Wolfgang Friedrich

OPTIMALES TRAINERWISSEN

Sporttheorie und Sportpraxis für Trainer und Übungsleiter

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

spitta

WLSB

Optimales Trainerwissen

Wolfgang Friedrich

Über den Autor:

Dr. Wolfgang Friedrich ist Magister der Sportbiologie und Sportwissenschaft sowie Diplom-Sportlehrer. Er lehrt seit über 25 Jahren als Studienleiter des Württembergischen Landessportbundes (WLSB) an der Landessportschule Albstadt und hat in dieser Funktion über 7000 C-Trainer unterschiedlicher Sportarten ausgebildet. Er ist u.a. Experte für Ernährungs- und Regenerationsfragen. In den Jahren 2006 bis 2011 war er zudem als Dozent für den Bereich Sport und Ernährung an der Elite-Universität Konstanz tätig. Er war Tischtennis-Leistungssportler, hat selbst Bundesliga gespielt, ist im Besitz der DTTB Bundesligatrainer-Lizenz und war fast 20 Jahre im Lehrausschuss des DTTB für den Bereich der Traineraus- und -fortbildung zuständig. Er bildete zudem über 1000 Bundesligatrainer unterschiedlicher Sportarten aus.

Neben seinem großen Fachexpertenwissen verfügt er über viel praktische Erfahrung in der Zusammenarbeit mit Sporttrainern und Sportprofis sowie ambitionierten Breitensportlern.

Im Spitta Verlag erschienen von ihm bereits die beiden Schulbücher »Optimales Sportwissen« und »Fit im Schulsport« sowie die sportwissenschaftlichen Bücher »Optimale Regeneration« in der 2. und das Buch »Optimale Sporternährung« in der 4. Auflage und das Lernheft »Workbook Optimale Regeneration im Sport«.

Optimales Trainerwissen

Sporttheorie und Sportpraxis für Trainer und Übungsleiter

Wolfgang Friedrich

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

Spitta GmbH · Ammonitenstraße 1 · 72336 Balingen · www.spitta.de

Anschrift des Autors:

Dr. Wolfgang Friedrich
Im Brühl 1/2
72144 Dusslingen

Copyright 2022, by Spitta GmbH
Ammonitenstraße 1, D-72336 Balingen
www.spitta-sport.de
M-1004506103

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwendung, vorbehalten. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Projektleitung: Christian Koch
Covergestaltung: Johannes Kistner
Lektorat: Irina Strohecker, Gundelfingen
Satz: Banholzer Mediengestaltung, Rottweil
E-Book: Zeilenwert Gmbh, Rudolstadt

Inhalt

Vorwort 11

1 Der gute Trainer 13
1.1 Kompetenzen eines Trainers bzw. Übungsleiters 13
1.1.1 Fachkompetenz 13
1.1.2 Sozialkompetenz 14
1.1.3 Methoden- und Organisationskompetenz 15
1.1.4 Personale Kompetenz 15
1.2 Trainer im Kinder- und Jugendbereich 16
1.3 Zum Verhalten der Kinder und Jugendlichen im Training 18
1.4 Das richtige Maß finden 19
1.5 Grundsätzliche Überlegungen 19
1.6 Problematisches Trainerverhalten im Kinder- und Jugendtraining 20
1.7 Was sollte man im Umgang mit Jugendlichen beachten? 20
1.8 Zusammenfassung 21

2 Theorie und Methodik des Trainings und Trainierens 23
2.1 Sportliche Leistungsfähigkeit 26
2.2 Langfristige Trainingsplanung 27
2.2.1 Allgemeine Grundausbildung 31
2.2.2 Nachwuchstraining 31
2.2.3 Hochleistungstraining 32
2.3 Zum Anforderungsprofil von Sportarten 34
2.4 Zusammenfassung 37

3 Allgemeine Gesetzmäßigkeiten des Trainings und Trainingsprinzipien 39
3.1 Allgemeine Gesetzmäßigkeiten des Trainings 40
3.1.1 Qualitätsgesetz (physiologisches Gesetz) 40
3.1.2 Reizschwellengesetz 40
3.1.3 Gesetz der Anpassungsfestigkeit 41
3.1.4 Gesetz der Homöostase und Superkompensation 42
3.1.5 Gesetz zum Verlauf der Leistungsentwicklung 44
3.1.6 Gesetz der Trainierbarkeit 45
3.2 Trainingsprinzipien 46
3.2.1 Übergeordnetes Leitprinzip: Prinzip der Entwicklungs- und Gesundheitsförderung 47
3.2.2 Prinzip der progressiven Belastungssteigerung 48
3.2.3 Prinzip der Variation der Trainingsbelastung 49
3.2.4 Prinzip der Wiederholung und Kontinuität 49
3.2.5 Prinzip der Periodisierung und Zyklisierung 50
3.2.6 Prinzip der zunehmenden Spezialisierung 52

4 Sportbiologie 54
4.1 Aktiver Bewegungsapparat: Muskulatur, Energiebereitstellung und Herz-Kreislauf-System 54
4.1.1 Die Muskulatur 54
4.1.2 Die Energiebereitstellung 59
4.1.3 Das Herz-Kreislauf-System 65

4.2 Passiver Bewegungsapparat: Gelenkaufbau und Gelenkarten ... 68
4.2.1 Gelenkaufbau ... 69
4.2.2 Gelenkarten ... 70
4.2.3 Agonist und Antagonist in der sportlichen Bewegung ... 70
4.2.4 Kniegelenk ... 72
4.2.5 Sprunggelenke und Fuß ... 72
4.2.6 Wirbelsäule ... 73
4.2.7 Schultergelenk ... 75

5 »Klassische« Methoden der Belastungssteuerung im Konditionstraining ... 77
5.1 Dauermethode ... 79
5.2 Wiederholungsmethode ... 81
5.3 Intervallmethode ... 81

6 Ausdauertraining ... 85
6.1 Ausdauerarten ... 87
6.2 Grundlagenausdauer ... 89
6.2.1 Bedeutung der Grundlagenausdauer ... 89
6.2.2 Azyklische Spielausdauer ... 89
6.3 Sportmedizinische Grundlagen des Ausdauertrainings ... 90
6.3.1 Maximales Sauerstoffaufnahmevermögen ... 92
6.3.2 Ermüdung ... 95
6.3.3 Übertraining ... 96
6.4 Ausdauertraining – Kurzcharakteristik von Ausdauersportarten ... 97
6.5 Methodik des Ausdauertrainings ... 98
6.5.1 Intensitätsbestimmung ... 98
6.5.2 Laktatschwellenkonzepte ... 100
6.6 High Intensity Training (HIT) zur gezielten Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit ... 101
6.6.1 Ausdauertrainingsbereiche – abgeleitet von der maximalenHerzfrequenz ... 105
6.6.2 Ausdauertraining nach der Karvonen-Formel ... 105
6.6.3 Minimaltrainingsprogramme ... 106
6.7 Praxisbeispiele zum Ausdauertraining ... 106
6.7.1 Trainingsplan für einen 12-Minuten-Lauf ... 107
6.7.2 Trainingsplan für einen 30-Minuten-Lauf ... 107
6.8 Zusammenfassung ... 111

7 Krafttraining ... 113
7.1 Bedeutung des Krafttrainings ... 115
7.1.1 Trainierbarkeit der Kraft ... 115
7.1.2 Kraft bestimmende Faktoren ... 116
7.2 Maximalkraft ... 116
7.2.1 Trainingsmittel zur Verbesserung der Maximalkraft ... 117
7.3 Kraftausdauer ... 119
7.3.1 Training der Kraftausdauer ... 120
7.3.2 Circuittraining ... 121
7.4 Schnellkraft ... 122
7.4.1 Training der Schnellkraft ... 122
7.5 Reaktivkraft ... 123
7.6 Zusammenhang der Kraft mit anderen motorischen Hauptbeanspruchungsformen ... 124
7.7 Allround-Krafttrainingsprogramm in einem Fitnessstudio ... 126
7.8 Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden ... 126
7.8.1 Praktische Umsetzung im Krafttraining ... 127

8 Schnelligkeitstraining ... 130
8.1 Sportbiologische Grundlagen der Schnelligkeit ... 130
8.2 Aktionsschnelligkeit (Bewegungsschnelligkeit) ... 131
8.2.1 Azyklische Aktionsschnelligkeit ... 131

8.2.2 Zyklische Aktionsschnelligkeit ... 132
8.2.3 Antrittsschnelligkeit ... 132
8.3 Belastungsgefüge im Schnelligkeitstraining ... 133
8.4 Schnelligkeitsausdauer ... 134
8.5 Handlungsschnelligkeit ... 134
8.6 Reaktionsschnelligkeit ... 135
8.7 Training der Schnelligkeit ... 136
8.7.1 Wiederholungsmethode ... 136
8.8 Schnelligkeitstraining im Kindes- und Jugendalter ... 136

9 Beweglichkeitstraining und Dehnung ... 138
9.1 Was ist eine »normale« Beweglichkeit? ... 138
9.2 Wirkungen von Dehnmethoden ... 140
9.2.1 Ruhespannung und Muskellänge ... 141
9.2.2 Maximalkraft und Schnellkraft ... 141
9.2.3 Dehnen und Muskeltonus ... 142
9.2.4 Verletzungsvorbeugung ... 143
9.3 Dehnmethoden ... 143
9.4 Faszientraining ... 148

10 Koordinationstraining ... 151
10.1 Koordinative Fähigkeiten ... 151
10.1.1 Orientierungsfähigkeit ... 154
10.1.2 Differenzierungsfähigkeit ... 154
10.1.3 Kopplungsfähigkeit ... 155
10.1.4 Gleichgewichtsfähigkeit ... 155
10.1.5 Rhythmisierungsfähigkeit ... 156
10.1.6 Reaktionsfähigkeit ... 157
10.1.7 Umstellungsfähigkeit ... 157
10.1.8 Exkurs: Antizipation ... 158
10.2 Analysemodell nach Neumaier ... 159
10.2.1 Optischer Analysator ... 159
10.2.2 Akustischer Analysator ... 160
10.2.3 Kinästhetischer Analysator ... 160
10.2.4 Vestibulärer Analysator ... 160
10.2.5 Taktiler Analysator ... 160
10.3 Entwicklung der Koordination vom frühen Schulkindalter bis ins Seniorenalter ... 160
10.4 Methodische Grundsätze und methodische Maßnahmen im Koordinationstraining ... 161
10.4.1 Maßnahmen zur Variation der Bewegungsausführung ... 162
10.4.2 Maßnahmen zur Variation der Übungsbedingungen ... 163
10.4.3 Druckbedingungen ... 163
10.5 Koordination im Gesundheitssport ... 163
10.6 Koordination im Bewegungslernen/Techniktraining ... 164
10.7 Risiken und Gefahren des Koordinationstrainings ... 164

11 Fitness und Fitnesstraining ... 165
11.1 Voraussetzungen für ein gelingendes Training ... 170
11.2 Die motorischen Hauptbeanspruchungsformen ... 170

12 Gesundheitssport ... 173
12.1 Gesundheitsförderung im Sport ... 174
12.2 Gesundheitskonzepte ... 175
12.2.1 Bindungsmodell ... 175
12.2.2 Salutogenesemodell ... 176
12.2.3 Bewältigungsmodell ... 176
12.2.4 Risikofaktorenmodell ... 176
12.3 Gesundheits-ABC der Sportarten ... 186
12.4 Geeignete Sportarten bei Bluthochdruck ... 188

13 Aufwärmen im Sport ... 190
13.1 Ziele im allgemeinen Aufwärmen ... 192
13.2 Ziele im speziellen Aufwärmen ... 193

14 Sport und Ernährung ... 195
14.1 Zum Energiebedarf im Sport ... 196
14.2 Nährstoffe ... 197
14.2.1 Kohlenhydrate ... 198
14.2.2 Fette ... 200
14.2.3 Proteine ... 201
14.3 Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt ... 202
14.4 Getränke im Sport ... 203
14.5 Zur Ernährung vor, während und nach einer sportlichen Belastung ... 204
14.5.1 Ernährung vor dem Sporttreiben ... 204
14.5.2 Ernährung während des Sportreibens ... 204
14.5.3 Ernährung nach dem Sporttreiben ... 204
14.6 Vegetarische, vegane und glutenfreie Ernährung ... 205
14.7 Vitamine und Mineralstoffe ... 205
14.8 Sport und Essstörungen ... 207

15 Psychologische Aspekte des Sporttreibens ... 208
15.1 Konzentration im Sport ... 208
15.1.1 Ziel ... 209
15.1.2 Bedürfnisse, Motivation, Wünsche ... 209
15.1.3 Entspannung ... 209
15.1.4 Zeit ... 209
15.1.5 Konzentrationsrichtungen ... 209
15.1.6 Konzentrationstraining und Kontrolle ... 210
15.2 Motivation im Sport ... 211
15.3 Leistungsmotivation im Sport ... 212

16 Sportverletzungen ... 213
16.1 Hauptursachen von Sportverletzungen und Sportschäden ... 213
16.2 Sportverletzung – PECH gehabt? ... 215
16.3 Beispiele zu Sportverletzungen ... 216

17 Doping ... 218
17.1 Geschichte des Dopings ... 218
17.2 Doping im Breitensport ... 220
17.3 Der Kampf gegen das Doping ... 220
17.4 Doping und seine Folgen ... 222
17.5 Trainings- und Wettkampfkontrollen ... 223
17.5.1 Die Testpools und das Meldesystem ADAMS ... 224

18 Regeneration im Sport ... 226
18.1 Allgemeine Aspekte der Regeneration ... 226
18.2 Was versteht man unter Regeneration? ... 226
18.3 Ermüdung und Regeneration ... 228
18.4 Trainingsplanung und Regeneration ... 230
18.4.1 Trainingsplanung ... 230
18.4.2 Ernährung und Regeneration ... 230
18.4.3 Aktive und passive Regenerationsmaßnahmen ... 232
18.5 Praktische Anwendung zur Regeneration ... 232
18.6 Zusammenfassung ... 233

19 Bewegungskorrektur im Sport 234
19.1 Grundsätze der Bewegungskorrektur im Sport 235
19.2 Vor lauter Wald den Baum nicht sehen –Blickstrategie in der Bewegungskorrektur 235
19.2.1 Blickverhalten 235
19.2.2 Beurteilungsleistung von Trainern 236
19.3 Zur Modalität der Korrektur 237
19.4 Inhalt der Informationen 237
19.5 »Nicht«-Anweisungen in der Bewegungskorrektur 238
19.6 Menge und Genauigkeit der Information 239
19.7 Korrektur und Kommunikation 239
19.8 Analogien in der Bewegungskorrektur 240
19.9 Frequenz der Information 240
19.10 Zeitpunkt der Information 241
19.11 Externer und interner Fokus 241

20 Bewegungslehre 243
20.1 Was ist Bewegung? 243
20.2 Zur Analyse sportlicher Bewegungen 245
20.3 Die biomechanische Bewegungsanalyse 245
20.3.1 Ziele der Biomechanik im Sport 246
20.3.2 Biomechanische Aspekte sportlicher Techniken und diebiomechanischen Prinzipien 246
20.3.3 Merkmale der sportlichen Technik 247
20.4 Die biomechanischen Prinzipien 248
20.5 Die morphologische Bewegungsanalyse 249
20.5.1 Zur Struktur sportlicher Bewegungen 249
20.6 Der Magnus-Effekt 251
20.7 Einwurf im Fußball und Biomechanik 252

Glossar 255

Abkürzungen 257

Literatur 258

Sachregister 261

Hinweis zum Arbeiten mit »Optimales Trainerwissen«

- Zum leichteren Auffinden sind alle wichtigen Begriffe und Themenblöcke am Seitenrand vermerkt.
- Wichtige Definitionen bzw. Merksätze sind farbig markiert.
- Jedes Kapitel schließt mit mehreren Aufgaben zum Inhalt.
- Die Aufgaben dienen zur Wiederholung, zum besseren Verständnis, zur Zusammenfassung und zum Lernen.
- Weiterführende Literatur und Literatur, die bei der Erstellung der Kapitel herangezogen wurde, findet sich gesammelt im Literaturverzeichnis.

Vorwort

Die Aufgaben im Verein sind für Übungsleiter und Trainer sehr vielfältig und komplex. Übungsleiter und Trainer vermitteln Spaß und Freude am Sporttreiben und fördern die Persönlichkeitsentwicklung der Sportler. Sie sind humorvoll, motivieren, sprechen Lob und Anerkennung aus, sind stets ein Vorbild und übernehmen Verantwortung. Sie steuern Gruppenprozesse, entwickeln Teamgeist und fördern Selbständigkeit und Selbstverantwortung. Sie bringen sportliche und außersportliche Anforderungen in Einklang, haben Lösungen für Alltagsprobleme, pflegen Kontakte zu Eltern und sind Berater und Helfer auch außerhalb von Training und Spiel. Und selbstverständlich sind sie Fachmann im Sport, organisieren das Training, wählen Trainingsinhalte richtig aus und können sie vermitteln. Übungsleiter und Trainer müssen praktisch Alleskönner sein.

Die fachlichen Kompetenzen bilden bei der Vielfalt der Anforderungen die Basis für die Bewältigung der Aufgaben. Kenntnisse in den Bereichen Trainings- und Bewegungswissenschaft, Sportmedizin und Pädagogik und natürlich das Wissen über Regeln, Techniken und Taktiken der jeweiligen Sportart sind Grundlage für ein sicheres Auftreten und langfristig bedeutend für die Motivation der Übungsleiter und Trainer. Wissen macht Freude!

Seit vielen Jahren unterstützt das »Grundlagen Sportwissen« Übungsleiter und Trainer beim Erwerb fachlicher Kenntnisse. Es wird nun in einer neuen und stark überarbeiteten Fassung von »Optimales Trainerwissen« abgelöst.

Übungsleiter und Trainer finden in diesem Buch Grundinformationen unabhängig von der Sportart. Die theoretischen Inhalte der Ausbildung zum Übungsleiter oder Trainer können nachgelesen werden und bei Bedarf auch zur Auffrischung des Gelernten dienen. Auch wenn hier die Theorie des Sports im Vordergrund steht, sind die zahlreichen Themenbereiche auch von praktischem Wert und verlieren nie den Bezug zu sportart- und sportpraktischen Details. Dabei stehen aufgrund der Komplexität des sportlichen Trainings keine rezeptartigen Vorschläge im Vordergrund, sondern das konzeptionelle Verständnis.

Ich wünsche dem Autor Dr. Wolfgang Friedrich, dass dieses Buch ständigen Eingang in die Ausbildung der Trainer und Übungsleiter findet, und dass viele seiner Anregungen und seiner Kenntnisse in der Trainingspraxis umgesetzt werden können.

Ihnen als Übungsleiter oder Trainer wünsche ich viel Freude und Erfolg bei Ihrer Ausbildung und bei Ihrer wertvollen Tätigkeit im Verein.

Mit einem herzlichen Dankeschön für Ihr Engagement,

Rolf Schmid
Biberach
Vizepräsident Bildung des Württembergischen Landessportbundes

1 Der gute Trainer

Eigene Erfahrung reicht nicht aus

Als angehender Trainer im Kinder- und Jugendbereich baut man als Handlungsgrundlage in der Regel zunächst auf eigene Erfahrungen auf, die man als Sportler in der jeweiligen Sportart gesammelt hat oder immer noch sammelt.

Die eigenen Erfahrungen sind jedoch auf Dauer nicht ausreichend, um den komplexen Anforderungen eines modernen Trainings in vollem Umfang gerecht zu werden. Viele Anforderungen und Fragen lassen sich alleine aus dem Erfahrungsschatz als ehemaliger oder aktueller Sportler heraus nicht mehr beantworten. Selbst ein guter Sportler gewesen zu sein kann zwar eine große Hilfe zum Start ins Trainerleben sein, eine zwingende Voraussetzung oder Garantie ein guter Trainer zu werden ist dies jedoch nicht. Denn im schlechtesten Fall reproduziert man als Trainer nur das, was man früher selbst als Sportler im Training gemacht hat. Viele Beispiele aus der Praxis zeigen, dass man auch als weniger guter Sportler sehr wohl ein guter Trainer werden kann. Trainingswissenschaftliche, sportmedizinische oder sportpädagogische Zusammenhänge und Hintergründe des Trainings lassen sich nicht aus der eigenen Erfahrung heraus erschließen. Erfahrung alleine kann eine Trainerausbildung nicht ersetzen. Die meisten Sportarten/Disziplinen haben sich in den letzten Jahren mehr oder weniger stark weiterentwickelt. Dies gilt es in den jeweiligen Bereichen der Trainings zu berücksichtigen. Eine Trainerausbildung dient deshalb dazu, neue Erkenntnisse kennen zu lernen und sich entsprechendes Wissen anzueignen, um im Training handlungsfähig zu sein.

1.1 Kompetenzen eines Trainers bzw. Übungsleiters

Trainerkompetenzbereiche

Welche Kompetenzen, also welche Fähigkeiten, Fertigkeiten, Kenntnisse und Wissensbestände, sind nun für die Trainerarbeit wichtig? Die Kenntnisse der Kompetenzbereiche dienen dem Trainer dazu, zielgerichtet und selbstorganisiert zu handeln und sollen ihm bei der Bewältigung bekannter und unbekannter Aufgaben helfen. Man kann vier Bereiche unterscheiden, die in Abbildung 1.1 dargestellt sind.

1.1.1 Fachkompetenz

Fachkompetenz

Die Fachkompetenz beinhaltet neben dem Wissen über die Sportart/Disziplin (Technik, Taktik, Fehlerkorrektur, Methodik usw.) die Bereiche Trainingslehre, Sportmedizin, Biomechanik und Bewegungslehre, Funktionelle Gymnastik, Koordinations- und Konditionstraining. Die Fachkompetenz in der jeweiligen Sportart/Disziplin bildet die Basis der Trainertätigkeit, denn ohne Fachkompetenz kann man in keiner Sportart als Trainer arbeiten. Der englische Fußballtrainer Roberto Mancini, 2009 bis 2013 Trainer von Manchester City in der englischen Premiere League, hat einmal treffend formuliert: **Wissen ist durch nichts zu ersetzen**.

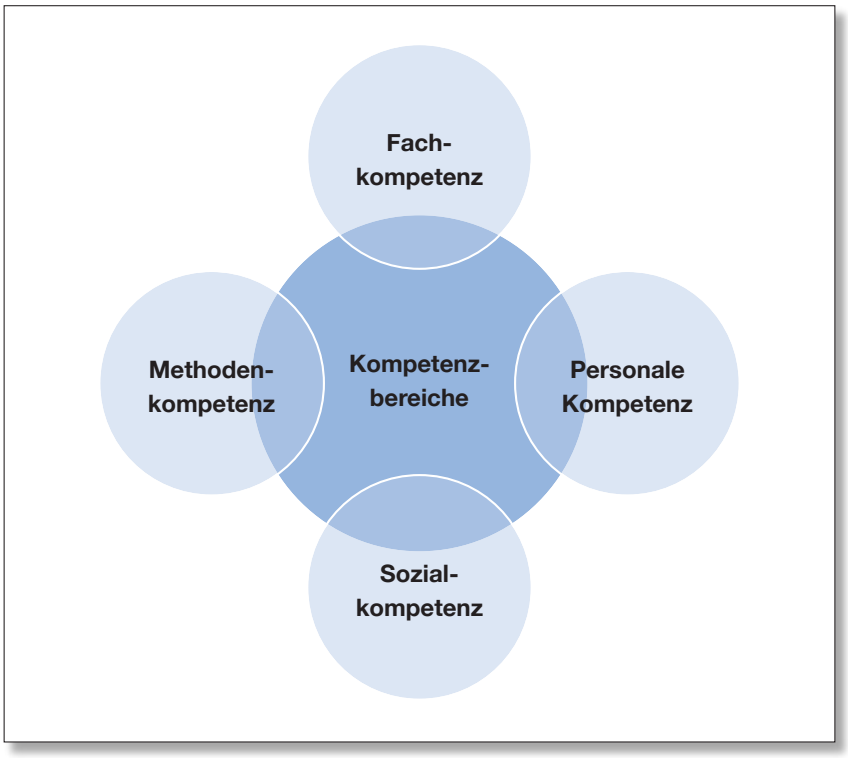


Abb. 1.1: Trainerkompetenz-bereiche

1.1.2 Sozialkompetenz

Sozial-kompetenz

Bei der **Sozialkompetenz** geht es darum, mit den Heranwachsenden angemessen umzugehen und adäquat auf sie eingehen zu können. Es handelt sich um eine Mischung bestimmter Fähigkeiten. Bei der **Athletenorientierung** geht es um die Berücksichtigung und das Verständnis für die Individualität des zu trainierenden Sportlers.

Führung

Die Führungsposition des Trainers erfordert **Führungs-** und **Steuerungsfähigkeit**. Dem Trainer muss klar sein, dass ihm diese Führungsposition im Training und Wettkampf zukommt. **Führungsflexibilität** ist die Fähigkeit zu situativ-flexiblem Führungsverhalten unter Berücksichtigung von Fähigkeiten, Fertigkeiten, Potenzial, Geschlecht und Alter des Sportlers. Out ist z.B. bei Jugendlichen durch Angst oder Einschüchterung führen zu wollen. Der Fähigkeitskomplex der Führung ist nicht, wie häufig vermutet, primär angeboren, sondern muss erlernt werden.

Der Trainer sollte über Steuerungswissen verfügen. Mit Hilfe dieses Wissens über gruppendynamische Prozesse ist er in der Lage Wissen in konkrete Handlungen umzusetzen und gezielt Einfluss auf einzelne Sportler oder Gruppen zu nehmen.

Kommunikation

Kommunikationsfähigkeit beinhaltet das Vorhandensein von sprachlichem Steuerungswissen, sprachlichen Fertigkeiten und der Fähigkeit dieses Wissens in die Trainer-Athlet-Beziehung zu integrieren. Sie umfasst auch die Fähigkeit zur Kommunikation mit externen Partnern wie Eltern, Medien und Institutionen (z.B. Schule). **Konfliktfähigkeit** ist die Fähigkeit, Konflikte unter Anerkennung andersartiger Meinungen zu erkennen und zu bewältigen. Sie beinhaltet sowohl die Fähigkeit zur Durchsetzung als auch zur Zurückstellung eigener Interessen.

Teambildung

Unter **Teamfähigkeit** versteht man die Anpassung des einzelnen Teammitglieds an bestehende Strukturen einer Gruppe bei Bewahrung einer eigenen Position, verbunden mit geringen Reibungsverlusten. Der Trainer ist zentral für die Teambildung verantwortlich. Er sollte dabei die demokratischen Spielregeln wahren sowie Kooperationsbereitschaft und den Willen zur konstruktiven Zusammenarbeit zeigen.

1.1.3 Methoden- und Organisationskompetenz

Methoden- und Organisationskompetenz soll dem Trainer ermöglichen Training und Wettkämpfe erfolgreich planen und durchführen zu können.

Trainings-management

Wichtiger Bestandteil ist das **Trainingsmanagement**, die Fähigkeit zur individuell angemessenen, systematischen Trainingsplanung, Trainingssteuerung und Trainingsauswertung. Dies sollte unter der Berücksichtigung von psychischen (mentalen) Prozessen der Sportler geschehen. Der Trainer sollte unterschiedliche Organisationsformen des Trainings kreativ zu nutzen wissen. Gleichzeitig sollten wettkampfnahe Bestandteile in die Trainingskonzeption mit eingebaut werden.

