingsübungen ausgewählt werden. Hauptaufgabe der geeigneten Übungsauswahl ist es, auf der einen Seite einen optimalen Kräftigungseffekt der Zielmuskulatur zu erreichen, auf der anderen Seite dabei die Bandrekonstruktion nicht zu überlasten bzw. zu schädigen. Geeignete Zielübungen, um den M. quadriceps femoris aufzutrainieren, wären z. B. das Bein Strecken, das Beinpressen oder die Kniebeuge. Dabei handelt es sich sowohl um Übungen im offenen als auch im geschlossenen System. Beide Übungsvarianten wirken sich jedoch sehr unterschiedlich auf die verletzten Strukturen aus, so dass hierbei genau zu differenzieren ist, welche Übung bzw. welches System besser für ein stressarmes Quadrizepstraining geeignet ist.

So ist der Hauptkritikpunkt an der Bewegungsausführung im offenen System (Bein Strecken), dass durch den freien distalen Kraftansatzpunkt am Unterschenkel eine Ko-Aktivierung weiterer Muskelgruppen, wie z. B. der Beinbeuger, fehlt. Dadurch treten ungünstige Scherkräfte im beteiligten Gelenk und seinen Weichteilstrukturen auf. Bei zunehmender Streckung kommt es auf Grund der fehlenden Muskelstabilisierung des Kniegelenkes durch die Beinbeugemuskulatur zu einem Vorschub des Unterschenkels nach vorne und damit zu einer übermäßigen Zugbeanspruchung des vorderen Kreuzbandes, welche im ungünstigsten Fall zu einer Ruptur des Bandersatzes führen kann.

Bei Übungen in der geschlossenen kinematischen Kette hingegen, wie z. B. bei einer Kniebeuge, wird durch die simultane Anspannung der Kniestrecker und -beuger (Ko-Aktivierung) der Zug bzw. die Spannung auf das vordere Kreuzband erheblich reduziert (Freiwald & Engelhardt, 1996, S. 787–792).

Aber auch das auf den ersten Blick vermeintlich vorteilhafte Training im geschlossenen System ist bei bestimmten Verletzungsbildern nicht ohne Nachteil. EMG Untersuchungen zeigen eine unterschiedliche Muskelaktivierung zwischen Übungen im offenen und im geschlossenen System (Banzer & Neumann, 1995, S. 98–100). So konnte in einer Studie an verletzten Personen (VKB-Riss) mit einer eingeschränkten Leistungsfähigkeit der Kniestrecker und einem ausschließlichen Training im geschlossenen System

an der Beinpresse gezeigt werden, dass sich nicht die Leistungsfähigkeit der insuffizienten Kniestreckmuskulatur verbesserte, sondern dass deren Funktion durch andere Muskeln (Hüftstreckmuskulatur) übernommen wurde und diese hypertrophierten. Aus diesem Grund ist es notwendig, unter Berücksichtigung der bestehenden Kontraindikationen sowohl Übungen im offenen System einzusetzen, um zunächst isoliert spezifische Muskeldefizite ausgleichen zu können, als auch Übungen im geschlossenen System zu integrieren, um die Muskulatur in ihrem funktionellen Bewegungsmuster zu trainieren.

**Fazit:**

Das Training im offenen System bietet einen größeren quantitativen Reiz für die Quadrizepsmuskulatur, belastet aber das vordere Kreuzband wesentlich mehr und stellt in diesem Moment einen unfunktionellen Reiz dar. Das Training im geschlossenen System stellt hingegen ein funktionelles Training dar, bei dem physiologische Bewegungsmuster durch intermuskuläre Koordinationsprozesse gebahnt werden und zugleich ein das Transplantat schonendes und effektives Quadrizepstraining durchgeführt werden kann. Beide Übungssysteme haben ihre Berechtigung. Der Einsatz muss jedoch sinnvoll kombiniert werden.

Abschließend sind in den beiden Tab. 25 und Tab. 26 die wichtigsten Vor- und Nachteile beider Trainingsvarianten aufgeführt.