Wettkampf-management

Das **Wettkampfmanagement** beinhaltet die Fähigkeit zu individuell angemessener, systematischer Wettkampfplanung, Wettkampfsteuerung und Wettkampfauswertung. Weiterhin sollte der Trainer in der Lage sein, den Sportler individuell im Wettkampf zu coachen. Der Trainer sollte mit seinen Sportlern mittel- und langfristige, **realistische Zielsetzungen** vereinbaren.

1.1.4 Personale Kompetenz

Personale Kompetenzen

Unter **personaler Kompetenz** versteht man wichtige Charaktereigenschaften des Trainers wie Engagement, Gewissenhaftigkeit, Offenheit und Vertrauenswürdigkeit. Als wichtig wird für den Trainer auch die **Selbständigkeit** angesehen, also die Fähigkeit, systematisch und selbstorganisiert handeln zu können. Der Trainer sollte Interesse an der Übernahme verantwortungsvoller Aufgaben zeigen und zusätzlich entscheidungsfreudig sein. Ein Trainer muss auch über **Belastbarkeit** verfügen, also die Fähigkeit besitzen, unter Belastungen weiter zielorientiert agieren zu können. Die mannigfaltigen Anforderungen setzen zudem ein gewisses Maß an Frustrationstoleranz sowie Stressresistenz voraus. Das **Engagement** beinhaltet die generelle Leistungs- und Anstrengungsbereitschaft sowie die Identifikation mit der eigenen Tätigkeit und den sportlichen Zielvorgaben. Es erfasst zudem leistungsmotivationale Aspekte wie Eigeninitiative und Anpassungsbereitschaft, z.B. hinsichtlich Arbeitszeit, Trainingsumfang und Anzahl von Wettkampfeinsätzen. **Gewissenhaftigkeit** ist die Fähigkeit und der Wille zu Sorgfalt, Zuverlässigkeit und Pflichtbewusstsein im Rahmen der Trainertätigkeit. Wenn man gewissenhaft ist, erlebt man sich als strukturiert, diszipliniert und umsichtig. Die Ausführung aller Tätigkeiten im Zusammenhang mit dem Trainersein erfolgt nach bestem Wissen und Gewissen. **Offenheit** beschreibt das Verhalten gegenüber Neuerungen, Veränderungen und abweichenden Meinungen der Trainerkollegen. Der Trainer sollte Interesse an der Weiterentwicklung seiner eigenen, sportartübergreifenden Handlungskompetenzen haben. Dies ist der berühmte Blick über den eigenen Tellerrand hinaus. **Vertrauenswürdigkeit** ist die Fähigkeit zum wechselseitigen Beziehungsaufbau und zur Beziehungsgestaltung mit den Sportlern. Was man sagt und wie man handelt stimmt überein. Auf dieser Basis ist ein vertrauensförderndes Verhältnis sowie ein angemessener Umgang mit dem Sportler möglich. Vertrauensbruch oder Vertrauensmissbrauch, z.B. in dem man die Trainingsteilnehmer belügt, dürfen in der Beziehung zwischen Trainer und Sportler nicht vorkommen.

Grundsätzlich lässt sich der Bereich der Fachkompetenz am leichtesten erlernen. Er bildet i.d.R. den Schwerpunkt der Trainerausbildung auf jeder Lizenzstufe. In den Bereichen der Sozialkompetenz und der personalen Kompetenz könnte man glauben, dass diese jeder Trainer »mitbringen muss«, sie weniger gut erlernen kann. Dies ist jedoch nur teilweise richtig. Jeder Trainer bringt unterschiedliche Voraussetzungen in diesen Bereichen mit. Im Verlaufe der Aus- und Fortbildungen muss ein Trainer sich auch mit den schwächeren Kompetenzbereichen beschäftigen und versuchen, sich hier weiterzuentwickeln bzw. weiterzubilden.

1.2 Trainer im Kinder- und Jugendbereich

Pädagogische Verantwortung

Der Trainer im Nachwuchsbereich hat eine besondere pädagogische Verantwortung. Da der Sport einen bedeutsamen Teil der Lebenswelt Sport treibender Kinder einnimmt, beeinflusst der Trainer durch sein Verhalten – gewollt oder ungewollt – deren Persönlichkeitsentwicklung. Darüber muss man sich als Trainer im Klaren sein. Die anderen Lebenswelten der jungen Sportler, wie Familie, Freunde, Freizeit, Schule, sind ebenso Teil dieses Entwicklungsprozesses und beeinflussen das Verhalten des Jugendlichen in Training und Wettkampf. Nach *Baumann* (2004) trägt auch der Trainer Verantwortung dafür, dass alle Faktoren der Lebenswelt jugendlicher Sportler so aufeinander abgestimmt werden, dass sie in der Persönlichkeit konstruktiv verinnerlicht werden. Deshalb wirkt der Kinder- und Jugendtrainer auch pädagogisch. Der Sport kann dazu beitragen, dass Kinder und Jugendliche zu einer sinnvollen und zufriedenstellenden Lebensführung finden und sie zu lebenstüchtigen Menschen erziehen. Um dies bewerkstelligen zu können, wird der humanistische Trainertyp im Nachwuchsbereich bevorzugt.

Merke

Im Kinder- und Jugendbereich des Sports hat der humanistisch eingestellte Trainer absoluten Vorrang.

Kooperativer Führungsstil

Was ist ein humanistischer Trainer? Ein humanistisch eingestellter Trainer zeichnet sich durch Achtung der Würde des Menschen, Toleranz, Respekt und Gewaltfreiheit aus. Er versucht den Sportler zu motivieren, und ihm realistisch sein Leistungspotential bewusst zu machen. Er setzt dabei auf Mitsprache des zu Trainierenden zur gemeinsamen Verantwortung und stärkt dessen Selbstvertrauen. Zu diesem **kooperativen Führungsstil** gehören:

- persönliches Kennenlernen,
- Interesse für persönliche Probleme,
- Gesprächsbereitschaft,
- Berücksichtigung von Gefühls- und Stimmungslagen (Empathievermögen).

Von Vorteil ist bei der humanistischen Methode, dass der Sportler Gelegenheit zur Selbstentfaltung bekommt, seine Vorstellungen und Ziele formulieren und verwirklichen kann. **Der Mensch, das Persönliche, steht im Vordergrund**. Bei Konflikten versucht man den Ursachen auf den Grund zu gehen. Der Trainer fördert die Kommunikation unter den Trainingsteilnehmern. Die Kinder und Jugendlichen erhalten die Gelegenheit, ihre eigenen Ansichten einzubringen und Verhaltensweisen zu begründen. Wenn man gemeinsam über Dinge spricht, die alle betreffen, kann das Zusammengehörigkeitsgefühl dadurch vertieft werden. Kooperatives Verhalten liegt dann vor, wenn der Trainer Aufgaben vorstellt, Probleme erläutert und sie mit den Trainingsteilnehmern kurz bespricht. Hierunter ist nicht zu verstehen, dass im Training ständig über alles mit den Teilnehmern diskutiert wird. Es kann nicht sein, dass ein Trainer gewissenhaft die Trainingsstunde vorbereitet und die Trainingsteilnehmer dann darüber mitentscheiden, wie die Trainingseinheit letztendlich abläuft. Die Kinder und Jugendlichen erfahren die Beweggründe und Absichten des Trainers, bekommen das Gefühl mit einbezogen zu sein und sind informiert, was sie im Training erwartet. Die Ergebnisse können nach Beendigung des Trainings oder Wettkampfes gemeinsam analysiert werden. Wenn man sich als Trainer so verhält, erfährt man auch die Meinungen, Motive oder Schwierigkeiten der Trainingsteilnehmer.

Einflussfaktoren auf die Trainertätigkeit

Wichtig erscheint dabei, dass der Trainer in der Lage ist, sein persönliches Verhalten und seine Anforderungen den jeweiligen Situationsbedingungen und dem Entwicklungsstand der Mannschaftsmitglieder anzupassen. Er muss dafür sorgen, dass alle Faktoren der Lebenswelt der jugendlichen Sportler so aufeinander abgestimmt werden, dass sie für die Persönlichkeitsentwicklung förderlich sind (vgl. Abb. 1.2).

Unterstützende Erziehungsmittel

Ziel des Kinder- und Jugendsports ist es auch, einen Beitrag dazu zu leisten, dass junge Menschen selbstständig werden, Selbstvertrauen und Selbstbewusstsein gewinnen und befähigt werden, ihr Leben in eigener Verantwortung zu gestalten. Dazu dienen dem Trainer **unterstützende Erziehungsmittel und -maßnahmen** (vgl. *Baumann* 2002):

- Ermutigung
- Lob
- Erfolgserlebnis
- Zuwendung
- gutes Vorbild
- Gespräch

Der Trainer muss die jungen Sportler in Situationen, die ihrem Könnensniveau entsprechen, ermutigen. Der Sportler soll lernen, sich einschätzen zu können. Für gelungene Aktionen oder gewünschtes Verhalten soll der Trainer das Lob akzentuiert und gezielt einsetzen. Dies kann für den Einzelnen oder die ganze Trainingsgruppe angewandt werden. Im Sport ist es wichtig, dass den Kindern und Jugendlichen Chancen gegeben werden, Erfolgserlebnisse – allein oder in der Gruppe – zu erfahren. Fehlen Erfolgserlebnisse, leidet die Atmosphäre im Training, da Misserfolgserlebnisse die Stimmung des Einzelnen oder auch der Gruppe negativ beeinflussen. Vor allem im Anfängerbereich sind Erfolgserlebnisse wichtig, da sie die Bindung der Kinder an die Sportart ganz wesentlich mit beeinflussen. Fehlen Erfolgserlebnisse, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die Kinder wieder mit dem Training aufhören.

Ein Kind, das im Sport mehr Frust als Lust erlebt, dreht dem Sport u.U. schnell wieder den Rücken zu. Durch Zuwendung für den einzelnen Jugendlichen kann der Trainer das positive Gefühl des »gut Aufgehobenseins« unterstützen. Er trägt damit zur Bindung des Sportlers an die Sportart und den Verein bei und zeigt ihm, dass er sich für ihn interessiert. Dies schließt aus, dass der Trainer sich nur um die guten, talentierten Sportler kümmert.

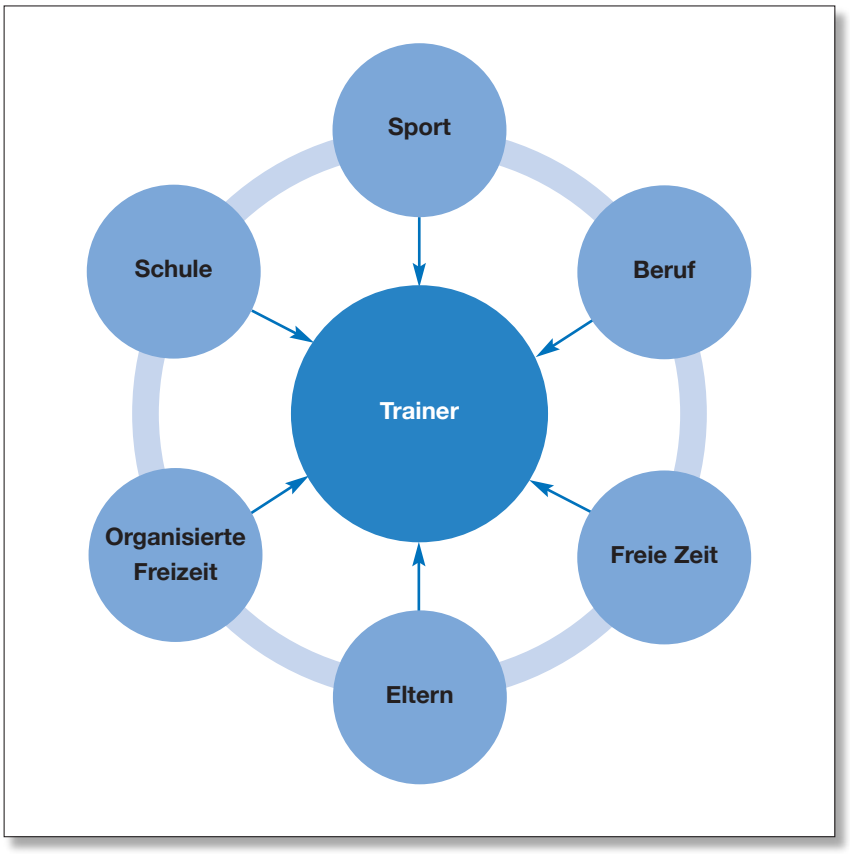


Abb. 1.2:
Der Trainer und sein Beziehungsgeflecht bzw. Einflussfaktoren auf seine Trainertätigkeit (nach *Baumann* 2002)

Der Trainer als Vorbild

Der **Trainer als gutes Vorbild** darf nicht unterschätzt werden. Wer als Trainer des Öfteren zu spät ins Training kommt, während des Trainings mit dem Handy telefoniert oder zum Rauchen vor die Halle geht, der darf sich über das gleiche Verhalten bei seinen Schützlingen nicht beklagen und kann ihnen dieses Verhalten nicht verbieten. Pünktlichkeit sollte für einen Trainer eine sehr hohe Priorität haben. Auch das äußere Erscheinungsbild (Negativbeispiel: Gammellook) ihres Trainers beeinflusst die Trainingsteilnehmer. Sich bei Vereinsfesten zu betrinken, dabei eine Zigarette nach der anderen zu rauchen und gleichzeitig von seinen Spielern eine gesunde Lebensweise zu verlangen, passt nicht richtig zusammen.

Die Basis um mit Kindern/Jugendlichen Kontakt aufzunehmen, ist das Gespräch. Um zu verhindern, dass sich gleich zu Beginn Barrieren aufbauen, empfiehlt es sich, das Gespräch mit angenehmen Inhalten zu wählen, über die man gerne spricht, wie z.B.: »Welche Hobbys betreibst du noch?«. Es ist einleuchtend, dass ein negatives Thema, wie z.B. »Sport ist wohl nicht so dein Ding…«, das Gegenteil bei Heranwachsenden bewirken kann.

Interesse am Menschen

Kenntnisse der persönlichen Lebensumstände und soziale Einflussfaktoren bieten die Grundlage für die Interpretation bestimmter Verhaltensweisen. Der Sportpsychologe *Linz* nennt dies **Interesse am Menschen zeigen**. Zur Erweiterung der Kenntnisse über die Lebensumstände können zusätzliche Fragen hilfreich sein (mod. nach *Baumann* 2002):

- Wo wohnt der Jugendliche/das Kind?
- Ist mir der Geburtstag bekannt?
- Wie weit ist die Trainingshalle von zuhause entfernt?
- Welches Verkehrsmittel benutzt das Kind?
- Wird es von den Eltern gebracht bzw. abgeholt?
- Wie verbringt es seine Freizeit?
- Wie sind die Leistungen in der Schule?
- Sind die Eltern sportfreundlich eingestellt, treiben sie auch Sport?
- Welche Erwartungen hat das Kind an seinen Sport?
- Aus welchen Gründen betreibt es eine Sportart bzw. Disziplin?

1.3 Zum Verhalten der Kinder und Jugendlichen im Training

Bestrafung im Training

Von *Baumann* als negativ vermeidende Maßnahmen bezeichnete Vorgehensweisen wie Strafen, zielen darauf ab, vom Trainer unerwünschte Verhaltensweisen zu vermindern oder zu löschen. Dem Trainer stehen in eskalierender Form folgende Mittel zur Verfügung:

- Ermahnung
- Tadel
- Drohung
- Strafe
- Ausschluss

Wer einen Jugendlichen bestraft, muss sich darüber immer im Klaren sein, dass diese Erziehungsmittel bei ihm Unlustgefühle, Vermeidungsverhalten, Unterdrückung von Gefühlen (z.B. Wut) oder Ablehnung hervorrufen. Kein Mensch wird gerne bestraft. Da wir durch Sport aber genau das Gegenteil erreichen wollen, sollte man mit solchen Maßnahmen äußerst zurückhalten sein. Psychologisch gesehen bewirken i.d.R. positive Verstärkungen erwünschter Handlungen das Verschwinden unerwünschter Verhaltensweisen.

Häufige Drohungen, Beschimpfungen oder Bestrafungen können zur Ablehnung des Trainers führen. Das negative Urteil des Trainers kann zum Maßstab für das Verhalten des Sportlers werden. Das gilt es zu vermeiden. Muss sich ein Trainer deshalb alles gefallen lassen? Mit Sicherheit nicht! Auch der Trainer hat ein Anrecht darauf, dass er sich im Training wohl fühlt, dass es für ihn durch

das schlechte Benehmen der Kinder und Jugendlichen nicht zur Belastung wird, dass er sich nicht ständig darüber ärgern muss. Ein Trainer soll sich auf das Training mit seinen Schützlingen freuen können. Dazu müssen allerdings die Bedingungen stimmen und Regeln eingehalten werden.

Bestrafungen sind in unserer Gesellschaft weit verbreitet. Sporttreiben bedeutet für die Kinder und Jugendlichen etwas Positives, mit dem sie eigentlich gute Gefühle verbinden, eine Sache, die Spaß machen soll. Niemand geht in den Sport, um dort beschimpft, beleidigt, »rund gemacht«, ständig kritisiert oder ausgegrenzt zu werden. Daher sollten Trainer und Übungsleiter sich immer hinterfragen, ob Strafen gerechtfertigt sind oder ob sie z.B. nur aus persönlichem Frust heraus vorgenommen werden, um unerwünschtes Verhalten zu unterbinden.

Der Grundsatz sollte darin bestehen, erwünschtes Verhalten zu bestärken, den Sportler zu motivieren und Lernprozesse in Gang zu setzen. Kann eine Strafe diesen Zielen dienen? Bevor man also bestraft sollte man sich immer zwei Fragen stellen:

1. Können Strafen unerwünschtes Verhalten verhindern?
2. Kann durch Strafen erwünschtes Verhalten ausgelöst werden?

1.4 Das richtige Maß finden

Gerechtes Strafmaß

Wenn man ein bestimmtes, unerwünschtes Verhalten eines Trainingsteilnehmers zukünftig verhindern möchte, so muss die Strafe unmittelbar auf das Verhalten erfolgen, das bestraft werden soll. Dabei sollte der Trainer immer darauf achten, dass die Strafe **angemessen** ist. Der Trainer kann z.B. mit einer Strafe darauf reagieren, dass die Trainingsteilnehmer gegen gemeinsam definierte Verhaltensregeln im Training verstoßen.

»Wem als Werkzeug nur ein Hammer zur Verfügung steht, für den ist jedes Problem ein Nagel!«

Dieses Zitat ist so zu verstehen, dass man in der Beurteilung des zu bestrafenden Verhaltens abwägen sollte, mit welcher Art von Strafe, man darauf reagiert. Immer die gleiche Reaktion kann die Jugendlichen auch zu bestimmtem Verhalten provozieren. Es nutzt sich auch von der Wirkung her ab. Der bestrafende Trainer muss immer damit rechnen, dass Angst, Rückzug, abnehmendes Selbstvertrauen, Abmeldung aus dem Verein oder Ablehnung des Trainers die Folge sein kann. Ist die Strafe zu hoch oder werden ständig Strafen angewandt, kann dies dazu führen, dass auch wünschenswerte Verhaltensweisen, z.B. gerechtfertige Protestreaktion, unterdrückt werden.

Merke

Durch Bestrafung soll gelernt werden, was nicht zu tun ist. Es bedarf pädagogischen Einfühlungsvermögens, die Strafe so zu dosieren, dass die erwünschte Alternative nicht gleichzeitig unterbunden wird (vgl. *Baumann* 2002).

1.5 Grundsätzliche Überlegungen

Grundsätzliche Überlegungen zu Strafen

Ein Trainer kann, muss aber nicht mit Bestrafung arbeiten. Als Handlungsanleitung sollen folgende Punkte dienen:

- Starke, unmittelbare situationsbezogene Strafen können unerwünschtes Verhalten verhindern.
- Strafen sollen in der Art erfolgen, dass das Lernen positiver Handlungen nicht blockiert wird.
- Bestrafung soll so selten erfolgen, dass die Zuversicht, es doch noch richtig zu machen und es weiter zu versuchen, erhalten bleibt.
- Das anstelle des bestraften Verhaltens hervorgebrachte positive Verhalten muss belohnt werden.
- Strafen dürfen nicht zu einer Beeinträchtigung des Selbstvertrauens führen.

- Häufiges Bestrafen lässt Angstgefühle und Ablehnung gegenüber dem Trainer entstehen.
- Strafen durch geliebte Personen rufen ambivalente Gefühle hervor. Strafen von Personen, die man gern hat, sind besonders schmerzhaft.

1.6 Problematisches Trainerverhalten im Kinder- und Jugendtraining

Behavioristischer Trainer

Nachdem wir bisher festgestellt haben, welches Verhalten wir uns von den Trainern wünschen, so soll nun dargestellt werden, welches Verhalten im Kinder- und Jugendbereich nicht erwünscht ist. Ein **behavioristischer Trainer** ist davon überzeugt, dass erwünschte Verhaltensweisen durch Lob verstärkt und unerwünschte durch Strafen vermieden werden können. Dieser Trainertyp arbeitet also hauptsächlich mit Belobung und Bestrafung. Der Erfolg ist das absolute Ziel. Menschliche Beziehungen zu den Spielern sind aus seiner Sicht nicht erforderlich. Im Fußball sprechen diese auch als **»harte Hunde«** bezeichneten Trainer häufig davon, dass ihre Spieler »Gras fressen« müssten oder ordnen wegen des Fehlverhaltens eines Spielers für die gesamte Mannschaft ein Straftraining an (vgl. *Borggrefe, Thiel, Cachay* 2006). Diese Spezies trifft man jedoch immer weniger unter Trainern an, sie stirbt langsam aus.

Der behavioristische Stil bringt über längere Sicht betrachtet eine Reihe von Nachteilen mit sich. Die Spieler können in ihrer persönlichen Würde, in ihrem Streben nach Selbstverwirklichung, nach Eigenverantwortlichkeit und Entfaltung unterdrückt werden. Sie werden aggressiv oder passiv, widerwillig oder es macht sich Frustration breit. Die Spieler verlieren die Lust, selbstständig zu denken oder ihre Motivation leidet stark.

Autoritärer Trainer

Ebenso negativ wirkt sich aus, wenn der Trainer ständig **autoritär** auftritt. Dieser eindimensionale Führungsstil duldet keine Widerrede, geschweige denn Mitsprache. Bei ihm heiligt der Erfolg die Mittel. Er informiert lediglich über seine Ziele und Trainingsmethoden – manchmal nicht einmal dies – und verlangt von seinen Spielern absolute Unterordnung. Wer seine Anordnungen nicht befolgt muss mit Sanktionen rechnen. Eine starke Kontrolle seiner Sportler gehört zu den wesentlichen Arbeitsmitteln dieses Trainers. Wenn Training in einer angenehmen und förderlichen Atmosphäre stattfinden soll, muss man von einem solchen Trainerverhalten Abstand nehmen. Für *Linz* ist es weiterhin entscheidend, dass der Trainer bei allen Entscheidungen transparent ist, z.B. auch den Eltern gegenüber.

1.7 Was sollte man im Umgang mit Jugendlichen beachten?

Verständnis und Toleranz

Linz (2004) schlägt eine Kombination aus **Verständnis und Toleranz** vor. Es hilft jungen Menschen, wenn man sich ihnen gegenüber tolerant zeigt. Dies darf jedoch nicht soweit führen, dass der Trainer keine Grenzen setzt. Als Trainer muss man sich nicht alles gefallen lassen.

Disziplin

Kinder und Jugendliche benötigen – nicht nur im Training – Grenzen. Erfolgreiche Fußballtrainer, wie z.B. *Alex Ferguson*, *Arsène Wenger*, *José Mourinho* oder auch Top-Basketballtrainer wie *Phil Jackson* oder *Pat Riley*, legen sehr starken Wert auf **Disziplin**. Darunter kann man verstehen:

- Pünktlichkeit: Trainingsbeginn, Busabfahrt, Bettruhe,..
- Kleiderordnung: Trainingskleidung, Sauberkeit,…
- keinerlei Toleranz bezüglich Doping
- Trainingsauffassung: Man spielt die ausgegebenen Übungen, man strengt sich an,…
- Kommunikation untereinander: Keine Schimpfwörter oder Fäkalsprache…

- Ernährungsvorschriften: Kein Alkohol in der Umkleidekabine, sportgerechte Ernährung
- Selbstdisziplin: Grundlage des Vertrauens der Sportler untereinander und dem Trainer gegenüber

Einhaltung von Regeln

Jeder Trainer legt für sich fest, wie wichtig ihm die Disziplin in seinem Training ist und wie er bzw. das Team (!) mit Disziplinverstößen umgeht. Der ehemalige Coach von Bayern München, *Louis van Gaal*, spricht in diesem Zusammenhang auch von **Regeln**, die eingehalten werden müssen, wenn die Zusammenarbeit gelingen und erfolgreich sein soll.

Respekt

Genauso wichtig ist diesen Coaches der **respektvolle Umgang** miteinander. Respekt bezeichnet dabei eine Form der Wertschätzung und Achtung gegenüber einer anderen Person. Wenn man als Coach seinen Sportlern gegenüber Respekt zeigt, so fällt diesen umgekehrt auch ein respektvoller Umgang leichter. Respekt ist etwas, was nicht einseitig sein darf. Was nicht sein darf, ist, dass ein Trainer von seinen Sportlern Respekt verlangt, diesen gegenüber aber selbst keinen Respekt zeigt. Respektvolles Verhalten dem Trainer gegenüber soll auch nicht in Richtung Unterwerfung tendieren. In diesem Zusammenhang ist der Hinweis wichtig, jegliche Art von Gewalt, einschließlich sexueller Übergriffe, zu unterlassen und auch bei anderen zu unterbinden. Bei Missbrauch von Schutzbefohlenen ist das Wegsehen eine völlig falsch verstandene Kollegialität (vgl. DLV 2010).

1.8 Zusammenfassung

Als Trainer sollte man möglichst authentisch sein, sich also so geben, wie man ist, so leben, wie man spricht, und eine klare, für die Jugendlichen nachvollziehbare Linie vertreten.

Hilfreich für die eigene Entwicklung können auch die Erinnerungen an die Trainer sein, die man selbst als Kind/Jugendlicher erlebt hat. Was hat uns an diesen besonders gut gefallen, was hat uns menschlich besonders beeindruckt? Eigenschaften und Verhaltensweisen, die man selbst als angenehm und förderlich bei seinen eigenen Trainern erlebt hat, kann man sich selbst zu eigen machen. Umgekehrt sollte man Verhaltensweisen ablehnen, die man selbst abgelehnt oder als menschlich zweifelhaft erlebt hat. Auf diese Weise kann man seinen eigenen Weg als Trainer finden.

Jeder Trainer hat seine eigene Lebensgeschichte und ist durch Elternhaus, Freunde, Sportverein, Schule, etc. unterschiedlich sozialisiert worden. Man bringt also mehr oder weniger Erfahrung mit. Aber auch die Qualität der Erfahrungen, deren Verarbeitung und welche Schlüsse man daraus zieht, spielt eine wichtige Rolle. In allen Kompetenzbereichen kann man noch etwas dazulernen. Die Qualifizierung und Weiterbildung als Trainer durch den Besuch entsprechender Aus- und Fortbildungsmaßnahmen ist ein zentrales Element der erfolgreichen Trainertätigkeit im Verein.