Tab. 25: Vor- und Nachteile des Trainings im offenen System (©BSA/DHfPG)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• isoliertes Training eines Muskels möglich</li> <li>• keine Kompensationsmöglichkeit durch andere Muskelgruppen</li> <li>• kaum axiale Druckbelastungen</li> <li>• motorisch einfach auszuführende Bewegung</li> <li>• keine Ausweichbewegungen möglich</li> <li>• wenig Fehlerbilder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „unphysiologische“ Gelenkmechanik</li> <li>• Auftreten von Scher- und Schubkräften</li> <li>• alltagsfremde Bewegungen</li> <li>• keine komplexen Bewegungsmuster</li> <li>• keine Sicherung des Gelenkes durch weitere Muskeln</li> </ul>

Tab. 26: Vor- und Nachteile des Trainings im geschlossenen System (©BSA/DHfPG)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• alltagsnahe Bewegung</li> <li>• Training in Muskelketten (funktionelle Bewegungsmuster)</li> <li>• Entlastung der Bandstrukturen durch physiologische Gelenkmechanik und muskuläre Sicherung</li> <li>• Verbesserung der intermuskulären Koordination</li> <li>• kaum Auftreten von Scherkräften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• höhere axiale Belastungen</li> <li>• keine Isolierung eines einzelnen Muskels möglich</li> <li>• Kompensationsmöglichkeit durch synergistisch wirkende Muskeln</li> <li>• schwieriger technischer Bewegungsablauf</li> <li>• mehr Fehlerbilder</li> </ul>





## Übung 10.1

Finden Sie jeweils fünf verschiedene Beispiele für Übungen im offenen und geschlossenen System. Berücksichtigen Sie dabei sowohl Übungen für die obere als auch für die untere Extremität.

## 10.2 Apparatives Training versus Training mit freien Gewichten

Die Entwicklung von Trainingsgeräten für kommerzielle Fitness- und Gesundheitseinrichtungen hat sich in den letzten Jahren dahingehend verändert, dass die koordinativen Anforderungen immer weiter minimiert wurden. Die Maschinen werden häufig so konstruiert, dass der Trainierende relativ wenig falsch machen kann. Aus diesem Grund finden sich in den meisten kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen mittlerweile überwiegend Maschinen für das Krafttraining. Der Hantelbereich ist demgegenüber verhältnismäßig klein, in einigen Einrichtungen ist er sogar überhaupt nicht mehr vorhanden. Ein Grund liegt mitunter darin, dass dem Hanteltraining nach wie vor das Negativimage des Bodybuildings anhaftet, von dem sich gerade viele Gesundheitseinrichtungen abgrenzen möchten.

In Kapitel 8 wurde die Bedeutung der Koordination bzw. Propriozeption als Grundlage für eine zielgerichtete und harmonische Muskelsteuerung bereits hervorgehoben. Gerade unter dem Aspekt der Rehabilitation einer zuvor verletzten Struktur ist die Reorganisation und damit die Wiederherstellung der vollen neuromuskulären Qualität eine wichtige Zielsetzung des Trainings. Trainingsgeräte, die lediglich ein- oder zweidimensionale Bewegungsausführungen zulassen, sind für die Entwicklung der koordinativen Fähigkeiten, wie z. B. der intermuskulären Koordination, nur bedingt geeignet. Andererseits ist das Training an Maschinen auf Grund der vorgegebenen Bewegungsbahnen mit wesentlich weniger Fehlerquellen behaftet und birgt dadurch für den Trainierenden ein geringeres Verletzungsrisiko. Sowohl das Training an den Maschinen als auch das Training mit freien Gewichten beinhalten eine ganze Reihe von Vor- und Nachteilen für das rehabilitative Krafttraining in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung. Für den Trainer ist es daher äußerst wichtig, nach Abwägung aller Vor- und Nachteile beider Übungsarten geeignete Übungen für den Rehabilitanden auszuwählen.

In den beiden Tab. 27 und Tab. 28 sind die wichtigsten Vor- und Nachteile des apparativ gestützten Gerätetrainings und des Hanteltrainings dargestellt.