Die Arbeit mit Kindern und Jugendlichen kann sehr schön sein und Spaß machen. Dies können viele Trainer bestätigen, die mit dieser Altersgruppe arbeiten. Gerade in dieser Altersgruppe kann man als guter Trainer die prägende Grundlage für das spätere Sportlersein der Kinder legen.

Aufgaben

- Welche unterstützenden Erziehungsmittel und Erziehungsmaßnahmen kennen Sie?
- Muss ein Trainer grundsätzlich ohne Strafe im Training auskommen?
- Wozu können einem Trainer im Kinder- und Jugendbereich Kenntnisse über persönliche Lebensumstände nützlich sein?
- Wie wichtig ist die Disziplin für einen Trainer?
- Welche Kompetenzbereiche des Trainers sind Ihnen bekannt?
- Beschreiben Sie einen Kompetenzbereich und begründen Sie, weshalb dieser Bereich wichtig für einen Trainer ist.
- Wie stehen Sie zu folgender Aussage: »Das wichtigste für einen Trainer ist die Fachkompetenz. Die anderen Bereiche kann man vernachlässigen«.

Theorie und Methodik des Trainings und Trainierens

2

Einführung in die Thematik

Die Frage »Kommst du heute Abend ins Training?«, kann man täglich von vielen Sportlern hören, die sich fürs abendliche Training verabreden wollen. Tischtennisnationalspieler, Altherrenfußballer und Thekenmannschaften, Fitness- und Gesundheitssportler, Kinder und Senioren, Frauen und Männer, alle gehen ins Training. Kann man deshalb behaupten, dass alle dort dasselbe tun? Was hat zum Beispiel eine Handballtrainingseinheit eines Bundesligaklubs mit der Trainingseinheit eines Bezirksligisten in der gleichen Sportart gemeinsam, außer der allgemeinen Gliederungsstruktur? Ein Handballer gestaltet sein Ausdauertraining z.B. völlig anders als ein Schwimmer und nicht einmal alle Handballer führen ihr Ausdauertraining in der gleichen Art und Weise durch. Zudem kann genau das gleiche Ausdauertraining bei dem einen Handballer schneller und besser anschlagen als bei dem anderen. Training für Mädchen und Frauen unterscheidet sich in vielen Sportarten/Disziplinen von dem der Jungen bzw. Männer.

Trainingsbeispiele aus der Praxis

Zur Vorbereitung auf die Wettkampfsaison macht der Handballer eventuell 4- bis 5-mal pro Woche Waldläufe, während der Wettkampfsaison läuft er nur noch 1- bis maximal 2-mal. In einem Tischtennistraining wird der kleine weiße Ball in einer Trainingseinheit zum Teil mehrere tausendmal übers Netz gespielt, und die Trainer korrigieren die technische Ausführung der Schläge sehr genau. Hier spielt offensichtlich technische Perfektion eine große Rolle. Dafür absolvieren auf der anderen Seite professionelle Ausdauerathleten in der Leichathletik insgesamt Läufe über 150–200 km pro Woche, Radprofis fahren 40000–45000 km pro Jahr auf dem Rennrad.
Zur Lauftechnik sagt der Trainer eher wenig bis nichts, er gibt aber ständig Hinweise zur gelaufenen Zeit. Er nimmt dem Läufer immer wieder aus dem Ohrläppchen Blut ab und kontrolliert die Pulsfrequenz seines Pulsmessers. Welche Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede gibt es zwischen dem Training in einer Individualsportart wie dem Tischtennis und dem in einer Mannschaftssportart wie dem Basketball? Schüler in der Schule wollen lieber Volleyball spielen und weniger gern – weil als monoton empfunden – das untere oder obere Zuspiel trainieren. Der Begriff »Training« wirft viele Fragen auf.
Die **Trainingslehre** beschäftigt sich unter anderem damit, möglichst plausible Antworten auf die hier gestellten Fragen zu geben bzw. Erklärungen dafür zu finden.

Definition

Trainingslehre
Die Trainingslehre stellt eine **systematische** Sammlung allgemeiner handlungsrelevanter Aussagen zum Training dar, die einen Bezug zur Handlungsweise im Training haben und sich auf unterschiedliche Quellen beziehen, wie z.B. wissenschaftliche Untersuchungen oder Erfahrungswissen (vgl. *Hohmann* et al. 2007).

Ein erster Zugang zum »Trainieren« ist über die **unterschiedlichen Zielsetzungen** der Trainierenden möglich (Abb. 2.1).

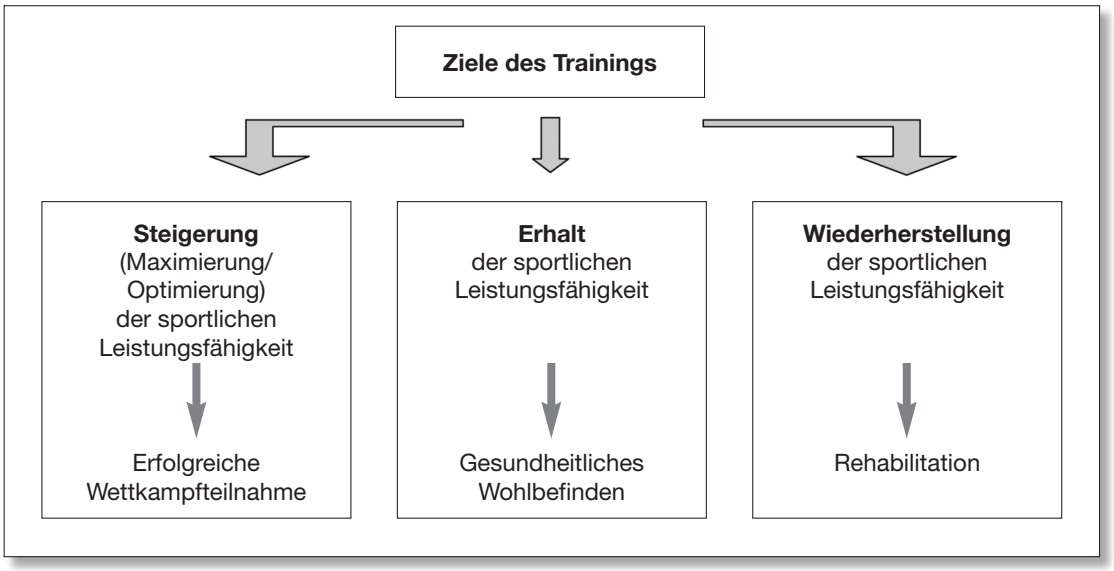


Abb. 2.1: Ziele des Trainings

Zum Zielbereich der Leistungssteigerung zählt neben dem **Leistungserhalt** auch das gezielte **Abtrainieren**, wenn z.B. Profis ihre aktive Laufbahn beenden.

Training auf unterschiedlichen Leistungsniveaus

Wie bereits oben angedeutet, gibt es natürlich prinzipielle Unterschiede im Training auf **unterschiedlichen Leistungsniveaus**. Nehmen wir an, ein Breitensportler und ein Fußballprofi trainieren mit dem gleichen Ziel, nämlich der Leistungssteigerung. Für einen Profi ist dieses Ziel schwieriger zu erreichen als für den Breitensportler. Je höher nämlich das sportliche Niveau ist, desto langsamer vollzieht sich die Leistungssteigerung. Hinzu kommt, dass die Trainingseinheit zwar vom Aufbau her gleich gestaltet sein kann, z.B. mit einleitendem Aufwärmteil, technischem Hauptteil und spielerischem Schlussteil, von der konkreten inhaltlichen Gestaltung her betrachtet, kann man jedoch deutliche Niveauunterschiede in technischer und konditioneller Hinsicht bei den Spiel- und Übungsformen feststellen. Beide trainieren sehr unterschiedlich. Ein Breitensportler trainiert vielleicht 1- bis 2-mal pro Woche, während ein Profi auf ca. 10 Trainingseinheiten pro Woche kommt. Das Training von beiden unterscheidet sich also trotz des gleichen Trainingsziels sowohl qualitativ als auch quantitativ erheblich voneinander.

Training findet also mit **unterschiedlichsten Zielsetzungen** und auf **unterschiedlichsten Ebenen** bzw. in **unterschiedlichen Bereichen** (Leistungsniveaus) statt (Abb. 2.2).

Unabhängig von Zielsetzung und Niveau werden Trainingsprozesse jedoch immer dadurch begründet, dass einige typische – für Training charakteristische – Merkmale erfüllt sind.

Definition

Training
Training ist die geplante und systematische Realisation von Maßnahmen (Trainingsinhalte und -methoden) zur nachhaltigen Erreichung von Trainingszielen im Sport (vgl. *Hohmann* et al. 2007).

Wesentliche Bestandteile von Training

In dieser Definition sind wesentliche **Bestandteile von Training** enthalten:

- **Planmäßigkeit:** Sie ist dann gegeben, wenn Trainingsziele, Trainingsmethoden, Trainingsinhalte sowie Trainingsaufbau und -organisation unter Beachtung trainingswissenschaftlicher Erkenntnisse sowie trainingspraktischer Erfahrung von vornherein festgelegt sind. Die Durch-

Bereiche von Training

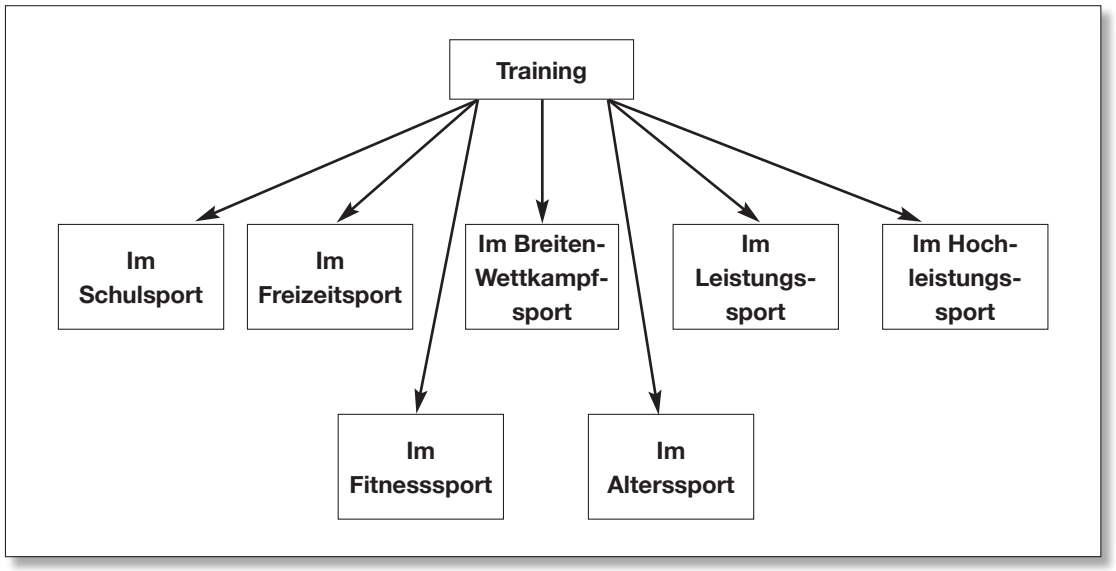


Abb. 2.2: Bereiche von Training

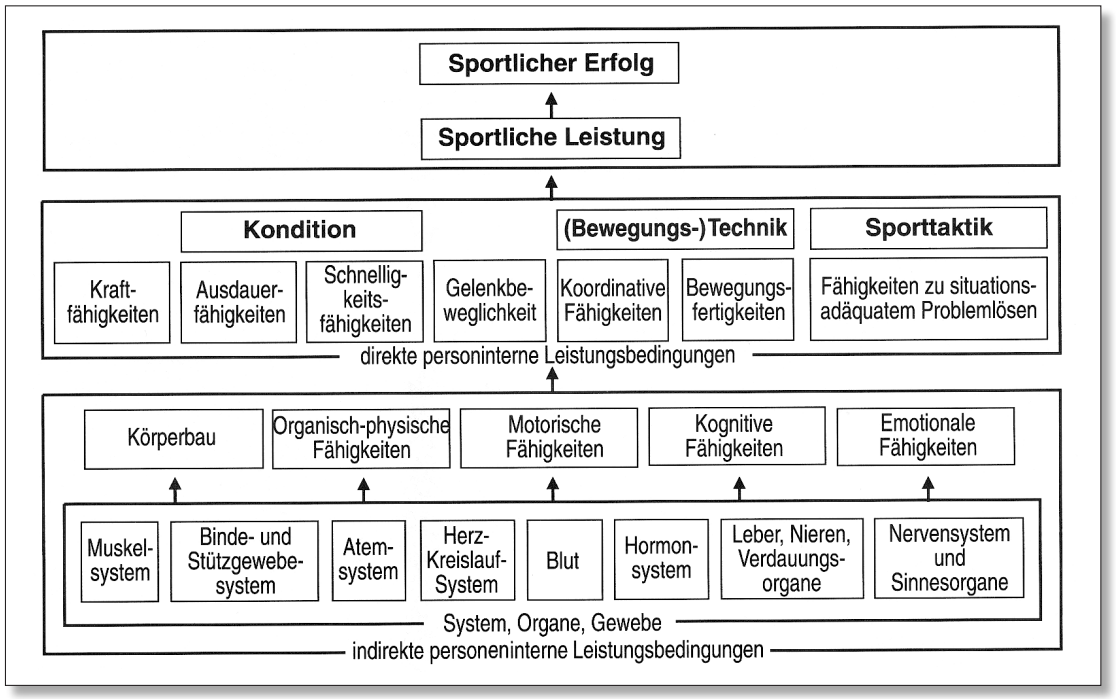


Abb. 2.3: Schema personeninterner Bedingungen sportlicher Leistungen und Erfolge (*Weineck* 2004 a)

führung muss kontrolliert werden und die Wirkung muss mit entsprechenden Leistungskontrollen überprüft werden (vgl. *Weineck* 2004 a).

- **Systematik:** Für die Leistungsfähigkeit eines Sportlers sind Bedingungen und Prozesse verantwortlich, die in Wechselbeziehung zueinander stehen und somit ein System bilden. Die leistungsbestimmenden Komponenten (Einflussgrößen) sind in Abb. 2.3 und 2.4 dargestellt.
- **Trainingsziele:** Im Training sollen z.B. konditionelle Fähigkeiten oder sportliche Techniken auf Dauer verbessert, eine hohe Leistungsfähigkeit für den nächsten Wettkampf erarbeitet oder auch für den Gesundheitssport wichtige Entspannungsmethoden erlernt werden. Es wird gezielt an etwas gearbeitet.
- **Trainingsinhalte und -methoden:** Die Trainingsziele geben dem Sportler oder Trainer die Trainingsinhalte mehr oder weniger genau vor: Sämtliche praktische Maßnahmen, wie z.B. Sprünge

zum Sprungkrafttraining, häufige Übungswiederholungen des Korblegers im Basketball zum Techniktraining, eine Wassergymnastik im Gesundheitssport oder ein 10-km-Ausdauerlauf zur Schulung der Grundlagenausdauer, also alle Maßnahmen, mit denen diese Trainingsziele planmäßig und systematisch angestrebt werden, bezeichnet man als Trainingsinhalte (vgl. ebd.)

Training als Handlungsprozess

Training ist ein **sehr komplexer Handlungsprozess**, der darauf ausgerichtet ist, angemessene Wirkung auf alle leistungsrelevanten Merkmale des Sportlers zu erzielen. Bei der Vielzahl der Komponenten der personeninternen Bedingungen wird deutlich, dass deshalb jeder Sportler/Athlet einen ganz individuellen Weg vom Anfänger zum Könner nimmt (Abb. 2.3). Diese personeninternen Bedingungen sind es letztendlich, welche es verhindern oder erst ermöglichen, zum Spitzensportler zu werden.

2.1 Sportliche Leistungsfähigkeit

Leistungskomponenten

Die komplexe sportliche Leistungsfähigkeit – ob hoch oder niedrig – beruht auf dem Vorhandensein und Zusammenwirken wiederum komplexer Wirkungsgrößen (d.h. von Leistungskomponenten), was an dem Basketballbeispiel ersichtlich wird. Die übergeordnete Zielsetzung »Leistungssteigerung« kann z.B. nur erreicht werden, wenn aus dieser übergeordneten Zielsetzung konkrete Trainingsziele, also Grob- und Feinziele abgeleitet werden.

Anforderungsprofil

Ausgangspunkt für die Bestimmung dieser konkreten Trainingsziele für jede Sportart/Disziplin ist die Frage nach dem Anforderungsprofil. Wenn das Anforderungsprofil geklärt ist, weiß man, was genau trainiert werden muss. Abb. 2.4 zeigt ein Modell der Komponenten der Leistungsfähigkeit, welches als Raster zur Analyse der Sportart/Disziplin dienen kann.

Das Modell in Abb. 2.4 kann quasi auf alle Sportarten/Disziplinen übertragen werden. Es zeigt auf, dass die Komponenten der sportlichen Leistungsfähigkeit sich gegenseitig beeinflussen können und aufgrund ihrer Zusammensetzung nur komplex zu trainieren sind. Allein die harmonische Entwick-

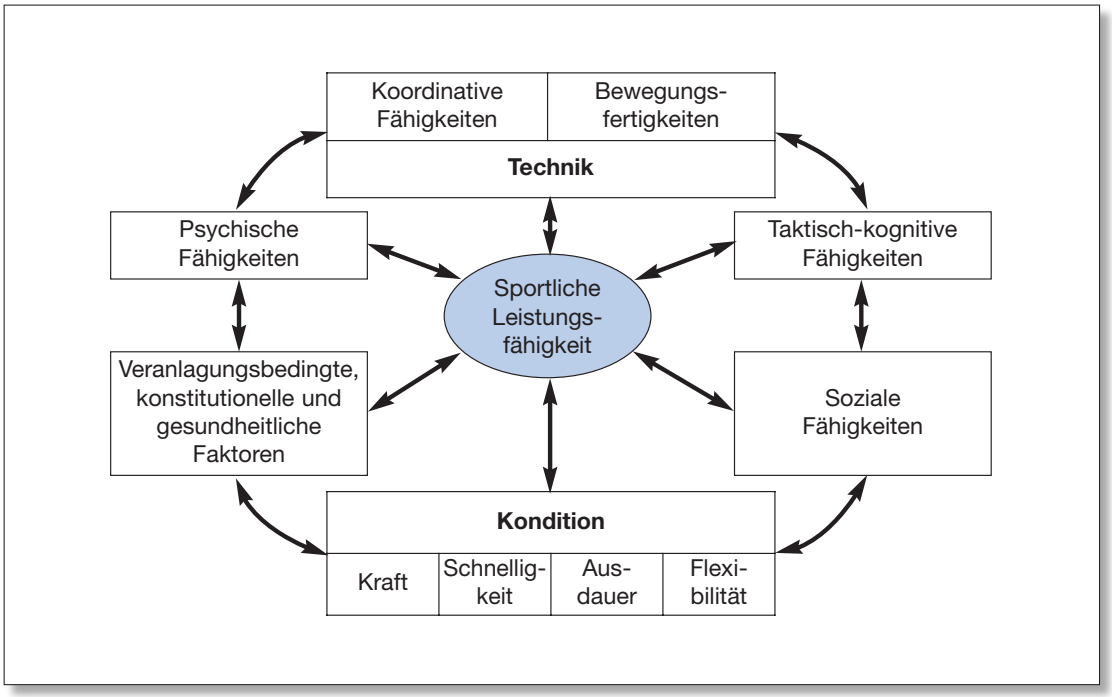


Abb. 2.4: Vereinfachtes Strukturmodell der Komponenten der sportlichen Leistungsfähigkeit (*Weineck* 2004 a)

lung aller leistungsbestimmenden Faktoren ermöglicht das Erreichen der individuellen Höchstleistung.

Beispiel Fußball

Abb. 2.4 kann in Zusammenhang mit dem Fußball beispielsweise folgendermaßen erläutert werden. In dieser Sportart tragen zur sportlichen Leistungsfähigkeit die konditionellen Fähigkeiten Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer sowie die Flexibilität (Beweglichkeit) bei. Der Fußballer benötigt Kraft, um hoch springen zu können. Er muss schnell einem Gegner davonsprinten können. Da das Spiel 90 Minuten dauert und gute Mittelfeldspieler in der Bundesliga zwischen 10 und 14 km laufend zurücklegen müssen, ist Ausdauer gefragt. Für die Innenverteidigung suchen die Trainer meist veranlagungsbedingt und von der Körperkonstitution her gesehen große und starke Spieler aus. An psychischen Fähigkeiten müssen Fußballer über hohe Konzentrationsfähigkeit und Kampfgeist (Willensstärke) verfügen. Unter Koordination ist zu verstehen, wie gut die sportliche Körperbeherrschung des Spielers ist, zu den Bewegungsfertigkeiten zählen die einzelnen zum Fußball dazugehörigen Techniken wie verschiedene Schuss- oder Kopfballtechniken. Wenn der Trainer taktisch mit einer Viererkette spielen möchte, so müssen dies die Spieler auch erkennen und verstehen, was als kognitiv bezeichnet wird. Die sozialen Fähigkeiten beschreiben, wie gut oder schlecht sich ein Spieler in das Team integrieren kann und wie er mit seinen Mitspielern bzw. auch seinem Trainer auskommt.

Sportartanalyse

Die Sportartanalyse, welche zum Anforderungsprofil der jeweiligen Sportart/Disziplin führt, gilt als wichtigste theoretische Wissensgrundlage eines Trainers oder Sportlers. Sie vermittelt Kenntnisse zu den aktuellen Ausprägungen von leistungsbestimmenden Faktoren und deren internem Beziehungsgefüge. Denn es gilt der folgende Merksatz:

Merke

Nur wenn man das Anforderungsprofil einer Sportart/Disziplin sehr genau kennt, kann man genau das üben und trainieren, worauf es ankommt!

Aus dem Strukturmodell in Abb. 2.4 kann man wiederum einzelne Komponenten herauslösen und diese einer genaueren Analyse unterziehen, um ein differenzierteres Bild zu erhalten. Abb. 2.5 macht dies am Beispiel Basketball deutlich.

2.2 Langfristige Trainingsplanung

Bedeutung des Grundlagentrainings

Wenn Training langfristig erfolgreich sein soll, bedarf es einer entsprechenden **Trainingsplanung**. Trainingswissenschaft und praktische Erfahrung belegen, dass innerhalb der langfristigen Trainingsarbeit dem Training mit Kindern und Jugendlichen eine besondere Bedeutung zukommt. Dies gilt insbesondere für das sog. **Grundlagentraining**, dem ersten geplanten Abschnitt jedes langjährigen Trainingsprozesses. Das Grundlagentraining bildet die Basis jedes systematisch betriebenen Trainings. Es hat die Funktion, **Fundamente zu schaffen**. Die Stufen des Trainingsaufbaus im spitzensportlich orientierten Training sind in Abb. 2.6 dargestellt.

Jeder Sportler durchläuft diese einzelnen Phasen. Der Ablauf ist nicht umkehrbar. Einzelne Etappen können nicht übersprungen oder weggelassen werden. Die Etappen können bei jedem Sportler wiederum zeitlich unterschiedlich sein. Die Übergänge von Etappe zu Etappe sind fließend. In der Praxis kommt es immer wieder vor, dass Sportler bereits mehrere Etappen in einer anderen Sportart/Disziplin absolviert haben, bevor sie in eine neue wechseln, und es dennoch dort zu Spitzenleistungen bringen können.

Langfristiger Trainingsaufbau

Bei der **langfristigen Trainingsplanung** ist einerseits der Aufbau perspektivischer Leistungsvoraussetzungen im langfristigen Leistungsaufbau, andererseits die Sicherung der notwendigen

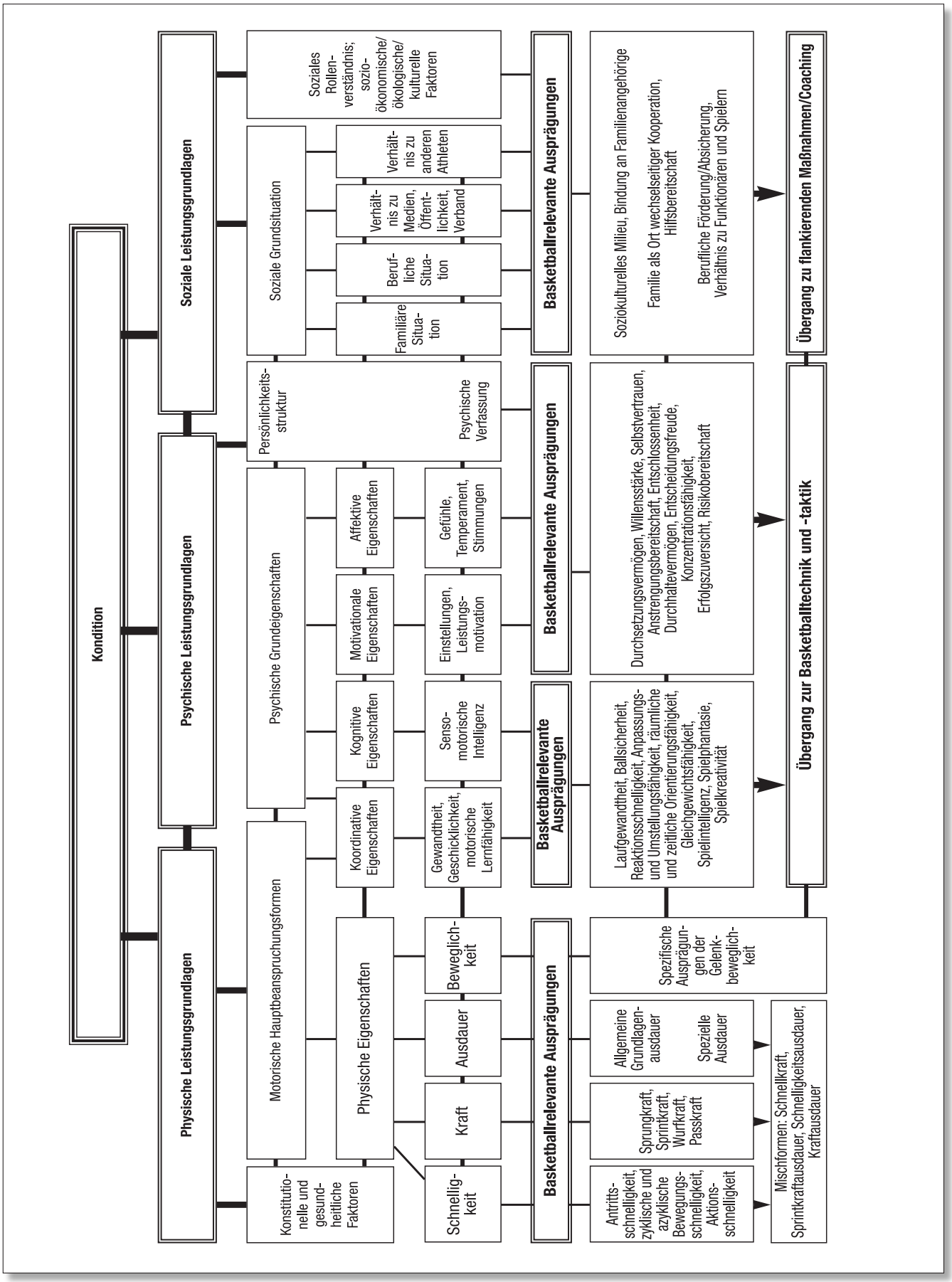


Abb. 2.5: Erweitertes Strukturmodell zur Kondition des Basketballspielers (*Weineck* u. *Haas* 1999)

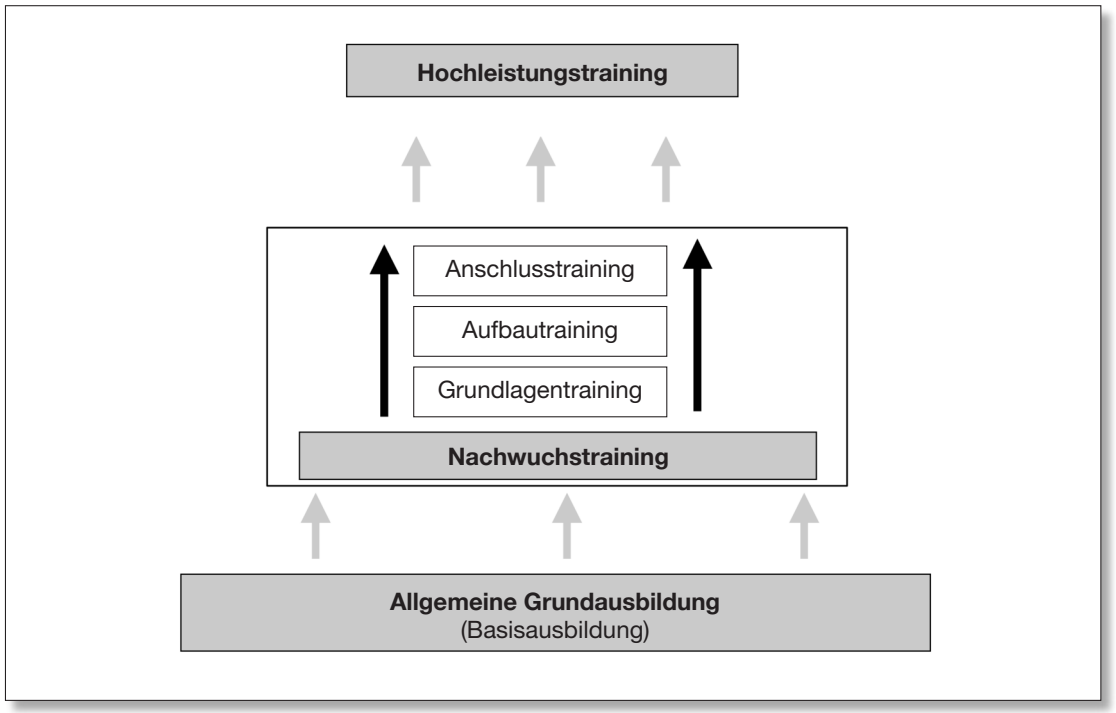


Abb. 2.6: Stufen des Trainingsaufbaus im spitzensportorientierten Training

Zeitstrukturen und Rahmenbedingungen für die langfristige Vorbereitung und Entwicklung von Spitzenleistungen entscheidend. Abb. 2.7 verdeutlicht diese Forderung am Beispiel des langfristigen Trainingsaufbaus in den leichtathletischen Lauf- und Gehsportarten. Der Abbildung ist zu entnehmen, dass man nicht auf das Jahr genau voraussagen kann, wann welche Etappe erreicht sein wird, denn dies ist von zu vielen Faktoren abhängig. Der Aufbau in Abb. 2.7 entspricht dem grundsätzlichen Aufbau des langfristigen Trainingsprozesses auf Seite 30.

Eine am deutschen Trainingssystem orientierte Modellstruktur verbindet die Trainingsjahre mit den Trainingsetappen (Abb. 2.8). Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass man den Bereich des Wettkampfhöhepunktes der Junioren sowie der individuellen sportlichen Höchstleistung nicht auf das Jahr exakt voraussagen kann. Umfangreiche Erfahrungswerte aus der Praxis führen zu dieser Erkenntnis.

Ziele des langfristigen Trainingsprozesses

Ziele des langfristigen Trainingsprozesses sind die allmähliche Steigerung der Trainingsanforderungen bzw. die kontinuierliche Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit. Die sportliche Leistungsfähigkeit steht dabei in Abhängigkeit zu dem physischen, psychischen, technisch-taktischen und dem intellektuellen Leistungsvermögen. Um ein möglichst hohes Leistungsniveau zu erreichen, bedarf es einer sorgfältigen perspektivischen Planung des Trainingsprozesses.

Langfristiger Trainings-aufbau: Beispiel Leichtathletik

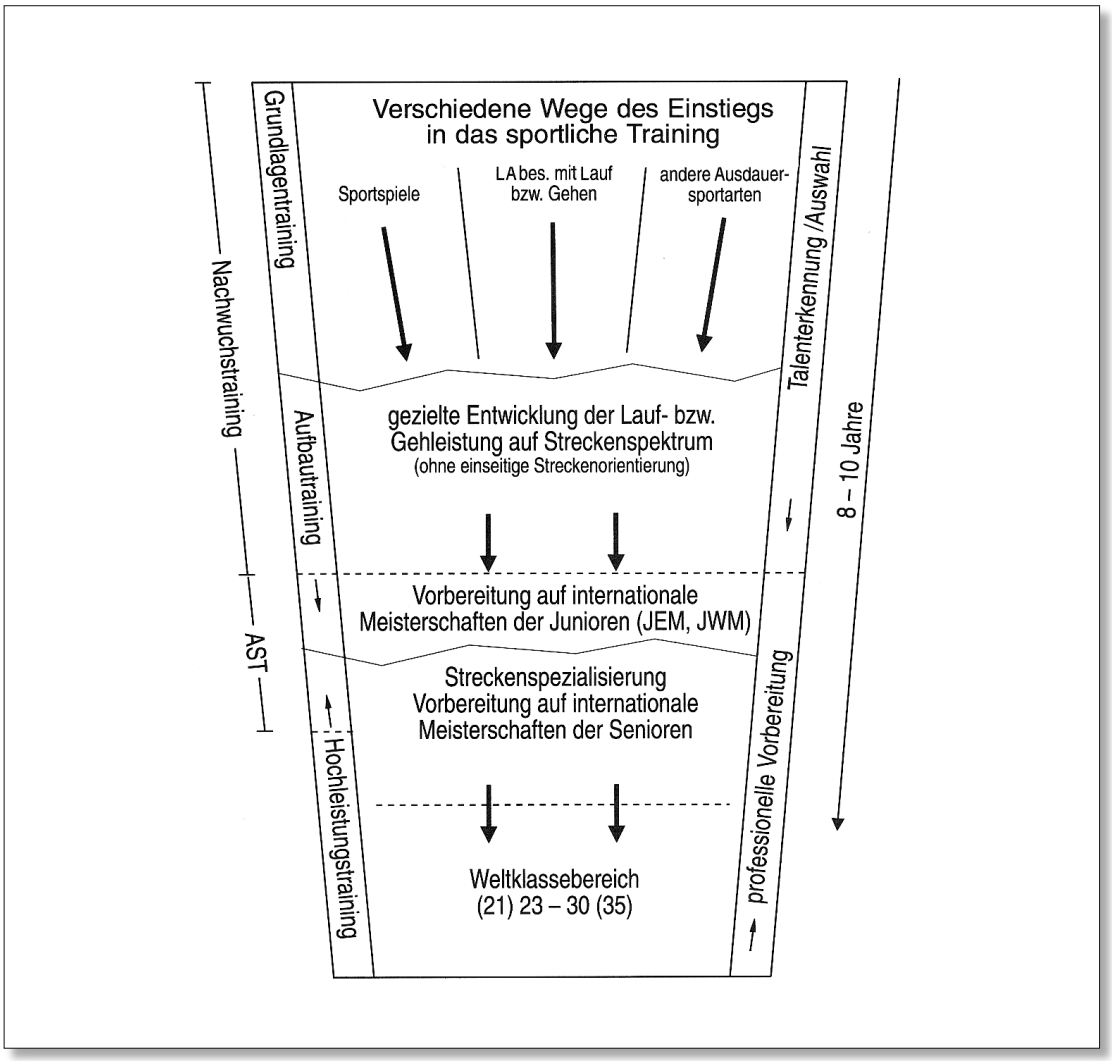


Abb. 2.7: Modell eines langfristigen Leistungsaufbaus am Beispiel Lauf/Gehen (LA: Leichathletik, AST: Anschlusstraining, JEM: Junioren-Europameisterschaft, JWM: Junioren-Weltmeisterschaft; *Weineck* 2004 a)

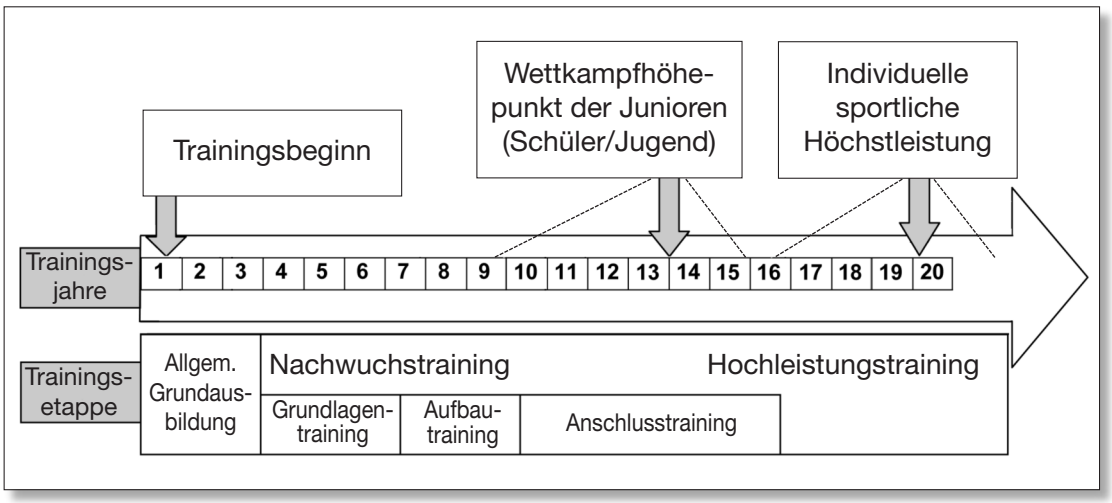


Abb. 2.8: Struktur des langfristigen Trainingsaufbaus im nationalen Trainingssystem Deutschlands (nach *Hohmann* et al. 2007)

2.2.1 Allgemeine Grundausbildung

Allgemeine Grundausbildung (Basistraining)

Diese Trainingsphase wird auch als **Basistraining** bezeichnet. Im Zentrum stehen die allgemeine Entwicklung der **koordinativen Fähigkeiten** sowie das technische **Grundlagentraining** bei Sportarten/Disziplinen, in denen die Technik ein wesentlicher leistungsbestimmender Faktor ist.

Praxisbeispiel: Polysportive Ausbildung

Die Anforderungen sollten dem Alter der Kinder angemessen, freudbetont, vielfältig und variabel gestaltet werden. Das Stichwort lautet in diesem Abschnitt **»polysportive Ausbildung«**. Die Kinder sollten am besten mehrere Sportarten/Disziplinen gleichzeitig betreiben. Im Tischtennis bietet sich z.B. noch Fußball, Basketball oder Handball »nebenher« an. Falls die Kinder schon im Verein trainieren, kann bereits in dieser Stufe das Prinzip der progressiven Belastung angewendet werden. Das bedeutet für Kinder in diesem Alter (frühes Schulkindalter zwischen ca. 6 und 10 Jahren) eine Erhöhung der Trainingseinheiten pro Woche. Für eine spätere leistungssportliche Karriere werden hier wichtigste Grundlagen gelegt. Das **sportartgerichtete Training** muss in dieser Etappe bereits überwiegen, was bedeutet, dass vom zeitlichen Umfang her gesehen das Tischtennistraining ca. 70 % der Trainingseinheit einnehmen sollte. Allgemeine Trainingsinhalte dürfen aber unter keinen Umständen vernachlässigt oder sogar weggelassen werden. Dies wäre ein grober trainingsmethodischer Fehler.

Aller Trainingslehre zum Trotz kann die allgemeine Grundausbildung auch »auf der Straße«, also der natürlichen Bewegungsumwelt der Kinder, stattfinden und sollte vom Elternhaus entsprechende Unterstützung erfahren.

2.2.2 Nachwuchstraining

Ziele des Nachwuchstrainings

Das Ziel des Nachwuchstrainings ist hauptsächlich in der Erkennung der spezifischen Eignung und Aufdeckung der individuellen Entwicklungspotenzen zu sehen. Wie dies z.B. im leichtathletischen Lauf auf das kalendarische Alter bezogen aussehen kann, zeigt Tab. 2.1.

Laufdisziplin	Nachwuchstraining			Hochleistungstraining
	Grundlagentraining	Aufbautraining	Anschlusstraining	
Sprint	10–12	13–16	17–21	22–28
Mittelstreckenlauf	12–14	15–17	18–21	22–30
Langstreckenlauf	13–16	17–20	21–24	25–35

Tab. 2.1: Lebensalter (Jahre) bei Trainingsbeginn, Streckenspezialisierung und Höchstleistung in Laufsportarten (mod. nach *Neumann* u. *Hottenrott* 2002)

Abschnitte des Nachwuchstrainings

Wie aus Tab. 2.1 zu ersehen ist, lässt sich das Nachwuchstraining in drei Abschnitte unterteilen:

Grundlagentraining

1. Im **Grundlagentraining** werden folgende Ziele verfolgt:
   - Fortsetzung der sportartgerichteten Grundausbildung,
   - Einsatz vielfältiger allgemeiner Trainingsinhalte und -methoden,
   - Weiterentwicklung der Grundtechniken bzw. Anlage einer breiten motorischen Basis,
   - sportartgerichtetes Koordinationstraining.

Aufbautraining

2. Im **Aufbautraining** verfolgt man folgende Ziele:
   - Weiterführung und Weiterentwicklung der Grundlagen der vorigen Ausbildungsetappe,
   - stärkere Sportartausrichtung der Trainingsinhalte,
   - in der Folge zunehmende Spezialisierung der verwendeten Trainingsmethoden,
   - Steigerung von Belastungsumfang und -intensität,
   - vermehrtes sportartspezifisches Koordinationstraining.

Anschluss-training

3. Das **Anschlusstraining** stellt die wichtige Übergangsphase zum Hochleistungstraining dar. Es umfasst je nach Sportart/Disziplin zwischen 2 und etwa 4 Jahre. Generell wird diese Phase als eine entscheidende Phase für den jungen Sportler gesehen, da es hier vielfach um seine weitere leistungssportliche Zukunft geht.
   Im Anschlusstraining werden folgende Ziele verfolgt:
   - weitere Steigerung der Belastbarkeit des gesamten Organismus,
   - Periodisierung der Wettkampfsaison,
   - Zunahme der Wettkampfhäufigkeit,
   - Beachtung des Zusammenhangs von Belastung und Erholung,
   - verstärkte Anwendung spezifischer Trainingsmethoden,
   - vermehrter Einsatz von Leistungsdiagnose und Wettkampfanalyse.

2.2.3 Hochleistungstraining

Hochleistungs-training

Das **Hochleistungstraining** verfolgt die folgenden Ziele (vgl. *Weineck* 2004 a):
- Heranführen an die individuelle Höchstleistung,
- höchstmögliche Steigerung von Trainingsumfang und -intensität,
- weitere Spezifizierung von Trainingsmethoden und -inhalten,
- Perfektionierung der sportartspezifischen Technik,
- Leistungsstabilisierung der individuellen Höchstleistung über einen möglichst langen Zeitraum

Aufgabe

- Formulieren Sie für das Grundlagentraining in Ihrer Sportart Antworten in möglichst knapper Form, wie in Tab. 2.2 vorgegeben.

Grundlagentraining

Praxisbeispiel: Basketball

Ziele/Inhalte	Methoden/Trainerverhalten
Zeitdauer	3–4 Jahre
Übergeordnete Zielsetzungen	• Zielgerichtet-vielseitige allgemeine Grundausbildung • Entwicklung der sportartspezifischen Grundlagen
Inhalte und inhaltliche Proportionen	• Vielseitige allgemeine sportliche Ausbildung (⅓–½ der Trainingszeit) • Vielseitige sportartspezifische Ausbildung (½–⅔ der Trainingszeit)
Leitgedanken	**Höchste Priorität** haben • Ziele und Inhalte in den Bereichen Technik und Koordination • Herausbildung, Erhaltung bzw. Förderung aktueller und überdauernder Motivation • soziales Klima (Beziehungen ÜL – Sportler und Sportler – Gruppe)

Ziele/Inhalte	Methoden/Trainerverhalten
Koordinative Ziele/Inhalte	• Erwerb eines möglichst umfangreichen Bewegungsrepertoires • Basisbewegungen aus der LA (Laufen, Springen) dem Gerätturnen (Rollen, Drehen) u. a. sowie allgemeine Koordinationsaufgaben (eigener Körper, Geräte) gezielt zum Erwerb **allgemeiner koordinativer Fähigkeiten** (Orientierungs-, Reaktions-, Differenzierungsfähigkeit) nutzen • Vorformen und Grundformen der basketballspezifischen Techniken (v. a. Prellen, Werfen, Fangen, Passen) – auch durch gezielte Variation der Bewegungsausführung – zum Erwerb **spezieller koordinativer Fähigkeiten** nutzen
Technische Ziele/Inhalte	• Erlernen der Ball- und Körpertechniken (v. a. Bein- und Armarbeit, speziell in der 1:1-Abwehr-, Blocken, Wurfarten, Anspielarten, Täuschungen)
Taktische Ziele/Inhalte	• Spiel- und Handlungserfahrung auf allen Spielpositionen sammeln • Anwenden der erlernten Technikelemente und individualtaktischer Handlungen auf verschiedenen Spielpositionen (Schwerpunkt: Technikvariationen)
Konditionelle Ziele/Inhalte	Beginn der Entwicklung einer allgemeinen konditionellen Basis mit Schwerpunkt in den Bereichen: • Reaktionsschnelligkeit • Sprintschnelligkeit (mit und ohne Ball) • Allgemeine aerobe Ausdauer • Allgemeine Beweglichkeit • Ganzkörperkräftigung (Schwerpunkt: Stabilisierungsfähigkeit)
Psychische Ziele/Motivation/soziales Klima	**»Kindgemäße Trainingsgestaltung«** in der Praxis konsequent anwenden! • Nicht nur sportartspezifische Inhalte, sondern vielgestaltiges und mehrere Themen umfassendes sowie abwechslungsreiches Angebot • Inhaltsschwerpunkte in jeder Trainingseinheit • Nicht zu lange Konzentrationsphasen • Variation von Trainingsmethoden, Wechsel von Spiel- und Übungsformen, reizvollen Aufgaben und Wettkämpfen • Inhaltliche Säule, auf der Spaß und Motivation entsteht bzw. erhalten wird • Nicht Muskeln und Kreisläufe trainieren, sondern Menschen! Offene Beziehung ÜL/Trainer – Spieler aufbauen (sodass z.B. Ängste oder Befürchtungen ausgesprochen und besprochen werden können) • Nicht (nur) anweisen, anordnen, nachvollziehen, einsichtig machen, ermuntern, Mut machen lassen, • sondern (auch) Sportler betreuen (im umfassenden Sinne), d.h. beraten, auf Einzelne eingehen, nicht »blocken«, wenn Beanspruchungssituation auftritt, konstruktiv kritisieren »Kommunikationshandwerk« erwerben, **Sozialkompetenz verbessern als zwischenmenschliche Säule**, auf der Spaß und Motivation entsteht bzw. erhalten wird

Tab. 2.2: Grundlagentraining am Beispiel der Sportart Basketball

2.3 Zum Anforderungsprofil von Sportarten

Unterschiedliche Schwerpunkte des Trainings

Von Sportart zu Sportart und von Sportdisziplin zu Sportdisziplin kann man beobachten, dass im Training sehr unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden. Diese Schwerpunkte sind das Ergebnis von Analysen des jeweiligen Anforderungsprofils der Sportart. Die Frage, um die es geht, ist: Was genau muss ich in welchem Verhältnis trainieren, um in dieser Sportart / Disziplin gut zu werden?

Leistungsentwicklung optimal steuern

Wenn man das Training und die Leistungsentwicklung optimal steuern möchte, bedeutet dies, dass man Informationen und Kenntnisse

1. über biomechanische und physiologische Bedingungen (z. B. Herz-Kreislauf-System, Energiebereitstellung),
2. über funktionell-anatomische Bedingungen (z. B. Gelenkbelastung) sowie
3. des konditionellen, kognitiven, psychischen, körperbaulichen, sozialen und materialen Anforderungsprofils benötigt.

Die hier aufgezählten Faktoren darf man nicht isoliert nebeneinander betrachten, es gibt vielfältige Beziehungen untereinander. Wer nur im Training, aber nie im Wettkampf, wenn es gilt, eine stabile Psyche hat, wird kaum erfolgreich Spitzensport betreiben können. Mit der Körpergröße von 1,60 Meter wird man es im Basketball sehr schwer haben, ein erfolgreicher Spitzensportler in dieser Sportart zu werden. Wer umgekehrt 2,21 Meter groß ist, wird sich im Geräteturnen schwertun.
Nur auf der Basis einer Analyse der Leistungsstruktur lassen sich richtige Empfehlungen für das Training einer Sportart / Disziplin ableiten (Abb. 2.9).

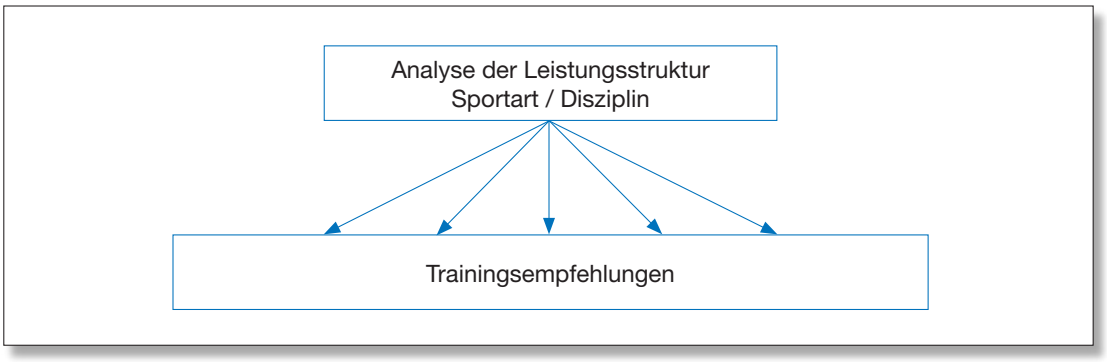


Abb. 2.9: Ableitung der Trainingsempfehlungen aus der Analyse der Leistungsstruktur

Analyse des Anforderungsprofils

Für die Darstellung des Leistungssystems ist es wichtig, dass nicht nur Kriterien aufgezählt werden, sondern auch deren Einflüsse und Beziehungen zueinander dargestellt werden. Orientiert hat man sich zu Beginn solcher Anforderungsprofilanalysen überwiegend an den **sportlichen Meistern einer Sportart** bzw. Disziplin, man sprach von sog. »Meisterlehrern«. **Was haben sie trainiert und wie haben sie trainiert?** Dies hat man dann kopiert, ähnlich wie bei den Techniken im Sport. Später hat man dann durch sportwissenschaftliche und sportmedizinische Analysen versucht, die einzelnen Komponenten exakt zu erfassen. Je komplexer jedoch die Sportart, umso schwieriger hat sich dies dargestellt. Wie wichtig einzelne Faktoren bzw. Komponenten des Anforderungsprofils im Hinblick auf die Leistung in einer Sportart sind, bereitet häufig sehr große Probleme und selbst Experten streiten sich um die exakte Bedeutung einzelner Komponenten. Die Analyse ist jedoch zwingend notwendig, denn man kann schlichtweg nicht alle konditionellen noch alle koordinativen Fähigkeiten trainieren. Dafür fehlt einfach die Zeit. Außerdem wäre das Training, da es nicht zielgerichtet ist, weniger effektiv. Gleichwohl gibt es relativ komplexe Sportarten, die ein sehr umfassendes Training hinsichtlich der Koordination und Kondition benötigen. Vor allem die Sportspiele

wie Handball, Fußball, Basketball, Volleyball sowie Tennis, Tischtennis und Badminton zählen dazu.
Die Abbildung 2.10 zeigt das Ergebnis einer Studie, in der bestimmt wurde, welche Merkmale den entscheidenden Einfluss auf die Leistung zum Jahreshöhepunkt (Weltmeisterschaft oder Olympische Spiele) im Judo haben.

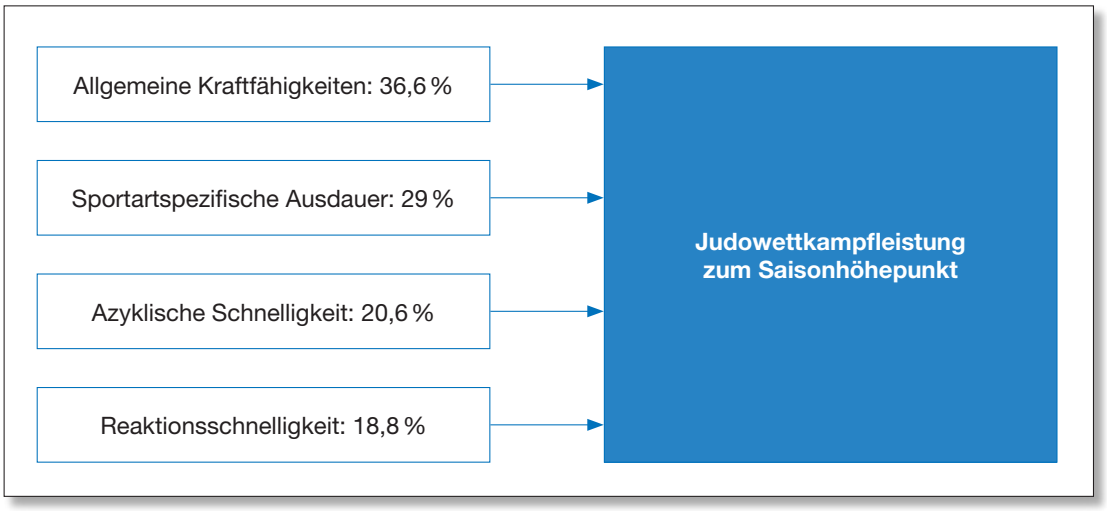


Abb. 2.10: Verteilung judospezifischer Merkmalskomplexe, die Einfluss auf die Judoleistung zum Leistungshöhepunkt hatten (mod. nach *Hottenrott/Neumann* 2016). Anm: Das Ergebnis ergibt keine 100 %, da es durch besondere statistische Verfahren zustande kam.

Wie aus der Abbildung hervorgeht, handelt es sich um
1. drei konditionelle Fähigkeiten (allgemeine Kraftfähigkeiten, sportartspezifische Ausdauer, azyklische Schnelligkeit) und
2. eine koordinative Fähigkeit (Reaktionsschnelligkeit).

Judo

Hier sind jetzt nur koordinative und konditionelle Fähigkeiten aufgeführt, psychische oder kognitive Fähigkeiten werden überhaupt nicht erwähnt, spielen aber selbstverständlich auch eine wichtige Rolle. Judo stellt noch weit mehr Anforderungen an Kondition oder Koordination. Im Judo gewinnt selten eine nach den obigen Kriterien »gezüchtete Kampfmaschine«. Wer z. B. über keine optimale Kampftechnik oder Kampftaktik (= kognitive Fähigkeit) verfügt, wird sich im Wettkampf schwertun.

Differenzierte Beschreibung des koordinativen und konditionellen Anforderungsprofils im Tischtennis

Tischtennis

Wenn man im Tischtennistraining bestimmte koordinative und konditionelle Fähigkeiten trainieren möchte, so muss es eine Begründung dafür geben, wozu diese Fähigkeit im Spiel benötigt wird.

Koordinatives Anforderungsprofil im Tischtennis

- **Reaktionsfähigkeit:**
  - Tischtennis ist das schnellste Partnerrückschlagspiel
  - Bälle erreichen 170–180 km/h
  - sehr kurze Distanz zum Gegner
  - sie wird bei jedem Ballwechsel mehr oder weniger stark gefordert

- **Kopplungsfähigkeit:**
  - komplexe Schlagbewegungen
  - Ganzkörperbewegungen (Beine, Füße, Hüfte, Oberkörper, Schultern)
  - Schlagarmbewegung mit Oberarm-, Unterarm- und Handgelenksbewegung
  - vom Timing her genau aufeinander abgestimmt
- **Differenzierungsfähigkeit:**
  - Ballgefühl
  - Bestimmung von Geschwindigkeit
  - Rotation
  - Richtung und Flughöhe des Balles
  - Ballgewicht ca. 3 g
  - bis zu 8000–10000 Umdrehungen/min bei sog. Topspinschlägen
- **Orientierungsfähigkeit:**
  - das Spiel um die bessere Spielposition
  - Wo steht mein Gegner?
  - Wo steht mein Partner?
  - Ausspielen
  - gegnerische Schwachpunkte anspielen
- **Gleichgewichtsfähigkeit:**
  - dynamisches Gleichgewicht,
  - für präzisen Rückschlag notwendig
  - Umstellungsfähigkeit:
  - bei Netz- und Kantenbällen in Zusammenarbeit mit der Reaktionsfähigkeit
  - bei falscher Antizipation
- **Rhythmisierungsfähigkeit:**
  - spielt im Tischtennis eine unbedeutende Rolle

Zusätzlich benötigt der Tischtennisspieler eine sehr gute Antizipationsfähigkeit, also ein frühzeitiges Erkennen, eine gedankliche Vorwegnahme, welchen Schlag der gegnerische Spieler als nächsten Ball wohin auf dem Tisch platzieren möchte.

Konditionelles Anforderungsprofil

Konditionelle Fähigkeiten

- **Schnelligkeit:** Die wichtigste konditionelle Fähigkeit ist die Schnelligkeit; man benötigt schnelle Beine für die Beinarbeit, schnelle Bewegungen des Rumpfes für die Schläge sowie letztlich eine schnelle Schlagarmbewegung.
- **Kraft:** Die zweitwichtigste konditionelle Fähigkeit ist die Kraft; für die Schlagarmbewegung benötigt man Schnellkraft (Schlagkraft), die Beine müssen ebenfalls schnellkräftig sein. Zusätzlich benötigt der Tischtennisspieler wegen der tiefen Grundstellung Kraftausdauer in den Beinen. Auch die Rumpfmuskulatur muss kräftig sein, da sie den Schlag z. B. durch schnelle Rumpfdrehungen unterstützt.
- **Ausdauer:** Sie wird gebraucht, um längere Turniere, zweimaliges Training und Ranglistenturniere erfolgreich gestalten zu können, sie sichert also die Belastbarkeit im Training und Wettkampf ab. Außerdem verbessert Ausdauer die Fähigkeit, sich länger konzentrieren zu können; die Regeneration hängt davon ab.
- **Beweglichkeit:** Ein Tischtennisspieler benötigt die sog. Optimalnorm, damit die Schlagtechniken ohne Einschränkungen gespielt werden können.

Zudem ist es so, dass man Sportarten schwerpunktmäßig der einen oder anderen konditionellen Fähigkeit mehr oder weniger stark zuordnen kann. Dies ist in der folgenden Grafik dargestellt (Abb. 2.11).

Die Abbildung 2.11 zeigt die Position ausgewählter Sportarten im Konditionsdreieck:

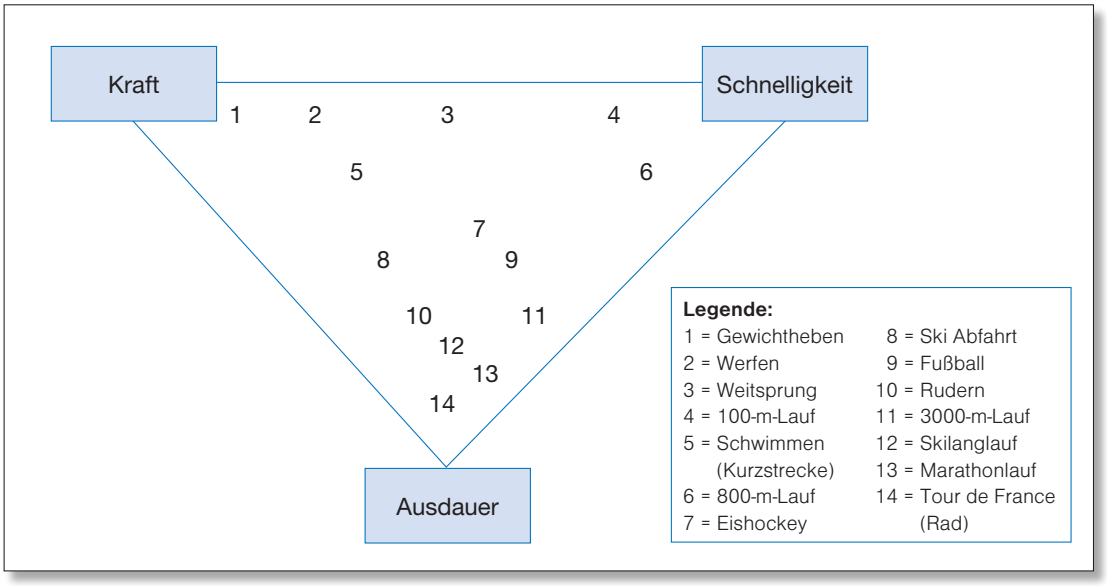


Abb. 2.11: Positionen ausgewählter Sportarten im Konditionsdreieck »Kraft-Schnelligkeit – Ausdauer« (mod. nach *Hegner/Hotz/Kuntz* 2000)

Zwischen konditionellen und koordinativen Fähigkeiten bestehen Zusammenhänge, über die man sich im Training bewusst sein sollte. Wer Koordination trainiert, dem muss klar sein, dass dies auch konditionelle Anforderungen an den Sportler stellen kann und umgekehrt (Abb. 2.12).

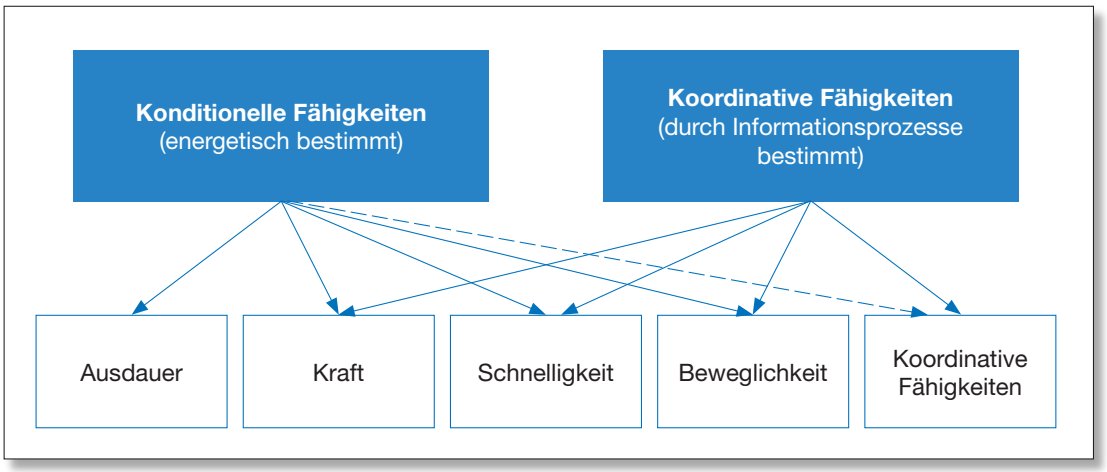


Abb. 2.12: Die Systematik der Kondition und Koordination unter besonderer Berücksichtigung der Wechselbezüge bei der Kraft, Schnelligkeit, Beweglichkeit und (bedingt) koordinativen Fähigkeiten (mod. nach *Hohmann/Lames/Letzelter* 2007).

2.4 Zusammenfassung

Wie in diesen Kapitel gezeigt wurde, kann das Training sehr vielfältig sein. Die Sportler betreiben es aus unterschiedlichen Motiven und verfolgen damit unterschiedliche Ziele. Durch Training soll die sportliche Leistungsfähigkeit positiv beeinflusst werden. Zuvor muss über eine Sportartanalyse das jeweilige Anforderungsprofil der Sportart/Disziplin erstellt werden, denn nur wenn genau

bekannt ist, was benötigt wird, kann dies auch zielgerichtet trainiert werden. Wenn das Training langfristig erfolgreich sein soll, muss es sich an der langfristigen Trainingsplanung orientieren. Das Ziel des nächsten Kapitels ist es, diese Trainingsplanung zu konkretisieren.

Aufgaben

- Welche Bereiche von Training kennen Sie? Welche Ziele werden in den jeweiligen Bereichen verfolgt?
- Was versteht man unter den wesentlichen Bestandteilen von Training?
- Welche »Phasen« durchläuft ein Sportler im langfristigen Trainingsaufbau? Wo liegen die Trainingsschwerpunkte in den jeweiligen Phasenabschnitten?
- Führen Sie nach Abb. 2.4 eine Analyse einer Ihnen bekannten Sportart/Disziplin zur Erfassung des Anforderungsprofils durch.
- Weshalb ist es wichtig, differenzierte Sportartenanalysen vorzunehmen?
- Versuchen Sie bei einer Ihnen sehr gut bekannten Sportart/Disziplin eine ähnliche Wertung vorzunehmen wie beim Judobeispiel.

Allgemeine Gesetzmäßigkeiten des Trainings und Trainingsprinzipien

3

Hinführung zur Thematik über Praxisbeispiele

Wenn ein Sportler regelmäßig im Studio Krafttraining absolviert, so ist er nach ein paar Wochen bzw. Monaten z.B. in der Lage, ein größeres Gewicht zur Hochstrecke zu bringen. Führt ein Freizeitsportler über mehrere Wochen bzw. Monate ein gezieltes Ausdauertraining im Laufen durch, so kann er danach entweder eine längere Strecke am Stück laufen oder eine bestimmte Strecke schneller als zuvor. Ein absoluter Anfänger im Tischtennis kann bereits nach wenigen Wochen Techniktraining den Ball im Spiel halten. Kann sich ein professioneller Tischtennisspieler nicht gut konzentrieren und führt daraufhin regelmäßig Konzentrationsübungen über einen längeren Zeitraum durch, so kann er damit seine Konzentrationsfähigkeit verbessern. Möchte man seine Gewandtheit bzw. Geschicklichkeit im Sport allgemein verbessern, so empfiehlt sich ein entsprechendes Koordinationstraining. Durch regelmäßige Gymnastik können Turnerinnen und Turner ihre Beweglichkeit verbessern. Ein Senior, der einen Inlineskatingkurs für Anfänger belegt, ist danach in der Regel in der Lage, diese Sportart zu betreiben.

Adaptation

Diese Phänomene der Leistungssteigerung durch sportliches Training beschreibt man als Anpassung oder **Adaptation**. Die Adaptation führt zu einer Steigerung der Funktionstüchtigkeit, Leistungsfähigkeit und Belastungstoleranz (vgl. *Hohmann*, *Lames*, *Letzelter* 2007). Im Sport gibt es vielfältige Anpassungserscheinungen, die in verschiedenen Bereichen auftreten können (Abb. 3.1).

Allgemeine Gesetzmäßigkeiten des Trainings und Trainingsprinzipien als Steuerungsinstrumente

Wenn ein Training effektiv sein soll, so sind zu seiner Realisierung Kenntnisse über die allgemeinen Steuerungsinstrumente, die sog. **allgemeinen Gesetzmäßigkeiten des Trainings bzw. Trainingsprinzipien** notwendig. Beide haben eine hohe Bedeutung, wenn es um Planung, Steuerung und Gestaltung des sportlichen Trainings geht. Sie bestimmen Inhalt, Methoden und Organisation des Trainings. Gleichzeitig haben sie einen hohen Allgemeinheitsgrad und werden z.B. erst von Trainingsmethoden konkretisiert. Sie alleine genügen nicht, um ein Training zu planen bzw. zu gestalten.

Adaptationsbereiche

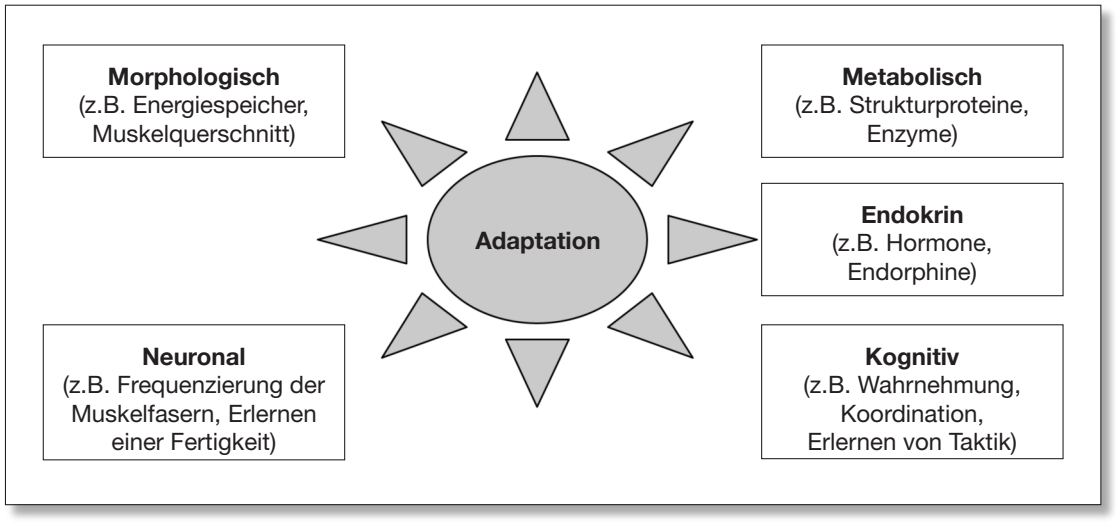


Abb. 3.1: Unterschiedliche Parameter der Anpassungserscheinungen durch Sport

Die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten des Trainings haben gegenüber den Trainingsprinzipien eine übergeordnete Bedeutung. Die Gesetzmäßigkeiten haben nur in ganz bestimmten Anpassungsbereichen Gültigkeit.

Die folgende Auf- bzw. Einteilung der allgemeinen Gesetzmäßigkeiten des Trainings bzw. der Trainingsprinzipien folgt trainingsmethodischen Überlegungen, die dazu dienen sollen, die unterschiedlichen Prozesse und Wirkungsweisen der Adaptation verständlich zu erklären.

3.1 Allgemeine Gesetzmäßigkeiten des Trainings

3.1.1 Qualitätsgesetz (physiologisches Gesetz)

Qualitätsgesetz

Beim Qualitätsgesetz handelt es sich quasi um ein übergeordnetes **biologisches Gesetz**, welches für die sportmedizinischen Anpassungsprozesse gilt. Nach dem physiologischen Gesetz sind Form und Funktion wechselseitig aufeinander bezogen. Organe wie z.B. die Muskeln passen sich je nach Beanspruchung in eine ganz bestimmte Richtung an. Ein bestimmter Muskelquerschnitt (= organische Form) erlaubt es dem Sportler, ein bestimmtes Gewicht zu stemmen (= Funktion). Trainiert der Sportler nun systematisch dieses Gewichtestemmen, so nimmt die Kraft des Muskels zu (= organische Form) und ermöglicht es ihm, noch größere Gewichte zu stemmen (= Funktion).

Durch eine längere Trainingsunterbrechung können sich die erworbenen Anpassungserscheinungen auch wieder zurückbilden.

Praxisbeispiele

Ein Basketballspieler macht viele **Sprünge**, um seine **Sprungkraft** zu steigern. Durch **lang andauerndes Radfahren**, Schwimmen oder Laufen nimmt die **Ausdauerleistungsfähigkeit** zu. Durch **Sprinttraining** verbessert der 100-m-Läufer seine **Schnelligkeit**.

3.1.2 Reizschwellengesetz

Reizschwellengesetz, Reizstufenregel

Dieses Gesetz besagt, dass es für die Trainingswirksamkeit eines Reizes wichtig ist, dass dieser eine bestimmte Schwelle überschreiten muss, wenn er zu Anpassungserscheinungen führen soll. Dabei orientiert sich die Stärke der Belastungsreize an der **Reizstufenregel** nach *Roux*. In Tab. 3.1 ist die Reizstufenregel nach *Roux* dargestellt.

Belastungsintensität	Biologische Anpassung
Unterschwellige Reize (d.h. unter der wirksamen Reizschwelle)	Bleiben wirkungslos
Überschwellige, leichte Reize	Erhalten das aktuelle Funktionsniveau
Überschwellige, mittlere und starke Reize	Lösen physiologische und anatomische Veränderungen aus
Überschwellige, zu starke Reize	Können die Funktion beeinträchtigen und den Organismus schädigen

Tab. 3.1: Reizstufenregel nach *Roux* (mod. nach *Steinhöfer* 2003)

Wie hoch der Schwellenwert bei dem jeweiligen Sportler ist, hängt z.B. von dessen Leistungsstärke ab. Weniger gut Trainierte bzw. sportliche Anfänger benötigen im Vergleich nur relativ niedrige und unspezifische Reize. Im Bereich des Spitzensports gilt das Modell als eher umstritten.

Für die automatisierten Leistungen sowie die physiologische Leistungsbereitschaft benötigt der Sportler nur relativ geringe Willensanstrengung. Der Bereich, welcher in Abb. 3.2 mit »gewöhnliche Einsatzreserven« bezeichnet wird, ist der trainingseffektive Bereich, der nur über stärkere Willenskraft zu erreichen ist. An den Bereich »autonom geschützte Reserven« kommt man z.B. nur durch Todesangst oder Doping heran. Getrennt werden beide Bereiche durch die sog. Mobilisationsschwelle. Durch entsprechendes Training lässt sich bei Leistungssportlern die Mobilisationsschwelle nach oben verschieben.

Praxisbeispiel zur Reizstufenregel

Ein Krafttraining muss individuell auf die Bedürfnisse des jeweiligen Sportlers ausgerichtet sein. Das gleiche Training kann für einen relativ untrainierten Freizeitsportler zu positiven Anpassungserscheinungen führen, während es einem Leistungssportler nicht einmal zum Erhalt seiner Form genügt. Der Belastungsreiz ist für den Leistungssportler zu gering. Durch Training kann die Mobilisationsschwelle von ca. 60 % bei Untrainierten auf ca. 90 % bei Hochtrainierten angehoben werden.

3.1.3 Gesetz der Anpassungsfestigkeit

Gesetz der Anpassungsfestigkeit

Ein schnell erarbeitetes Leistungsniveau ist weniger stabil und recht störanfällig. Über einen längeren Zeitraum hinweg erzielte Anpassungserscheinungen sind durch eine wesentlich höhere Stabilität (Trainingsfestigkeit) und eine geringere Störanfälligkeit gekennzeichnet.

Abb. 3.3 zeigt, dass ein 30-wöchiges einmaliges Krafttraining pro Tag nach Beendigung fast genauso schnell wieder verschwunden ist, wie es aufgebaut wurde (Kurve A). Bei den beiden anderen Trainingsgruppen (Kurve B und C) wurde die Form langsamer aufgebaut. Nach Trainingsende baute sich die Form entsprechend langsam wieder ab.

Die **konditionellen Fähigkeiten** bilden sich zeitlich unterschiedlich schnell zurück. Relativ schnell bildet sich die Schnelligkeit zurück. Die Kraftausdauer und die anaerobe Ausdauer sind etwas stabiler. Die längsten Resteffekte zeigen die Maximalkraft und die Grundlagenausdauer.

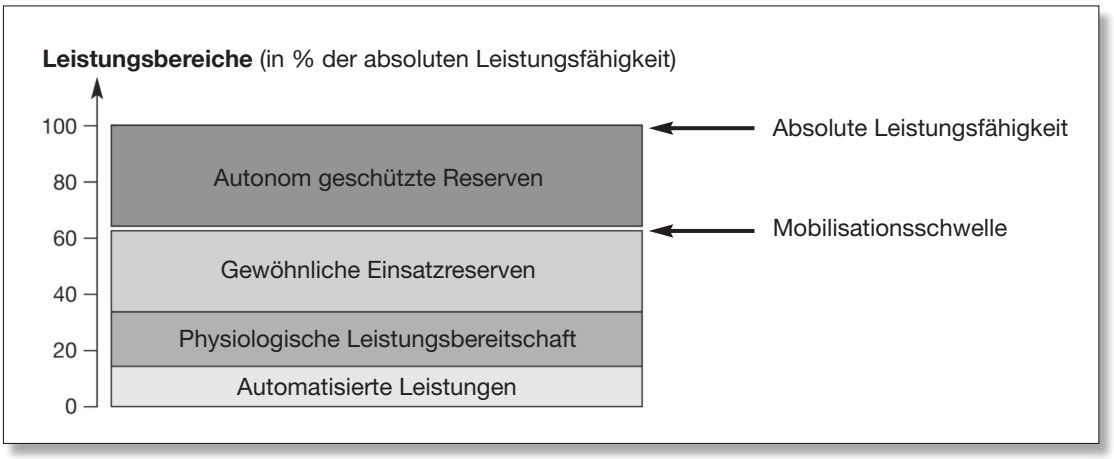


Abb. 3.2: Schema der Leistungsbereiche (*Weineck* 2004 b)

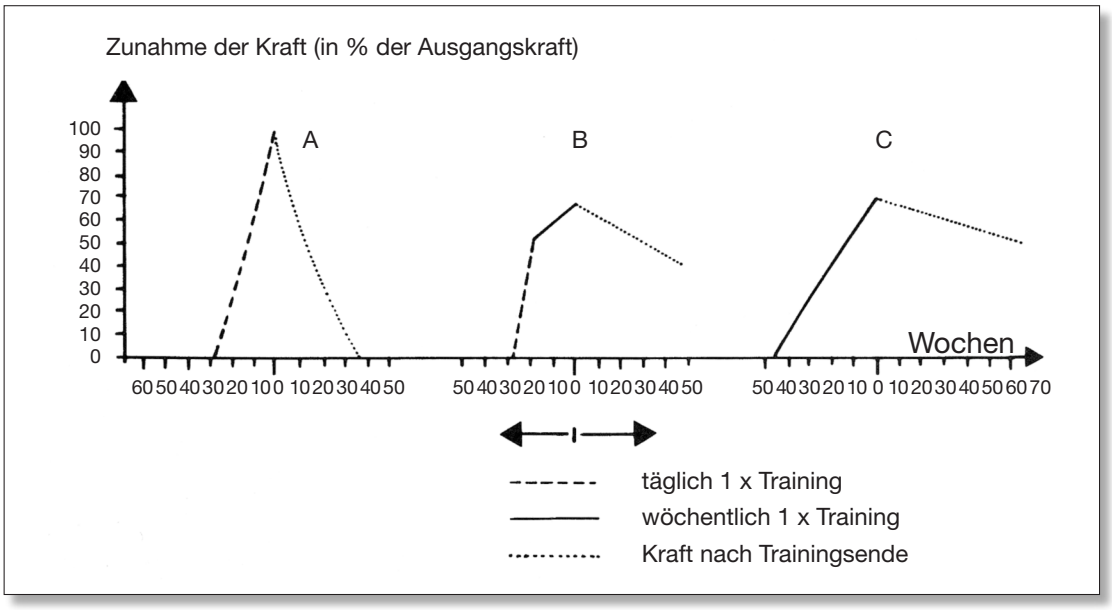


Abb. 3.3: Schnelligkeit des Kraftanstiegs in Abhängigkeit von der Trainingshäufigkeit bzw. das Verhalten der Kraft nach Trainingsende (mod. nach *Weineck* 2004 a)

Praxisbeispiele

Kurve A in Abb. 3.3 kann z.B. für eine dreiwöchige Skigymnastik vor einer Skiausfahrt dienen. Diese Form kann nicht gehalten werden und wird sehr schnell nach Beendigung der Skiausfahrt wieder verschwunden sein. Kurve C kann man auf den über Jahre hinweg trainierenden Sportler übertragen. Selbst nach einer mehrwöchigen Verletzungs- **oder auch Trainingspause** ist seine sportliche Form dann nicht völlig verschwunden; sie erweist sich als stabiler oder »fester«.
Demnach scheint es geboten, so zu trainieren, dass durch einen länger dauernden Zeitraum der Formaufbau betrieben wird. Ein solches Leistungsniveau ist grundsätzlich stabiler als ein kurzfristig erworbenes.

3.1.4 Gesetz der Homöostase und Superkompensation

Homöostase

Die Anpassungsvorgänge im menschlichen Organismus verlaufen in bestimmten zeitlichen Phasen. Nach einer intensiven Belastung kommt es zu einer Auslenkung von Parametern, welche sich nach einer gewissen Zeit wieder auf ihr Ausgangsniveau einpendeln, wenn keine weitere Belastung erfolgt. Der menschliche Organismus befindet sich vor einer körperlichen Belastung in einer Art Fließgleichgewicht, der sog. **Homöostase**. Nach dem sog. Roux-Prinzip versucht der Organismus, Störungen der Funktion (Heterostase) aktiv zu kompensieren, um den Ausgangszustand wiederherzustellen (Abb. 3.4).

Superkompensation

Bei der Glykogenspeicherung, dem Verhältnis von Proteinabbau und -neuaufbau sowie Enzymreaktionen des aeroben und anaeroben Stoffwechsels konnte die Superkompensation ca. 2–3 Tage nach einer isolierten und standardisierten Trainingsbelastung nachgewiesen werden. Die Superkompensation wurde von *Jakowlew* (1977) als überschießende Anpassungsreaktion der Glykogenvorräte beschrieben.

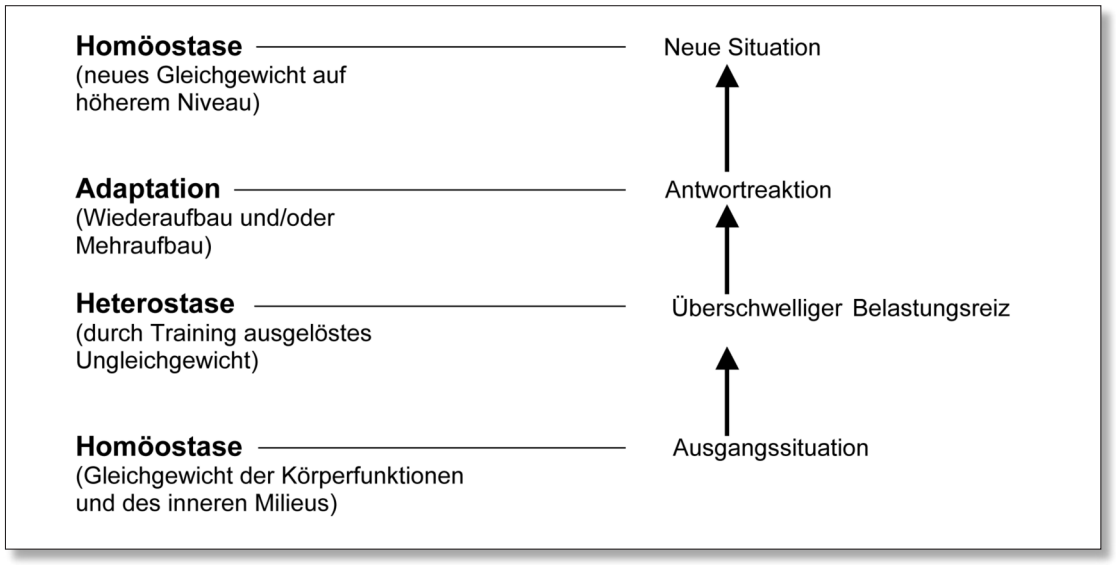


Abb. 3.4: Modell des Adaptationsprozesses (mod. nach *Steinhöfer* 2003)

Definition

Superkompensation

Bei der Superkompensation geht man davon aus, dass Training vor allem durch den Abbau der Energiespeicher, insbesondere dem Glykogen, zur Ermüdung führt und danach eine Erholung bzw. eine Wiederauffüllung der Speicher einsetzt, welche letztendlich den Organismus in einen »belastbareren« Zustand als zuvor führt. Die Konsequenz ist eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit. Ein linearer Formanstieg ist nach heutigen Erkenntnissen damit jedoch nicht verbunden.

Deshalb darf man die Superkompensation nicht zu einem grundlegenden Modell von Trainingsprozessen aller Art erheben.

Erläuterungen zur Superkompensation

Wie Abb. 3.5 zeigt, gibt es stark **unterschiedliche Resyntheseraten** im menschlichen Organismus. Daher wäre die Aussage, dass Anpassungserscheinungen durch die Superkompensation generell nach 2–3 Tagen eintreten, nicht korrekt. Im Ausdauerbereich hat z.B. *Neumann* (2002) aufgezeigt, dass ca. 6 Wochen vergehen, bis man von einer vollzogenen Anpassung im Organismus sprechen kann. Berücksichtigt werden müssen für die individuelle Regeneration z.B. folgende Parameter: Leistungsniveau, Trainingszustand, Alter, Ernährung, regenerative Maßnahmen oder Saisonabschnitt des Wettkampfjahres.

Wenn die zeitliche Aneinanderreihung von Belastungen optimal realisiert wird, kann eine positive Anpassung erfolgen. Dazu darf zum einen der zeitliche Abstand zwischen zwei Trainingseinheiten nicht zu groß sein; der Trainingseffekt würde dadurch ausbleiben. Führt man andererseits mehrere Tage hintereinander ein stark ermüdendes Training durch, so kann dadurch die sportliche Form negativ beeinflusst werden. Ob das Gesetz der Homöostase und Superkompensation erfolgreich umgesetzt werden konnte, kann nur durch objektive Leistungsdiagnosen (z.B. Trainingsanalyse, Spielanalyse, Tests) überprüft werden.

Folgerungen für die Trainingspraxis

Gültigkeitsbereiche der Superkompensation

Unter praktischen Gesichtspunkten hat sich im Konditionstraining eine zwei- bis dreimalige Belastung pro Woche bewährt. **Am ehesten trifft das Gesetz der Superkompensation auf die Glykogenvorräte in der Muskulatur und in der Leber sowie auf Kraft- und Ausdauertraining zu**. Glykogen ist die Speicherform des Zuckers im Organismus und Ausgangsstoff für die Energiebereitstellung des Muskels. Dies gilt nicht im Bereich des Schnelligkeitstrainings, des Beweglich-

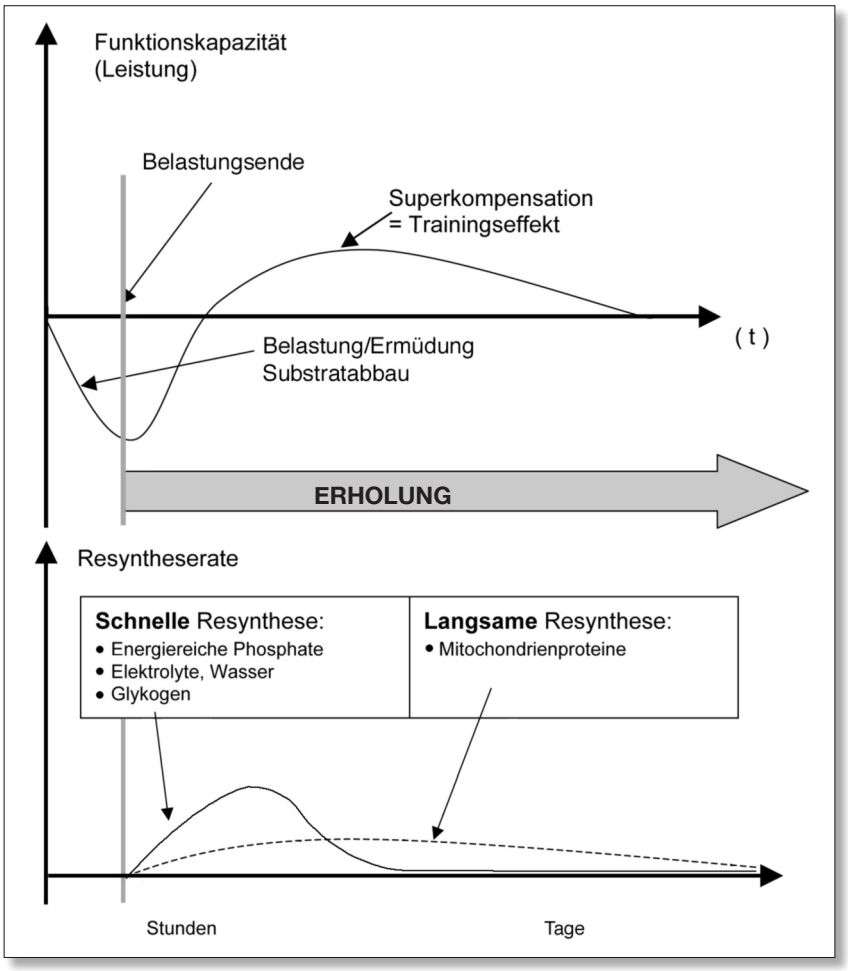


Abb. 3.5: Gesetz der Superkompensation als Verlauf der Leistungsentwicklung (oben) sowie in Bezug auf verschiedene Anpassungsreaktionen im Organismus (unten; mod. nach *Hohmann* et al. [2003]). Mitochondrienproteine sind im Zitratzyklus sowie in der Atmungskette am aeroben Stoffwechsel beteiligt (vgl. Kap. 4.1.2).

keitstrainings, des Techniktrainings, des Koordinationstrainings oder etwa im kognitiven Bereich (vgl. *Friedrich* u. *Moeller* 1999, *Steinhöfer* 2003, *Weineck* 2005).

Mitochondrien sind ovale Zellorganellen, deren Hauptaufgabe in der Herstellung des für die Muskelkontraktion wichtigen Adenosintriphosphats (ATP) besteht. Der Skelettmuskel benötigt sehr viel ATP für die Kontraktion, entsprechend reich ist das Gewebe an Mitochondrien (vgl. Kap. 4.1.2).

3.1.5 Gesetz zum Verlauf der Leistungsentwicklung

Je näher ein Sportler seiner optimalen sportlichen Form kommt, umso geringer ist die Entwicklung seiner Leistungsfähigkeit (Abb. 3.6). Die sportliche Form eines Menschen kann nicht bis ins Unendliche gesteigert werden. Die maximale Funktionskapazität begrenzt die individuelle Leistungsentwicklung. Umgekehrt machen Anfänger und Fortgeschrittene eine relativ dynamische Entwicklung durch. Die Anpassungserscheinungen fallen wesentlich deutlicher aus.

Praxisbeispiele

Ein Sprintanfänger macht z.B. im Grundlagentraining in den ersten Jahren relativ große Fortschritte. Im Aufbautraining verliert die Entwicklung bereits an Dynamik. In der Phase des Hochleistungstrainings sind die Fortschritte nur noch minimal. Angenommen, der Sprinter verbessert sich im 100-m-Sprint von 13,8 auf 10,8 Sekunden. Die Verbesserung seiner Sprintzeit wird dabei zu Beginn in einem definierten Zeitrahmen größer sein als gegen Ende, wenn er sich der Zeit von 10,8 Sekunden nähert.

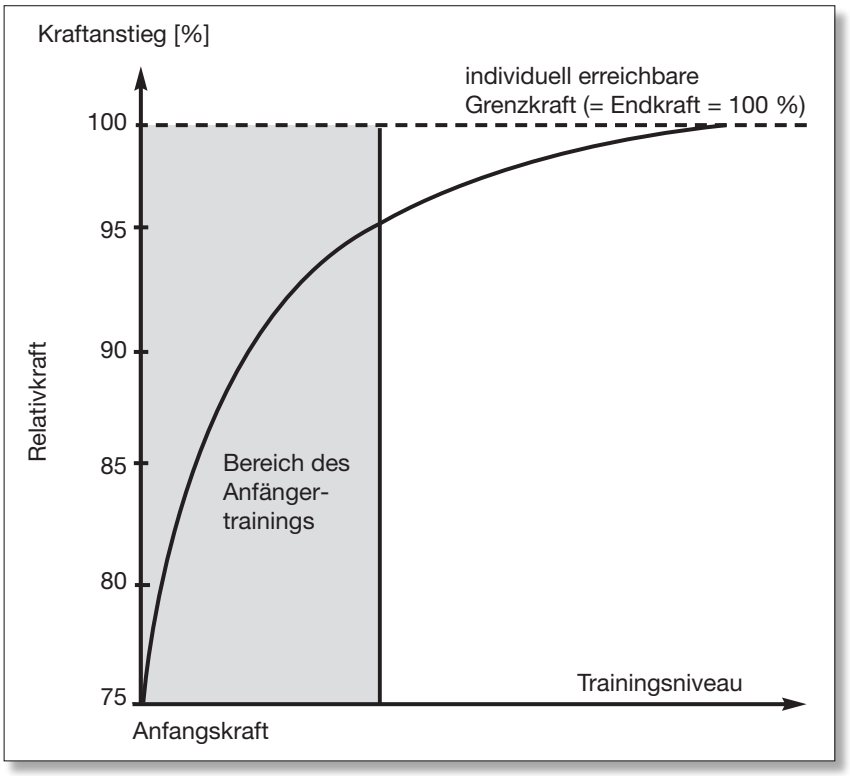


Abb. 3.6: Gesetz zum Verlauf der Leistungsentwicklung aufgezeigt durch die Zunahme der Relativkraft (siehe Kap. 7 Krafttraining) bis zur Grenzkraft unter besonderer Hervorhebung des Anfängerbereiches (*Weineck* 2004 a). Gut zu erkennen sind der dynamische Anstieg im Bereich des Anfängertrainings und das anschließende Abflachen der Kurve.

3.1.6 Gesetz der Trainierbarkeit

Gesetz der Trainierbarkeit

Wenn Training optimal gestaltet werden soll, muss während der gesamten Lebensspanne auf die altersgemäße, das biologische Alter abgestimmte Trainingsbelastung geachtet werden. Dies bedeutet, dass die Zielsetzungen und Inhalte des Trainings sich den geschlechts- und altersspezifischen Besonderheiten anpassen müssen.

Praxisbeispiele

In der Praxis ist also zu berücksichtigen, dass ein Krafttraining von Kindern und Jugendlichen anders ablaufen muss als bei erwachsenen Männern und Frauen. Zusätzlich sind individuelle Fähigkeiten nicht nur im athletischen und technisch-taktischen Bereich, sondern auch hinsichtlich der Motivation und Leistungsbereitschaft zu beachten. Es gilt dabei die Phasen der Trainierbarkeit zu berücksichtigen. Das Training muss so gemeinsam wie möglich und so individuell wie nötig sein.

Tab. 3.2 zeigt Phasen der Trainierbarkeit der konditionellen Fähigkeiten im Kindes- und Jugendalter auf.

Erläuterungen

Nach Tab. 3.2 sind **Kinder und Jugendliche** im Bereich der Schnelligkeit und Schnellkraft sowie der aeroben Ausdauer relativ gut trainierbar. Für die anaerobe Ausdauer ist das enzymatische System im frühen Schulkindalter noch nicht weit genug entwickelt. Maximalkrafttraining ist für den passiven Bewegungsapparat im frühen Schulkindalter nicht geeignet. Eine gute Trainierbarkeit über das gesamte Kinder- und Jugendalter ist beim Koordinationstraining gegeben.

Entgegen früheren Behauptungen kann man heute sagen, dass auch im **Seniorenalter** (> 60 Jahre) noch positive Anpassungserscheinungen **bei allen motorischen Hauptbeanspruchungsformen** erzielt werden können. Die Trainierbarkeit bleibt erhalten, wenngleich nicht mehr auf dem Niveau und mit der Anpassungsgeschwindigkeit der jüngeren Menschen.

Konditionelle Fähigkeiten	Altersphase (Jahre)			
	Kindheit		Jugend	
	6/7–9/10	10/12–12/13	12/13–14/15	14/15–16/18
Schnelligkeit	++++	++++		
Maximalkraft			++++	++++
Schnellkraft	+++	++++		
Aerobe Ausdauer	+++	+++	+++	++++
Anaerobe Ausdauer		++	+++	++++

Tab. 3.2: Modell günstiger Phasen der Trainierbarkeit; je mehr Pluszeichen, umso besser die Trainierbarkeit (mod. nach *Conzelmann* 2000, *Martin* 1999, *Steinhöfer* 2003).

Männer und Frauen unterscheiden sich aufgrund geschlechtsspezifischer Merkmale im Bereich der motorischen Hauptbeanspruchungsformen in typischer Weise. Im Hinblick auf Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer ist der Mann leistungsfähiger (Abb. 3.7). Im Bereich der Ausdauer sind dabei die Unterschiede am geringsten. Bei der Koordination bestehen keinerlei geschlechtsspezifische Unterschiede. Mädchen und Frauen sind gegenüber Jungen und Männern im Allgemeinen beweglicher.

3.2 Trainingsprinzipien

Trainingsprinzipien

Bewährt hat sich eine Einteilung der Trainingsprinzipien in:

1. Trainingsprinzipien zur **Auslösung von Anpassungsprozessen:**
   - Prinzip der progressiven Belastungssteigerung,
   - Prinzip der Variation der Trainingsbelastung.

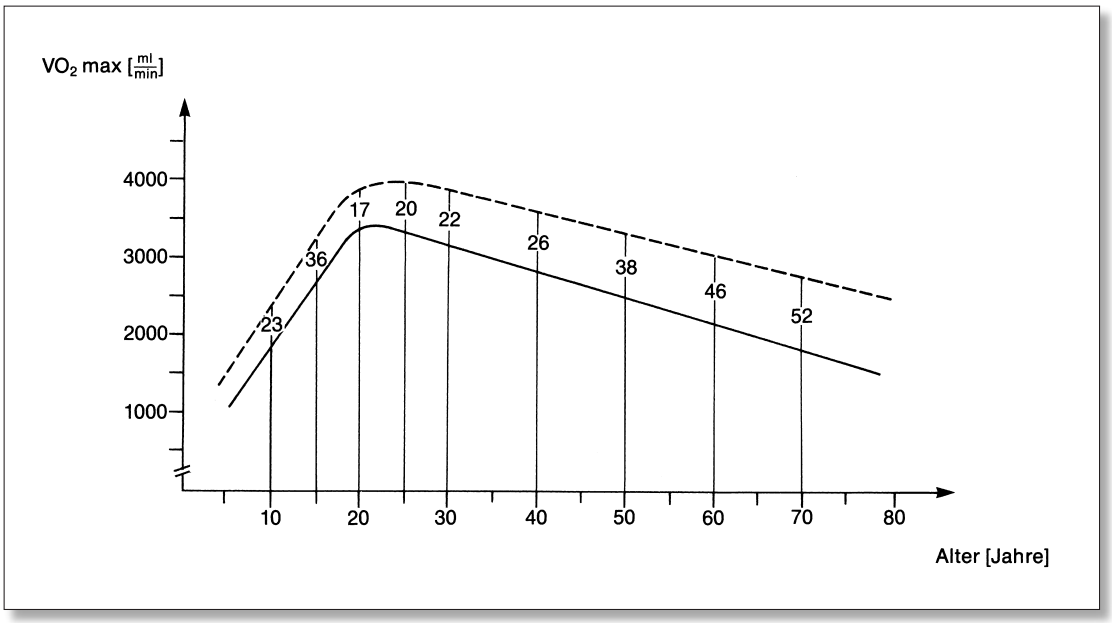


Abb. 3.7: Mittelwertskurven der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_2max.). Die maximale Sauerstoffaufnahme ist ein Bruttokriterium zur Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei Sportlern. Je höher der Wert, desto besser ist das maximale Sauerstoffaufnahmevermögen. Alterstendenz von untrainierten (–) und trainierten (---) Männern. Die Zahlen zwischen den Kurven geben die Differenzen an (*Weineck* 2004 b). Nähere Erläuterungen zum maximalen Sauerstoffaufnahmevermögen siehe Kap. 6.3.1.

2. Trainingsprinzipien zur **Festigung der Anpassung:**
   - Prinzip der Wiederholung und Kontinuität,
   - Prinzip der Periodisierung und Zyklisierung.
3. Trainingsprinzipien zur **spezifischen Steuerung der Anpassung**
   - Prinzip der zunehmenden Spezialisierung (vgl. *Steinhöfer* 2003).

Dabei dienen **Regeln** der Interpretation eines Trainingsprinzips und erläutern dessen Anwendung auf bestimmte Bereiche der sportlichen Trainings (vgl. *Weineck* 2004 a).

3.2.1 Übergeordnetes Leitprinzip: Prinzip der Entwicklungs- und Gesundheitsförderung

Entwicklungs- und Gesundheitsförderung als pädagogisches Prinzip

Als übergeordnetes **pädagogisches Leitprinzip** wird an dieser Stelle das Prinzip der Entwicklungs- und Gesundheitsförderung aufgeführt. Sportliches Training ist so zu gestalten, dass es bei aller Ausrichtung auf die Selbstverwirklichung der Leistungen die gesamte körperliche, psychische und motorische Entwicklung zu keinem Zeitpunkt hemmt. Sein Ziel sollte es vielmehr sein, unter Vermeidung oder weitestgehender Reduzierung von Risiken die Gesundheit und Entwicklung allseitig zu fördern. Neben der Förderung der Gesundheit ist auch deren Schutz ein wichtiges und stets zu beachtendes Prinzip. Als Grundlage dieses Prinzips dient die humanistische Ethik des Sports (vgl. *Schnabel*, *Harre*, *Borde* 2003).

Überblick über die Trainingsprinzipien und Gesetzmäßigkeiten

Tab. 3.3 gibt einen Überblick der Trainingsprinzipien und allgemeinen Gesetzmäßigkeiten des Trainings.

Bedeutung für den Adaptationsprozess	Allgemeine Gesetzmäßigkeit des Trainings bzw. Trainingsprinzip	Sportbiologischer Einflussfaktor
Auslösung der Anpassung	Reizschwellengesetz	Reizstufenregel
	Prinzip der progressiven Belastungssteigerung	Kurvenverlauf des Adaptationsprozesses
	Prinzip der Variation der Trainingsbelastung	Reizstufenregel
Festigung der Anpassung	Gesetz der Homöostase und Superkompensation	Unterschiedlicher zeitlicher Verlauf der Adaptation
	Prinzip der Wiederholung und Kontinuität	Negative Anpassung
	Prinzip der Periodisierung und Zyklisierung	Phasencharakter des Adaptationsverlaufs
	Gesetz der Anpassungsfestigkeit	Metabolische, morphologische, neuronale Adaptation
Steuerung der Anpassung	Gesetz der Trainierbarkeit	Individuelle Adaptationsfähigkeit (Adaptabilität = individuelle Anpassungsfähigkeit)
	Prinzip der zunehmenden Spezialisierung	Spezifische Adaptation
	Gesetz zum Verlauf der Leistungsentwicklung	Individuelles Adaptationspotenzial

Tab. 3.3: Trainingsprinzipien (mod. nach *Steinhöfer* 2003).

Trainingsprinzipien als Handlungsorientierung

Die Trainingsprinzipien verstehen sich als **allgemeine Handlungsorientierung** für Training und Wettkampf sowie für den systematischen Aufbau des Trainings. Sie erheben den Anspruch, für die Mehrheit aller Sportarten bzw. Disziplinen gültig zu sein. Sie sind nicht als starre Vorschriften zu sehen, sondern mehr als Regulative mit einer bestimmten Handlungsbreite und einem gewissen Handlungsspielraum.

3.2.2 Prinzip der progressiven Belastungssteigerung

Progressive Belastungssteigerung

Der Belastungsreiz muss sich nach der Reizstufenregel dem Trainingszustand des Sportlers anpassen. Immer gleiche Belastungsreize verlieren im Lauf der Zeit ihre Wirkung im Hinblick auf die Leistungsverbesserung. Die Belastungen müssen von Zeit zu Zeit dem neuen Funktionszustand angeglichen werden. Um eine weitere Leistungssteigerung zu bewirken, muss die Belastung progressiv (= ansteigend) sein und stets im richtigen Verhältnis zur jeweils erreichten Leistungsfähigkeit stehen.

Folgende Möglichkeiten bestehen, um die **Belastungsanforderungen zu erhöhen:**

- **Steigerung von Belastungsumfang, -intensität, -dauer und -dichte:** Im Allgemeinen wird der Umfang vor der Intensität angehoben. Der **Belastungsumfang** wird durch die zu bewältigende Streckenlänge, die Gesamtlast äußerer Widerstände sowie die Häufigkeit an Wiederholungen festgelegt.
  Die **Belastungsintensität** wird durch den Anstrengungsgrad sowie die Art und Weise der Übungsausführung festgelegt. Im Krafttraining erfolgt die Angabe in Kilogramm, im Ausdauertraining in Kilometer pro Stunde oder über eine einzuhaltende Herzfrequenz.
  Die **Belastungsdauer** gibt die zeitliche Dauer der Einwirkung der Belastung an. Die Angabe erfolgt in Sekunden, Minuten oder Stunden oder im Krafttraining über die Anzahl an Wiederholungen.
  Die **Belastungsdichte** gibt Auskunft über die zeitliche Abfolge von Belastungs- und Erholungsphasen. Die Angabe erfolgt in Zeitintervallen, Pausen zwischen den Belastungen in Sekunden oder Minuten.
- **Steigerung der Anforderungen an die Bewegungskoordination:** durch schwierigere Übungen, komplexere Übungskombinationen.
- **Steigerung der Anzahl bzw. Anforderungsniveaus der Wettkämpfe:** Mit zunehmendem Trainingsalter steigt die Anzahl der Wettkämpfe an.

Weiterhin kann auch die **Art der Belastungssteigerung** verändert werden:

- **Allmähliche Belastungssteigerung:** Sie kommt vor allem im Kinder- und Jugendbereich zum Tragen und kann auch bei Leistungssportlern eingesetzt werden, solange sich damit noch Fortschritte erzielen lassen.
- **Sprunghafte Belastungssteigerung:** Sie findet in der Regel bei hochtrainierten Leistungssportlern statt, wenn die Leistung stagniert (vgl. *Weineck* 2004 a, *Steinhöfer* 2003)

In der Trainingspraxis ist es wichtig zu erkennen, wann das Leistungspotenzial des Sportlers bzw. Athleten erschöpft ist. Jede Belastungssteigerung stößt irgendwann an ihre biologisch bedingten Grenzen, an der es zu einer Stagnation kommt.

Praxisbeispiel zur progressiven Belastungssteigerung

> Wenn die Leistungsfähigkeit eines Sportlers erhöht werden soll, so müssen die Belastungen über einen längeren Zeitraum hinweg (Wochen, Monate oder Jahre) immer mehr ansteigen. Man trainiert zunächst häufiger, danach auch intensiver, wenn der Organismus sich angepasst hat. So spielt man bei einem positiven Anpassungsverlauf z.B. im Tennis in immer höheren Klassen und qualifiziert sich über Ranglistenturniere für regionale oder sogar nationale Auswahlmannschaften. Dabei nimmt die Wettkampfdichte zu (= mehr Wettkämpfe in vergleichbarer Zeit), je höher man sich qualifiziert hat.

3.2.3 Prinzip der Variation der Trainingsbelastung

Variation der Trainingsbelastung

Bei diesem Prinzip geht es um den gezielten Wechsel von

- Trainingszielen,
- Trainingsinhalten,
- Trainingsmethoden,
- Trainingsmitteln.

Trainingsziele

Unterschiedliche **Trainingsziele** können z.B. psychomotorische Lernziele wie Kraft, Schnelligkeit oder Ausdauer und deren Subkategorien sowie koordinative Fähigkeiten oder Techniken sein. Kognitive Lernziele befassen sich mit Kenntnissen und Wissen aus dem taktischen und technischen Bereich. Affektive Lernziele sind z.B. Willensstärke, Selbstüberwindung und Selbstbeherrschung.

Trainingsinhalte

Trainingsinhalte (= Trainingsübungen) stellen hierbei die Ausrichtung des Trainings auf das vorgegebene Trainingsziel dar. Beispiel: Das Trainingsziel »Sprungkraft der Beine« wird durch den Trainingsinhalt Kastenspringen trainiert.

Trainingsmethoden

Die **Trainingsmethoden** sind aus der Sportpraxis heraus entwickelte planmäßige Verfahren zur Verwirklichung gesetzter Trainingsziele. Beispiel: Das Trainingsziel »Steigerung der Schnelligkeit« kann durch die Wiederholungsmethode erreicht werden.

Trainingsmittel

Die **Trainingsmittel** sind Mittel und Maßnahmen, die den Ablauf des Trainingsprozesses unterstützen. Dazu zählen z.B. Geräte (Bälle, Kästen, Matten, Gymnastikreifen), Organisationsformen (Aufstellungsformen) sowie Informationen. Die Informationen können visueller Art sein, etwa in Lehrfilmen oder Bildreihen, bzw. kinästhetisch: Hilfestellung zum Bewegungserfühlen oder auch verbal durch eine Bewegungsbeschreibung (vgl. *Weineck* 2004 a).

Die Variation wirkt der Monotonie entgegen und vermindert dadurch ein Leistungsplateau. Es findet hauptsächlich im Leistungs- und Hochleistungssport Anwendung.

Praxisbeispiel zur Variation der Trainingsbelastung

> Eine Fußballregionalligamannschaft engagiert für das Konditionstraining speziell einen Leichtathletiktrainer, der mit anderen Trainingsinhalten, -methoden und -mitteln als der Fußballtrainer selbst arbeitet. Durch diese gezielte Variation der Trainingsbelastung im konditionellen Bereich schafft der Fußballtrainer wieder neue Anpassungsmöglichkeiten bei seinen Spielern.

3.2.4 Prinzip der Wiederholung und Kontinuität

Wiederholung und Kontinuität

Die Reizeinwirkung auf den menschlichen Organismus muss über einen längeren Zeitraum erfolgen, wenn dadurch eine Leistungserhöhung erzielt werden soll. Ähnliche oder gleiche Reize müssen in den zeitlich richtigen Abständen immer wieder auf das System einwirken. Ist dies nicht der Fall, kommt es zur negativ verlaufenden Anpassung, welche mit Leistungseinbußen verbunden ist. Dabei kann die negative Anpassung auch gezielt herbeigeführt werden, etwa in der Übergangsperiode oder bei Karriereende von Leistungssportler. Sie kann sich aber auch als Folge eines trainingsmethodischen Fehlers ergeben, wenn Reize zu dicht aufeinander folgen oder zu intensiv sind. Ständig andersartige und von Tag zu Tag wechselnde Belastungen mit unterschiedlicher Beanspruchung lassen für entsprechende Erholungsvorgänge genügend Zeit. In der Konsequenz heißt das für den Sportler, dass er keine inhaltlich oder zeitlich beliebigen Reize setzen darf. Es ist auf Kontinuität und Variation zu achten (Abb. 3.8 und 3.9).

Praxisbeispiel zur Wiederholung und Kontinuität

> Wenn man in der Vorbereitungsperiode intensiv Kraft und Ausdauer trainiert hat, so muss dies auch während der Wettkampfperiode praktiziert werden. Unterbleiben die Reize oder sind sie nicht intensiv genug, führt dies zu Leistungseinbußen (vgl. *Steinhöfer* 2003).

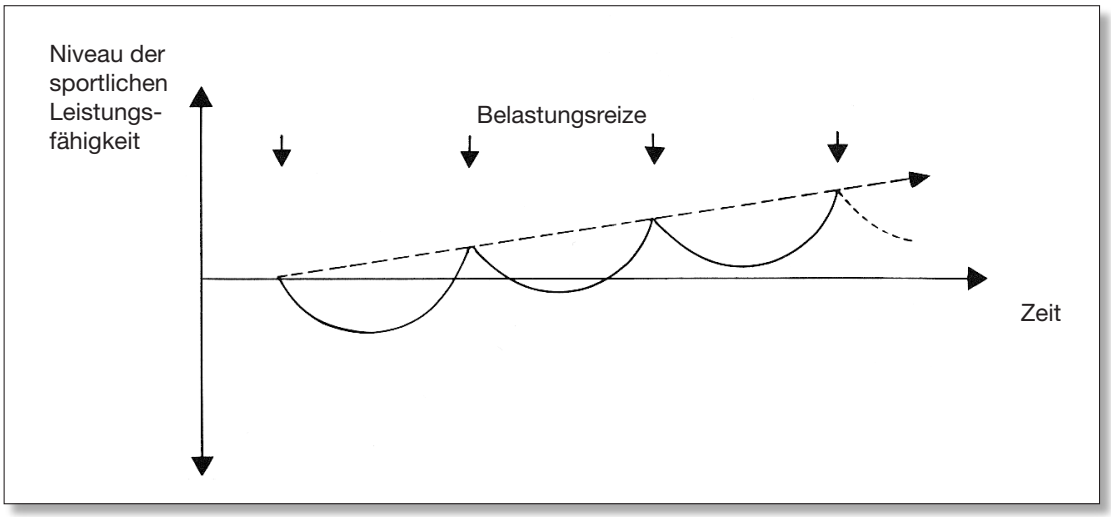


Abb. 3.8: Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit durch zeitlich optimal gesetzte Reize (*Weineck* 2004 a)

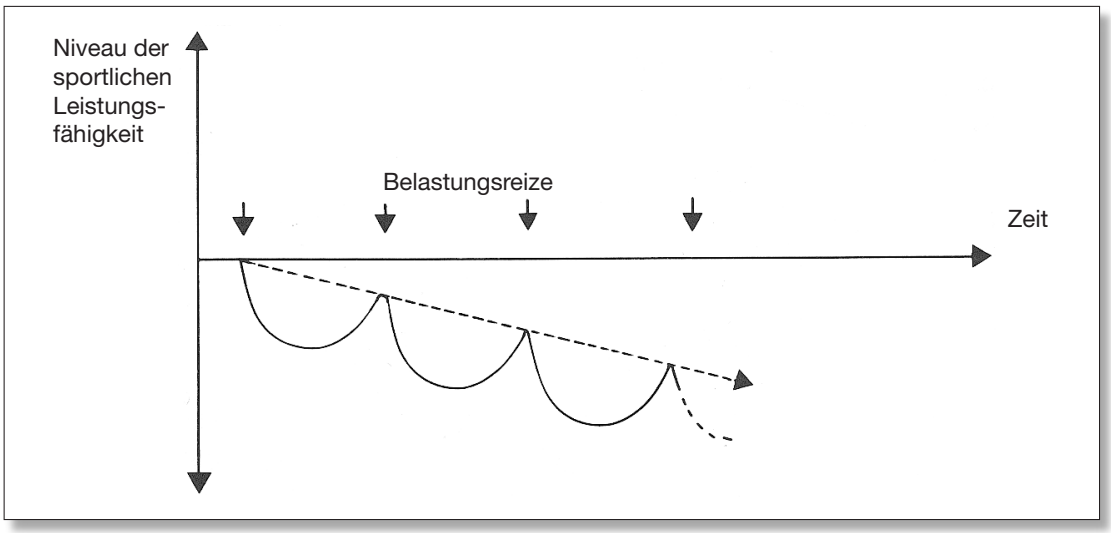


Abb. 3.9: Negativ verlaufende Anpassung der sportlichen Leistungsfähigkeit durch zu schnell aufeinander folgende Reize (*Weineck* 2004 a)

3.2.5 Prinzip der Periodisierung und Zyklisierung

Periodisierung und Zyklisierung

Da sich die sportliche Form – über ein ganzes Jahr betrachtet – nicht auf Topniveau befinden kann, muss auch die sportliche Form über diese Zeitspanne hinweg gezielt einem periodischen Wandel unterworfen werden.

Unter Periodisierung versteht man die zyklische Gestaltung des Wettkampfjahres, wobei drei Perioden unterschieden werden (Tab. 3.4).

Vorbereitungsperiode

Vorbereitungsperiode, Blocktraining

Ziel: Entwicklung allgemeiner Leistungsvoraussetzungen und hoher allgemeiner Belastbarkeit. Man führt das moderne Konditionstraining heute in Blockform (Blocktraining) durch.

Es geht darum, die einzelnen konditionellen Fähigkeiten nicht gemeinsam, sondern zeitlich und inhaltlich-methodisch aufeinander aufbauend zu entwickeln. In der Vorbereitungsperiode dominiert der Trainingsumfang. Die Intensität ist noch relativ gering. Man unterscheidet eine **allgemeine** und

Grundphasen der Entwicklung der sportlichen Form		
Erwerb	**Erhalt**	**Zeitweiliger Verlust**
↓	**TRAININGSAUFGABEN** ↓	↓
Verbesserung der Voraussetzungen und Herausbildung der sportlichen Form	Relative Stabilisierung der sportlichen Form	Wiederherstellung der adaptiven Voraussetzungen
Vorbereitungsperiode	**Wettkampfperiode**	**Übergangsperiode**
↑	↑	↑
Periodenzyklus		

Tab. 3.4: Ableitung der Periodisierung aus den Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung der sportlichen Form (vgl. *Schnabel* et al. 2002)

eine **spezielle Vorbereitungsperiode**. Der Anteil des unspezifischen Trainings ist in der allgemeinen Vorbereitungsperiode relativ hoch. In der folgenden speziellen Vorbereitungsperiode rückt dann die Entwicklung sportartspezifischer Leistungsvoraussetzungen mehr in den Vordergrund. In der Regel wird ein extensives Grundlagenausdauertraining und Kraftausdauertraining durchgeführt. Die einzelnen Trainingsabschnitte (Makrozyklen, siehe unten) können dabei zwischen 4 und ca. 7 Wochen dauern (Tab. 3.5).

Trainingsabschnitte				
I	II	III	IV	V
Allgemeines Training/Kraftausdauertraining	Maximalkrafttraining	Schnellkrafttraining	Spezielles Wurfkrafttraining	Realisierung der Leistung in den Wettkämpfen

Tab. 3.5: Beispiel zum Blocktraining in aufeinander folgenden Trainingsabschnitten im leichathletischen Wurf bzw. Stoß (vgl. *Schnabel* et al. 2002)

Wettkampfperiode

Ziel: Ausprägung der komplexen Wettkampfleistung durch Wettkampfteilnahme.

Wettkampftraining

In der Wettkampfperiode muss der Sportler wiederum zwischen wichtigen und weniger wichtigen Wettkämpfen unterscheiden. Auch die individuelle sportliche Höchstform kann nicht über eine ganze Saison auf dem gleichen Niveau gehalten werden.

Erhaltungstraining

In der Wettkampfperiode sollte im konditionellen Bereich ein sog. **Erhaltungstraining** durchgeführt werden. Darunter versteht man ein gezieltes einmaliges Training im Kraft-, Schnelligkeits-, Ausdauer oder Beweglichkeitsbereich während einer Trainingswoche.

Übergangsperiode

Übergangsperiode

Ziel: Die Übergangsperiode dient der psychischen und physischen Regeneration.

Formverlust

In der Übergangsperiode kommt es zu einem **geplanten Formverlust** durch Verringerung des Belastungsumfanges und der Belastungsintensität im Training sowie dem Ende des Wettkampfbetriebes. Für die meisten Sportler/Athleten wird auch in der Übergangsperiode ein einmaliges Erhaltungstraining im Ausdauerbereich empfohlen.

Praxisbeispiel zur Übergangsperiode

> Fußballbundesligaspieler führen vor der Saison in der Vorbereitungsperiode ein sehr umfangreiches und intensives Konditionstraining durch. Häufig wählen die Trainer ein Trainingslager aus. Das Fußballspielen steht in dieser Phase zunächst nicht im Vordergrund. Unmittelbar vor Rundenbeginn wird dann auch mehr Fußball gespielt. Da nur wenige Wochen zur Verfügung stehen, ist die sportliche Form zu Saisonbeginn in der Regel noch nicht optimal. Während der Wettkampfperiode wird systematisch am weiteren Aufbau und/oder Erhalt der Form weitergearbeitet. Nach Beendigung der Wettkampfsaison muss sich der Profi in der Übergangsperiode erholen. **Es wird bewusst und gezielt eine negative Anpassung herbeigeführt, um dadurch optimale Voraussetzungen für einen abermaligen Formaufbau in der darauf folgenden Vorbereitungsperiode zu schaffen**.

Mikro- und Makrozyklen

Mikro-/ Makrozyklen

Um das Training noch präziser planen zu können, hat sich in der Praxis eine Einteilung in die Organisationseinheiten der **Mikro-** und **Makrozyklen** bewährt. Dabei stellen im Trainingsplan der meisten Sportarten die Mikrozyklen eine kalendarische Woche dar. Weiter verfeinert wird die Planung eines Mikrozyklus durch die Planung der einzelnen Trainingseinheiten. Hierbei kommt es auf einen sinnvollen Wechsel von belastenden und der Regeneration dienenden Trainingseinheiten an. Die Makrozyklen dienen dabei der mittelfristigen Planung, da sie sich meist über Zeiträume von 4–7 Wochen erstrecken. Bei den Makrozyklen werden nach dem Prinzip des Blocktrainings über mehrere Wochen hinweg inhaltliche Schwerpunkte für das Training festgelegt. Auch bei der Gestaltung der Makrozyklen müssen regenerative Abschnitte eingeplant werden.

3.2.6 Prinzip der zunehmenden Spezialisierung

Zunehmende Spezialisierung

Wenn in Sportarten/Disziplinen eine hohe Leistungsfähigkeit angestrebt wird, so muss ein rechtzeitiges und zunehmend **sportartspezifisches Training** durchgeführt werden. Eine Trainingseinheit setzt sich in der Regel immer aus allgemein entwickelnden Übungen und Spezialübungen der Sportart zusammen. Ausgehend und aufbauend auf einer recht allgemeinen Basis findet im Verlauf der Entwicklung eine zunehmende Spezialisierung statt, die im Profisport ihr höchstes Ausmaß erreicht.

In der Praxis bedeutet dies, dass bereits bei einem Anfänger im leistungssportlich orientierten Training das sportartgerichtete Training gegenüber dem allgemeinen überwiegen sollte. In einem breiten-/ freizeitsportlich orientierten Training verschiebt sich dies in Richtung allgemein entwickelnden Übungs- und/ oder Spielformen.

Wie die einzelnen Komponenten zusammenwirken, zeigt Abb. 3.10.

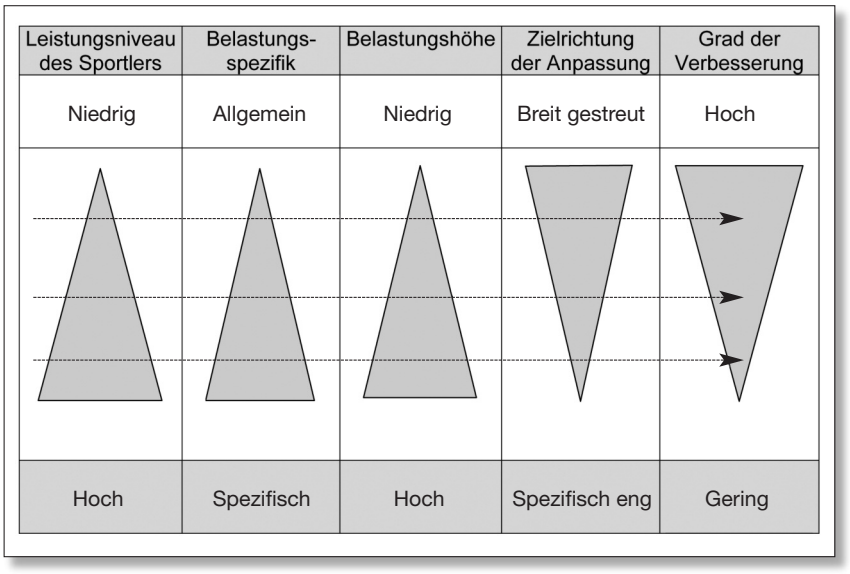


Abb. 3.10: Wechselwirkungen der Anpassung durch Training (mod. nach *Steinhöfer* 2003)

Aufgaben

- Wozu dienen Trainingsprinzipien im Sport?
- Was versteht man unter dem Reizschwellengesetz?
- Wie hängen nach der Reizstufenregel Belastungsintensität und biologische Anpassung zusammen? Geben Sie ein Praxisbeispiel zur Reizstufenregel.
- Durch welche Faktoren lässt sich die Belastungsanforderung erhöhen?
- Geben Sie ein Beispiel zur progressiven Belastungssteigerung.
- Der Ski-Bundestrainer ließ die Damennationalmannschaft des deutschen Skiverbandes im Sommer zur Saisonvorbereitung Motocross fahren, MTB-Downhill fahren, am Ballettunterricht teilnehmen sowie Freiklettern üben. Welches Trainingsprinzip wendete der Coach an?
- In welche Abschnitte wird das Wettkampfjahr unterteilt und was ist in diesen Abschnitten inhaltlich zu beachten?
- Was versteht man unter dem Prinzip der zunehmenden Spezialisierung?
- Kann bzw. darf man mit den Trainingsprinzipien alle Anpassungserscheinungen im Sport erklären?
- Vergleichen Sie das Wettkampfjahr mehrerer Ihnen bekannten Disziplinen/Sportarten. Gibt es Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede?

4 Sportbiologie

Definition

Sportbiologie:
Die Sportbiologie ist ganz allgemein die Lehre vom Leben des Menschen in Bezug auf Sport (*Weineck*, 2010, S. 12).

4.1 Aktiver Bewegungsapparat: Muskulatur, Energiebereitstellung und Herz-Kreislauf-System

4.1.1 Die Muskulatur

Beim Sporttreiben spielt die menschliche Muskulatur durch die Bewegungsmöglichkeiten, die sie dem Sportler erschließt, und ihre spezifischen Anpassungserscheinungen eine zentrale Rolle. Die Muskulatur erlaubt einem Ringeturner den sog. Kreuzhang, lässt einen Weltklassesprinter auf 100 m unter 10 Sekunden sprinten oder ermöglicht es dem Menschen, Triathlonbelastungen auf sich zu nehmen. Der Volleyballspieler setzt bei einem gelungenen Lob gezielt seine Muskulatur ein, genau wie der Handballspieler beim präzisen Sprungwurf aufs Tor, der Basketballspieler beim Korbwurf oder ein Tischtennis- bzw. Tennisspieler beim gefühlvollen Vorhand-Topspin.

Arten des Muskelgewebes und Aufbau des Skelettmuskelgewebes

3 Arten des Muskelgewebes

Es werden drei Arten des Muskelgewebes unterschieden:

- glattes Muskelgewebe
- Herzmuskelgewebe
- Skelettmuskelgewebe

Der **Skelettmuskel**, welcher im Sport die zentrale Rolle spielt, setzt sich zu 70–80 % aus Wasser, zu 15–20 % aus Eiweiß und zu 3–4 % aus Elektrolyten zusammen, wobei sich diese Relationen während des Wachstums verändern können und von der jeweiligen Ernährungsform, vor allem aber von der regelmäßigen körperlichen Belastung (Sport) und vom Trainingszustand, mit beeinflusst werden. **Beim hoch ausdauertrainierten Sportler spielen sich unter Belastung ca. 90–95 % des gesamten Stoffwechsels in der Muskulatur ab.**

Muskelfasern

Wie Röhren dicht aneinandergelegt, bilden viele Muskelfasern den Skelettmuskel (Abb. 4.1). Muskelfasern können bis zu 18 cm lang und etwa $^{1}/_{10}$ mm stark sein. Eine Muskelfaser wiederum besteht aus mehreren hundert bis tausend parallel verlaufenden Fibrillen, den **Myofibrillen**. Die Myofibrillen schließlich setzen sich aus tausenden von **Muskelfilamenten** zusammen. Dabei handelt es sich

um Eiweißstrukturen, die nach ihren Proteinbestandteilen in zwei Gruppen eingeteilt werden: dünne **Aktinfilamente** und dicke **Myosinfilamente**.

Filament-Gleittheorie

Die **Muskelkontraktion** läuft nach der anerkannten Theorie der Filament-Gleittheorie (sliding filaments) ab, bei der die Myosin- und Aktinfilamente bei einer Längenänderung der Muskelfaser aneinander vorbeigleiten. Bei der Muskelkontraktion werden die Aktinfilamente in die Myosinzwischenräume hineingezogen, sie »gleiten« quasi hinein.

Der »**Querbrücken-Zyklus**« gibt modellhaft eine Erklärung für das Hineingleiten der Aktinfäden in die Myosinzwischenräume bei der Brückenbildung. Im Anfangsstadium sind die Myosinköpfe fest mit den Aktinfäden verbunden. Durch Anlagerung von ATP (Adenosintriphosphat, siehe Kapitel 4.1.2) und unter Mitwirkung von Kalzium löst sich der Myosinkopf vom Aktin. Die ATP-Spaltung führt zur Verspannung des Myosinkopfes, was mit dem Spannen einer Feder vergleichbar ist. Das Kalzium bewirkt eine feste Querbrückenbildung durch Anheftung des Myosinkopfes an das benachbarte Aktinmolekül. Durch Freisetzung von Phosphat und ADP wird die Verspannung in mechanische Energie umgesetzt, vergleichbar dem Loslassen einer gespannten Feder oder einem »Ruderschlag«. Der Myosinkopf kippt dabei von 90 auf ca. 45 Grad. Damit ist der Anfangszustand wieder erreicht. Voraussetzung für die Muskelkontraktion ist die elektrische Stimulation, die über den Nerv auf die Muskeloberfläche gelangt (vgl. *de Marées* 2003).

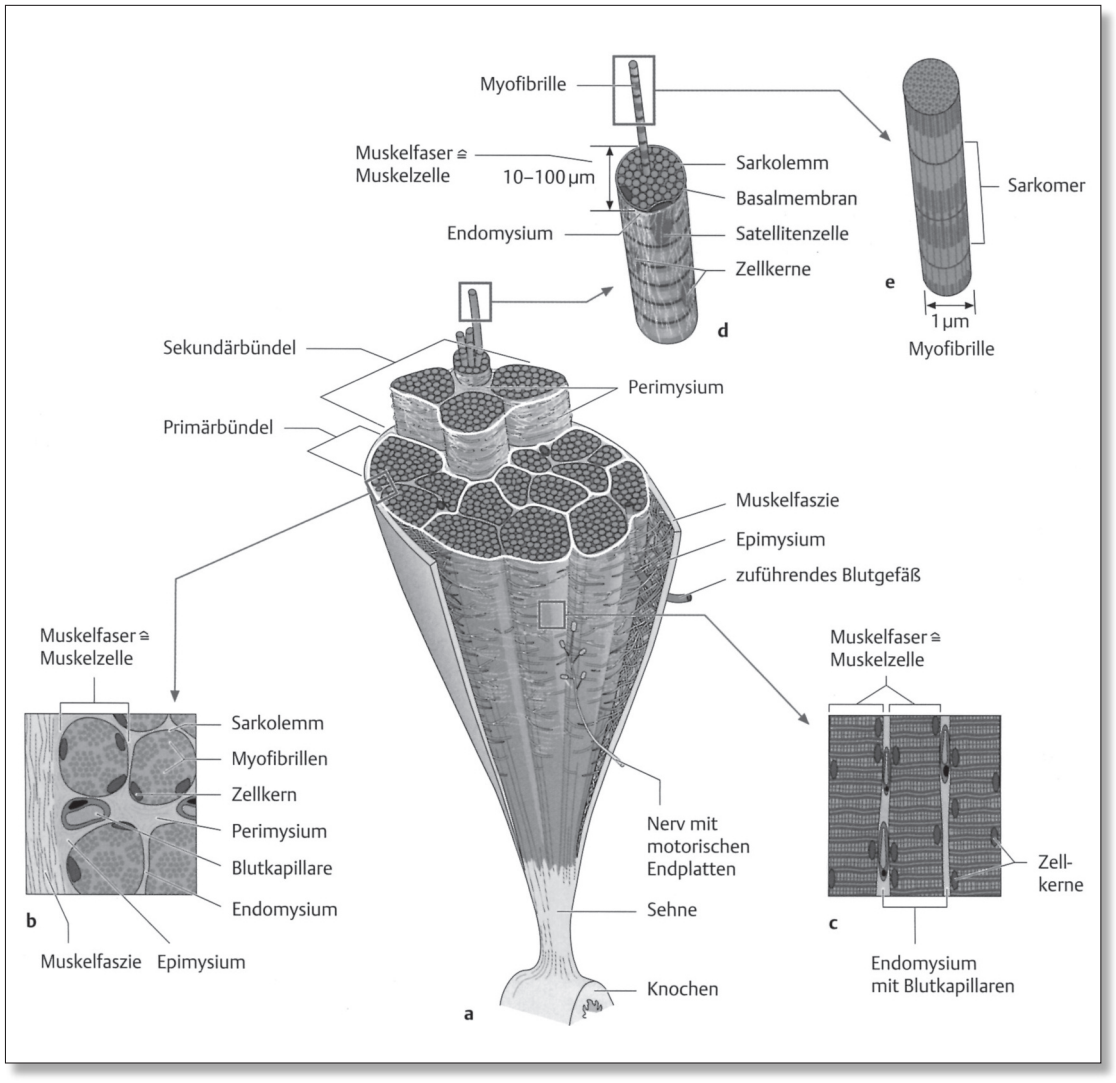


Abb. 4.1: Bauprinzipien und Anatomie der Skelettmuskulatur (vgl. *Freiwald/Greiwing* 2016, S. 43)

Die motorische Einheit

Alle aktiven Bewegungen des Menschen im Sport, alle unwillkürlichen Bewegungen und auch die Reflexe beruhen auf einem Zusammenspiel von nervalen und muskulären Strukturen. Die Muskeln und Nerven bilden eine Einheit.

Aufbau der motorischen Einheit

Die motorische Einheit ist die kleinste Funktionseinheit und die entscheidende Funktionsstruktur für alle aktiven Bewegungsformen. Sie ist durch folgenden Aufbau charakterisiert:

- die motorische Vorderhornzelle (α-Motoneuron)
- die entsprechende motorische Nervenfaser (Neurit oder Axon) mit ihren motorischen Endplatten
- die versorgten Muskelfasern

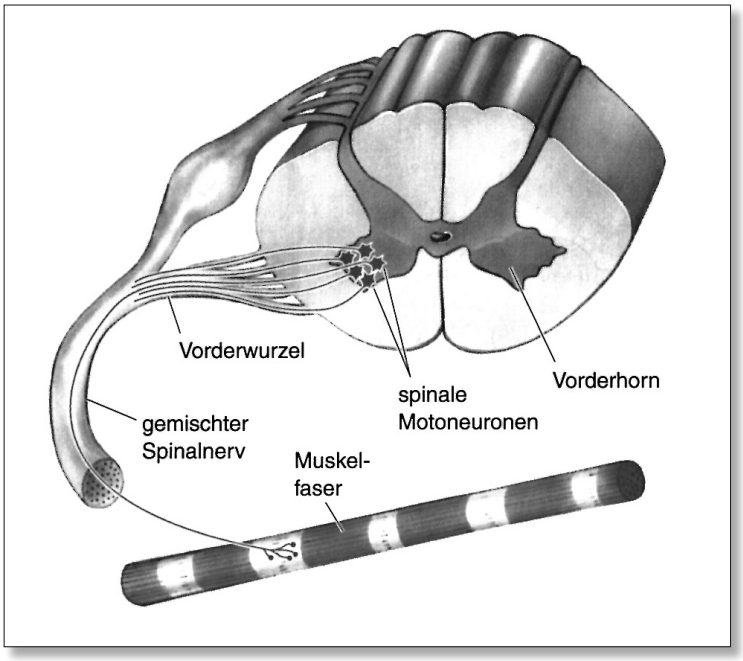


Abb. 4.2:
Die Grafik zeigt das Prinzip der Innervation der Muskeln durch die spinalen Motoneuronen. Die Motoneuronen, welche die Skelettmuskeln innervieren[1], befinden sich im Vorderhorn des Rückenmarks.

Als **motorische Einheit** bezeichnet man die funktionelle Einheit bestehend aus Alpha-Motoneuron, motorischer Endplatte und den darüber erreichten Muskelfasern. Die motorische Einheit stellt die elementare Funktionseinheit für alle willkürlichen und reflektorischen Bewegungsabläufe dar und beinhaltet stets nur eine Muskelfaserart (vgl. *Hollmann/Strüder* 2009).

Wie viele Muskelfasern in einer motorischen Einheit zusammengefasst werden, hängt von der Funktion der jeweiligen Muskulatur ab:

- Für sehr fein abgestimmte Bewegungen, wie sie z. B. bei den äußeren Augenmuskeln notwendig sind, sind es wenige Muskelfasern pro motorische Einheit, nämlich ca. 5–10 Muskelfasern je Nerv
- Ein Muskel, wie der Oberarmbizeps, der für »gröbere« Bewegungen verantwortlich ist, verfügt über ca. 750 Muskelfasern je motorische Einheit, die Muskeln im Rumpfbereich über 1000 Muskelfasern je Nerv (vgl. *Freiwald/Greiwing*, S. 49).

Die Anzahl der motorischen Einheiten beläuft sich in einem großen Muskel auf mehrere tausend (vgl. *Hollmann/Strüder* 2009).

1 innervieren = mit Nervenimpulsen versorgen

Wenn eine motorische Einheit aktiviert wird, wandert die Erregung von dem Motoneuron über das Axon mit einer Geschwindigkeit von mehreren Metern pro Sekunde und erregt alle zu dieser Einheit gehörenden Muskelfasern.

Einflussgrößen auf den Krafteinsatz

3 Einflussgrößen

Für den Krafteinsatz der Muskeln im Sport sind drei Einflussgrößen von Bedeutung:

- Rekrutierung
- Frequenzierung
- Synchronisation

Als **Rekrutierung** bezeichnet man die Zuschaltung immer größerer Anzahlen an motorischen Einheiten.

Slow-Twitch-Fasern und Fast-Twitch-Fasern

Bei einer Bewegung im Sport werden nie alle Muskelfasern eines Muskels gleichzeitig innerviert. Die **Rekrutierung** (Zuschaltung) erfolgt nach dem **Größenordnungsprinzip**. Bei geringen Kraftanforderungen werden zunächst die Slow-Twitch-Fasern (Typ ST) aktiviert. Steigen die Kraftanforderungen an, werden immer größere motorische Einheiten dazugeschaltet bzw. rekrutiert. Erst bei über ca. 40–80 % der Maximalkraft werden die ersten Fast-Twitch-Fasern (Typ IIa) dazugeschaltet, ab ca. 70–90 % noch größere motorische Einheiten der FT-Fasern (Typ IIx). Bei **explosiven Schnellkrafteinsätzen** ist das Größenordnungsprinzip unbedeutend, es werden dann sofort die FT-Fasern aktiviert.

Durch eine fein abgestimmte Zusammenarbeit mit der Rekrutierung ermöglicht die **Frequenzierung** ebenfalls eine Abstufung der Muskelkraft.

Als **Frequenzierung** wird die Anzahl der Nervenimpulse pro Sekunde bezeichnet, die die motorischen Einheiten aktivieren.

Wenn bereits ein größerer Teil der Muskelfasern durch die Rekrutierung aktiviert ist, kann die Kraftentwicklung nur durch eine höhere Frequenzierung erreicht werden. Bei langer Kontraktionsdauer (> 90 Sekunden) werden alle Muskelfasertypen rekrutiert, die schnellen jedoch erst zum Ende der Kontraktionsdauer hinzugeschaltet.

Hat man ein Krafttraining über mehrere Wochen hinweg durchgeführt, findet eine messbare Verbesserung der **Synchronisation** der motorischen Einheiten statt (gleichzeitige Aktivierung der Muskelfasern). Dadurch kommt es zu einem besser koordinierten und höheren Krafteinsatz. Dies ist insbesondere für explosive Kraftentwicklung von Bedeutung (vgl. *Freiwald/Greiwing* 2016, S. 56).

Es wurden drei motorische Einheiten repräsentativ für das gesamte Faserspektrum eines Muskels dargestellt.

Anpassungserscheinungen

Sportliches Training führt zu Anpassungserscheinungen bei der motorischen Einheit:

- Verbesserung der Stoffwechselprozesse
- die Nervenleitgeschwindigkeit wird verbessert
- die motorische Endplatte (Synapse) vergrößert ihre Fläche und es kommt zu einer Vermehrung der Überträgersubstanzen (vgl. *Wick* 2009, S. 89/90)

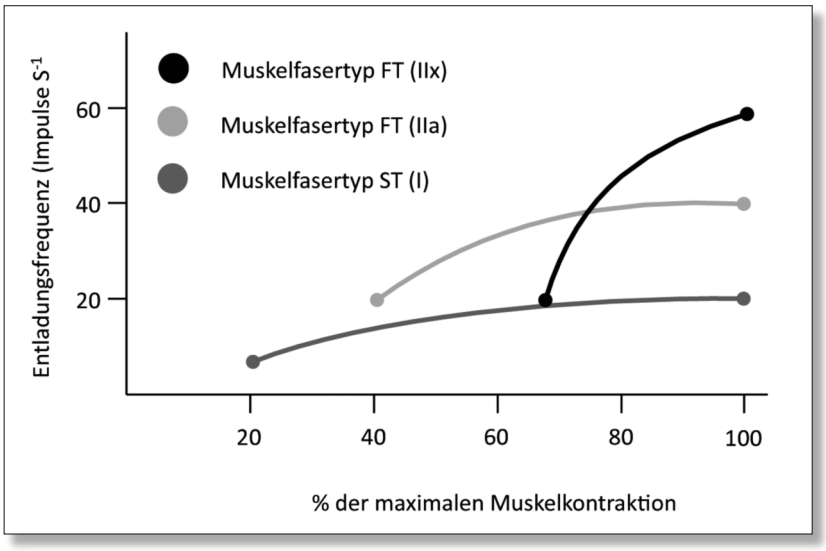


Abb. 4.3:
Die Grafik zeigt die Prinzipien der Rekrutierung, Frequenzierung und das Größenordnungsprinzip.
- ST (**S**low-**T**witch) = langsame motorische Einheiten
- FTa (**F**ast-**T**witch) = schnelle oxidative glykolytische2 motorische Einheiten
- FTx (**F**ast-**T**witch) = schnelle glykolytische motorische Einheiten

Muskelkater

Miniaturverletzung der Muskulatur

Der in seiner Symptomatik jedem Sportler bekannte Muskelkater ist ein verzögerter Muskelschmerz von etwa einwöchiger Dauer. Er wird in den letzten Jahren als **Mikrotrauma**, also als Miniaturverletzung der Muskulatur, definiert. **Er hat nichts mit der Übersäuerung in der Muskulatur zu tun**. Diese Mikrotraumen sind kleinste, nur unter dem Mikroskop zu erkennende Schädigungen der Muskelzelle und des Muskelbindegewebes durch **ungewohnte** oder **abbremsende (exzentrische)** mechanische Beanspruchung der Muskulatur. Dabei kommt es zu Zerstörungen der Z-Scheiben, die wie Zerreißungen aussehen. Für Muskelkater gibt es folgende Ursachen (vgl. *Böning* 2000):

- körperliche Aktivität nach langer Pause,
- ungewohnte Bewegungen bei gut trainierten Sportlern,
- besonders starke Belastungen (z. B. Wettkampf) bei gut trainierten Sportlern.

Aktive Pause statt Massage

Vorbeugend ist nach gründlicher Aufwärmarbeit eine abgestufte Belastungssteigerung mit Anpassung an die individuelle Leistungsfähigkeit des Sportlers zweckmäßig. **Bei Muskelkater sind weitere intensive Belastungen und Massagen zu meiden!** Der »verkaterte« Sportler soll eine aktive Pause mit stark reduzierter körperlicher Aktivität (maximal 30 % seiner Leistungsfähigkeit) und vorsichtigen Dehnungsübungen der betroffenen Muskeln durchführen. Unterstützend kann bei Leistungs- oder Profisportlern die Einnahme von Vitamin E empfohlen werden.

2 glykolytisch = unter Verwendung von Glukose (Traubenzucker)

4.1.2 Die Energiebereitstellung

ATP

Wenn ein Mensch sich im Sport bewegt, so benötigt er in seinen Muskeln dazu Energie. Die Muskelzellen gewinnen ihre Energie für die Bewegungen im Sport aus dem ATP. Der Mensch ist in dieser Hinsicht vergleichbar mit einem Auto (siehe S. 65, Vergleich Mensch/Auto).

Der einzige Energielieferant dazu ist das ATP, das sogenannte Adenosin-Tri-Phosphat. Adenosin besteht aus dem Zucker Ribose und aus der Base Adenin.

ATP: **A**denin – **R**ibose – **P** ~ **P** ~ **P**
Energiereiche Bindungen

ATP ist eine hochenergetische Verbindung von Adenin und Ribose und drei Phosphaten. Es ist die *einzige* Energieform, die der Muskel nutzen kann.

Herstellung von ATP

Der menschliche Organismus hat drei Wege, um ATP herzustellen:

1. **die anaerob-alaktazide Energiebereitstellung**
2. **die anaerob-laktazide Energiebereitstellung**
3. **die aerobe Energiebereitstellung**

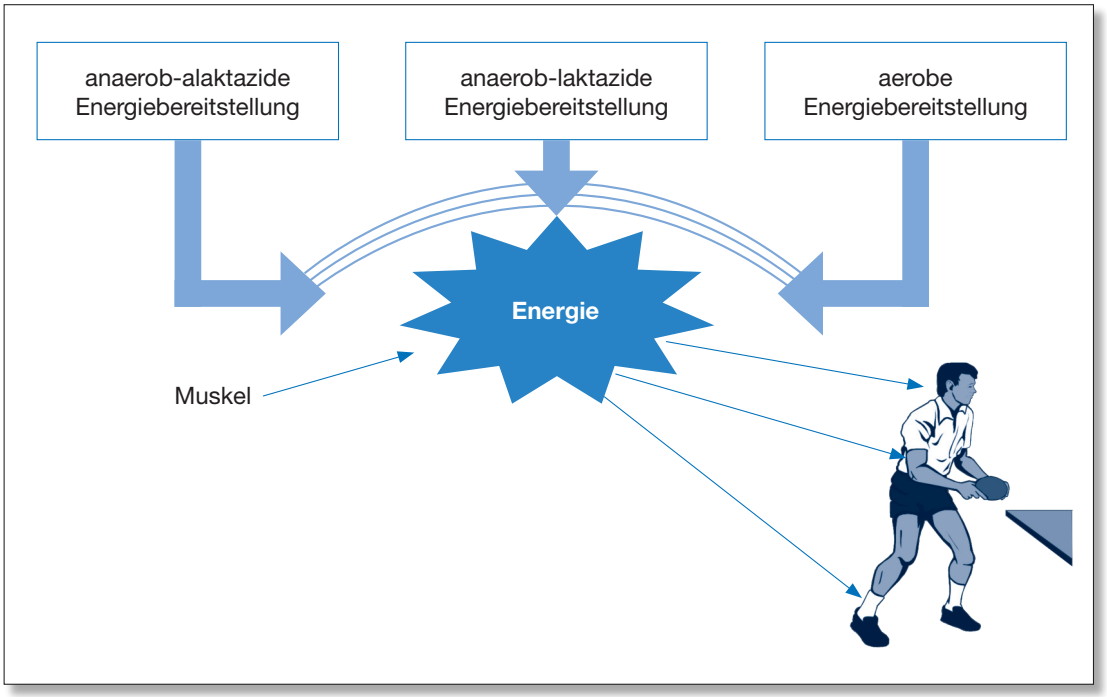


Abb. 4.4: Vereinfachte Darstellung des Muskels und die drei unterschiedlichen Energiebreitstellungsarten

Das ATP ist der primäre und universelle Energielieferant in allen lebenden Zellen.

Energie aus Nährstoffen

Der Muskel wandelt das ATP in mechanische Energie um und dies ermöglicht die Muskelbewegungen z. B. beim Tischtennisspielen, 10000-m-Lauf oder Kugelstoßen. **Die gesamte Energie kann allerdings nicht in Bewegung umgesetzt werden, der Wirkungsgrad liegt bei sportlichen Bewegungen zwischen 15 und 40 %, der Rest geht in Form von Wärme verloren**. Der Wirkungsgrad ist definiert als der Quotient zwischen der erbrachten physikalischen Leistung (Arbeit pro Zeiteinheit) und dem dafür benötigten Arbeitsumsatz. Die Energie, welche man zum Sporttreiben benötigt, stammt letztendlich aus unserer Nahrung, genauer aus den Nährstoffen:

- Kohlenhydrate,
- Fette,
- Eiweiße.

Der Muskel im Sport

Versorgung des Muskels

Um den Muskel im Sport bewegen zu können, muss er u. a. auch

- genügend durchblutet werden,
- mit Sauerstoff versorgt werden,
- ausreichend / optimal neuronal (über das Nervensystem) stimuliert sein,
- mit Nährstoffen (Kohlenhydrate, Fette, Proteine) versorgt werden.

Weiterhin wird die Art des Stoffwechselgeschehens beeinflusst von:

- den Arbeitsformen,
- der Belastungsintensität,
- der Belastungsdauer und
- der kognitiv/emotionalen Vorbelastung und Erwartung (vgl. *Hollmann/Strüder* 2009).

- Ein längerer **Ausdauerlauf** (von ca. 30–40 Minuten Dauer) wird durch **aerobe Stoffwechselprozesse** bestimmt,
- **statische Muskelarbeit** schon jenseits einer mittleren Intensität durch **anaerobe Stoffwechselprozesse** (vgl. *Hollmann/Strüder* 2009).

Die verschiedenen Energiegewinnungsprozesse spielen sich in der Muskelzelle an unterschiedlichen Orten ab.

Die energieliefernden Stoffwechselprozesse, welche **in den Mitochondrien unter Verwendung von Sauerstoff** stattfinden, werden als **aerober Stoffwechsel** bezeichnet.

Die energieliefernden Stoffwechselprozesse, welche **im Zytoplasma ohne Sauerstoffverwendung** der Zelle sattfinden, werden als **anaerober Stoffwechsel** bezeichnet.

Aerobe Energiebereitstellung

Wenn man sich im Sport längere Zeit aktiv bewegt (z. B. Schwimmen, Radfahren, Skilanglaufen, Joggen), dominiert die aerobe Energiebereitstellung, während bei statischer Arbeit (Hängen an

einer Reckstange) schon jenseits einer mittleren Intensität die anaerobe Energiebereitstellung dominiert.

Anaerobe Energiebereitstellung

Mitochondrien sind kleine Zellorganelle, in die die Fettsäuren durch das **L-Carnitin** hineintransportiert werden. Sie werden auch als »Kraftwerke« der menschlichen Zelle bezeichnet, da sie bei langen Belastungen sehr große Mengen Energie produzieren können. Das **Zytoplasma** ist das Zellplasma.

Die anaerob-alaktazide Energiebereitstellung

anaerob-alaktazide Energiebereitstellung

Für jede Muskelkontraktion im Sport stellt der Abbau von ATP die Grundlage dar. Die Gesamtmenge an ATP im Muskel ist relativ klein, sie wird auf 3–4 maximale Bewegungen geschätzt, was ungefähr 1–2 Bewegungen bei starker körperlicher Belastung entspricht. Da sehr viele Sportarten aber mit 1–2 Bewegungen nicht auskommen, muss es weitere Möglichkeiten der Energiebereitstellung, der Energienachlieferung geben. Im Muskel ist weiterhin Kreatinphosphat (KP) in ebenfalls geringer Menge vorhanden, welches nach einem Umbau zu ATP weitere maximale Muskelbewegungen von 5–6 Sekunden ermöglicht. Insgesamt ergibt sich folgende Summe:

ATP = für 1–2 sek Bewegungen
KP = für 5–6 sek Bewegungen

Gesamt: für ca. 6–8 Sekunden
maximale Arbeitsdauer der Muskeln im Sport

> Der Speicher der beiden energiereichen Verbindungen ATP und KP reicht im Sport für ca. 20 maximale Muskelkontraktionen von ca. 6 bis 8 Sekunden Dauer.

Für viele Sportarten bzw. Disziplinen reichen natürlich auch 20 Muskelkontraktionen nicht aus. Es muss demnach einen weiteren Speicher geben, welcher für längere Belastungen im Sport die dafür notwendige Energie liefert.

Die anaerob-laktazide Energiebereitstellung

anaerob-laktazide Energiebereitstellung

Diese Energiebereitstellung wird benötigt, wenn der momentane Energiebedarf nicht durch die aerobe oder anaerob-alaktazide Energiebereitstellung abgedeckt werden kann. Hier wird die Energie aus Glukose (Traubenzucker) zur Verfügung gestellt. Wenn durch eine sehr hohe Intensität bei einer körperlichen Belastung der Energiebedarf sehr stark ansteigt, entsteht dabei in der Folge die Milchsäure (Laktat). Der dabei freiwerdende Wasserstoff (H+) führt dann zur Übersäuerung, was zu den bekannten »schweren und brennenden Beinen« führt.

> Das Kennzeichen der anaerob-laktaziden Energiebereitstellung ist die Milchsäurebildung (Laktatbildung) und die durch den dabei freiwerdenden Wasserstoff bedingte Übersäuerung.

Der Laktatstoffwechsel

Die Laktatbildung ist das Hauptcharakteristikum der anaerob-laktaziden Glykolyse. Die Ruhelaktatwerte im Blut betragen ca. 0,8–1,5 mmol/l, im Blut befindet sich also immer eine kleinere Menge an Laktat. Im Fußball, Handball, Feldhockey oder auch Basketball werden z. B. durch-

Laktatwerte

schnittliche Laktatwerte von ca. 4–6 mmol/l gemessen, aber abhängig von der jeweiligen Spielsituation treten auch Einzelwerte von über 12 mmol/l auf. Im Tischtennis liegen die Werte durchschnittlich bei ca. 2 mmol/l, wobei die Werte einzelner Ballwechsel deutlich höher liegen dürften. Bei einem 10000-m-Lauf liegen sie bei etwa 8 mmol/l, beim 5000-m-Lauf bei ca. 16 mmol/l. Verantwortlich für die Übersäuerung der Muskulatur ist die Wasserstoff-Ionenkonzentration, welche durch die Laktatbildung ansteigt. Bei maximal schnellen 800- oder 400-m-Läufen können bei Spitzenathleten maximale Laktatwerte bis zu 28 mmol/l auftreten.

Laktatabbau und Regeneration

Für die Regeneration und die Trainingsplanung ist wichtig: Die Abbaugeschwindigkeit von einem Laktatspiegel von ca. 10 mmol/l liegt bei ca. 15 Minuten, für Laktatwerte um 5 mmol/l bei etwa bei 10 Minuten und bei sehr hohen Laktatkonzentrationen über 20 mmol/l kann sie 30 Minuten bis zu einer Stunde dauern (vgl. *de Marées/Heck* 2003).

> Am schnellsten baut Laktat sich ab, wenn man sich bewegt, da der arbeitende Muskel es in der aeroben Energiebereitstellung weiterverwenden kann. Also sollte man nach sehr hartem Training z. B. auslaufen oder ausradeln bzw. ausschwimmen.

Beim Laktat handelt es sich um ein Stoffwechselprodukt, welches zwischen den Zellen, Organen und Geweben, auch den Muskeln, u. a. aktiv hin- und hertransportiert wird. Dort wird es der **aeroben Energiebereitstellung** zugeführt. Laktat wird im menschlichen Organismus praktisch immer produziert und immer eliminiert.

> »Laktat ist kein »Stoffwechselendprodukt«, »Endprodukt« oder gar »Abfallprodukt" der Energiebereitstellung, sondern ein wichtiger Energieträger in der oxidativen Energiebereitstellung (vgl. *Wahl* 2009).

An folgenden Orten kann Laktat verstoffwechselt werden:
- am Bildungsort selbst,
- in benachbarten Zellen (z. B. Muskelzellen),
- in anderen Geweben (wie z. B. in der Herzmuskulatur oder im Gehirn).

> Die Muskulatur ist sowohl Hauptproduktionsort für das Laktat als auch sein Haupteliminationsort.

Energiegewinnung aus Laktat

Folgende Organe können Laktat zur Energiegewinnung verwenden:
- **Herz** (bis zu 60 % des Energiebedarfs über Laktat)
- **Gehirn** (bis zu 33 % des Energiebedarfs über Laktat)
- **Nieren**

Zu den oben genannten Organen – Herz, Gehirn, Nieren – gelangt das Laktat über die Blutbahn. Auf diese Weise wird deutlich, dass anaerober und aerober Stoffwechsel quasi über Laktat miteinander verbunden sind und nicht zwei voneinander unabhängige Systeme darstellen. **Beide Energiebereitstellungsarten greifen ineinander und dürfen nicht als entgegenwirkende Ersatzlösungen betrachtet werden** (vgl. *Holfelder/Bubeck* 2012).

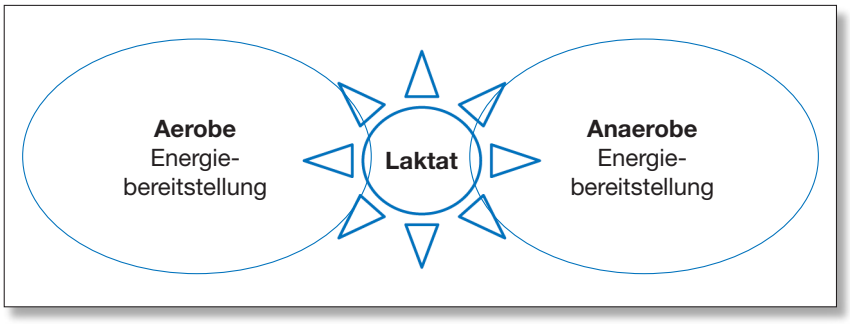


Abb. 4.5:
Laktat als Stoffwechselprodukt, welches aeroben und anaeroben Stoffwechsel miteinander verbindet

Laktat, das Produkt des anaeroben Stoffwechsels, ist gleichzeitig eine wichtige Substanz für den aeroben Stoffwechsel.

Bildung von Laktat in den Muskelfasern

Für die Umwandlung von Laktat in Pyruvat (Brenztraubensäure) ist die **Laktatdehydrogenase (LDH)** ein wichtiges Enzym. Die Bildung von Laktat geschieht daher in den schnellen Muskelfasern schneller als in den langsamen Muskelfasern. Durch Ausdauertraining kann man die Enzymkapazität der LDH steigern.

Die Rolle der Muskelfasern bei der Laktatbildung

Ein entscheidender Faktor bei der Laktatbildung ist, dass sich die unterschiedlichen Muskelfasertypen in ihrer Laktataufnahme und Laktatverwertung voneinander unterscheiden.

Die Typ-I-Muskelfasern (= langsame, oxidative Fasern, slow-twitch-fibres) wechseln bei Blutlaktatkonzentrationen von **1–2 mmol/l** von einer Laktatabgabe zu einer Laktataufnahme (vgl. *Gladden* 2008).

Die Typ-II-Muskelfasern (= schnelle, glykolytische Fasern, fast-twitch-fibres) wechseln bei Blutlaktatkonzentrationen von **3–4 mmol/l** von einer Laktatabgabe zu einer Laktataufnahme.

Niedrige Blutlaktatkonzentrationen von (Ausdauer-)Trainierten sind vor allem durch bessere Verwertung des Blutlaktats und nicht durch eine geringere Produktion bedingt. Wenn man eine stärkere Übersäuerung verhindern möchte, empfiehlt sich z. B. im Fußball ein aerobes Grundlagenausdauertraining.

Laktat und Ermüdung

Die muskuläre Ermüdung, unter der man das Unvermögen verstehen kann, eine erforderliche oder erwartete Leistung aufrechtzuerhalten, ist ein komplexes, auf viele Faktoren zurückzuführendes Phänomen.

Überholte Sichtweisen der Ermüdung bei einer Belastung durch unzureichende Sauerstoffversorgung und Laktatbildung können nicht länger aufrechterhalten werden.

Bei den **Sportspielen** wie Handball, Fußball oder Basketball sind die Laktatwerte in hohem Maß spielsituationsabhängig. Im Fußball misst man durchschnittliche Laktatwerte von ca. 4–6 mmol/l, obwohl auch Einzelwerte von 12 mmol/l gefunden werden (*Freiwald / Greiwing* 2016). Freiwald (2016) hält daher die durchschnittlichen Messergebnisse in Sportspielen für relativ unbrauchbar. Dies ist bedeutsam im Hinblick auf Konsequenzen in der Trainingslehre.

Nach ca. 40–60 Sekunden erreicht die anaerob-laktazide Energiebereitstellungsart ihren Höhepunkt, die Belastung kann dann nicht mehr länger mit dieser Intensität aufrechterhalten werden.

Es existiert hier wieder das Problem, dass sehr viele Sportarten und Disziplinen länger als 40–60 Sekunden dauern. Es muss also eine weitere Möglichkeit geben, bei längeren Belastungen im Sport die Muskulatur energetisch zu versorgen.

Die aerobe Energiebereitstellung

Für längere körperliche Belastungen im Sport hat der Organismus die Möglichkeit, primär aus Kohlenhydraten und Fetten in den **Mitochondrien** unter Zuhilfenahme von **Sauerstoff** Energie zu produzieren. Die Mitochondrien sind kleine ovale Zellorgane, in denen sich der aerobe Energiebereitstellung (Zitronensäurezyklus und Atmungskette) abspielt. Durch Ausdauertraining kann man ihre Anzahl steigern, was wiederum zu einer größeren Energieproduktion führt. Die Eiweiße spielen in der Energiebereitstellung eine eher untergeordnete Rolle. Die **Glukose** (Traubenzucker) wird in der Muskelzelle als **Glykogen** gespeichert. Über mehrere Abbaustufen wird dann in erster Linie im Zitronensäurezyklus sowie in der Atmungskette ATP hergestellt. Endprodukte dieser Energiebereitstellungsform sind Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O).

Pasteur-Effekt

Über die aerobe Energiebereitstellung können 31 mol ATP gewonnen werden, für die anaerobe ergeben sich nur 3 mol ATP. Allerdings kann die anaerobe Energiebereitstellung wesentlich schneller Energie liefern. Möchte man z. B. eine Radausfahrt machen oder einen 5000-m-Jogginglauf, so liefert hierzu die aerobe Energiebereitstellung dem Muskel die notwendige große Menge an ATP. Der aerobe Stoffwechsel besitzt im menschlichen Organismus gegenüber der Glykolyse Vorrang (Pasteur-Effekt).

Aerobe Energiebereitstellung	Anaerobe Energiebereitstellung
• 31 mol ATP	• 3 mol ATP
• keine Laktatbildung	• Laktatbildung
• relativ langsame Energiebreitstellung	• relativ schnelle Energiebereitstellung
• die pro Zeiteinheit produzierte Energiemenge ist relativ klein,	• die pro Zeiteinheit produzierte Energiemenge ist relativ groß
• die zur Verfügung gestellte Gesamtenergiemenge ist relativ groß	• die zur Verfügung gestellte Gesamtenergiemenge ist relativ klein
• **Sportbeispiele:** 10000-m-Lauf, Triathlon, Marathon, Radsport-Etappen, 1500 m Schwimmen, Skilanglauf etc.	• **Sportbeispiele:** 400-m-Lauf, Ballwechsel im TT oder Tennis, Schlagwurf im Handball, Speerwurf, Kugelstoßen, 500 m Eisschnelllauf etc.

Tab. 4.1: Gegenüberstellung der aeroben und anaeroben Energiebereitstellung (vgl. *de Marées/Heck* 2003)

Wiederherstellungsprozesse

Die Wiederherstellung des anaerob-alaktaziden Speichers dauert ca. 1–1,5 Minuten. Die laktazide Energiebereitstellung benötigt zur Erholung zwischen 15 Minuten bis zu einer Stunde. Ein aktiver

Skelettmuskel baut Laktat dabei schneller ab, weshalb man z.B. auslaufen, ausradeln oder ausschwimmen sollte. Die Erholung des aeroben Speichers, also der Kohlenhydrat- und Fettspeicher kann Tage bis Wochen in Anspruch nehmen, abhängig davon, wie stark die Entleerung war.

Vergleich Mensch und Auto

Der menschliche Kraftstoff

Das Auto benötigt zum Fahren Treibstoff, entweder Diesel, Benzin oder elektrische Energie. Der Mensch benötigt ATP, welches aus den Nährstoffen Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße hergestellt werden muss. Ein Auto fährt entweder mit Diesel oder mit Benzin, wenige Autos hingegen mit elektrischer Energie und zusätzlich mit Verbrennungsmotor (= Hybridfahrzeuge). Ein Mensch kann gleichzeitig aus allen drei Nährstoffen Energie gewinnen. Das Auto wird über seine Batterie gestartet, in der dafür Energie gespeichert wird. Der Mensch hat für seinen »Start« ATP und KP in seinen Muskelzellen gespeichert. Ein Auto kann nur so lange fahren, wie es Treibstoff im Tank hat. Gleiches gilt für den Menschen, auch er muss die Belastung einstellen, wenn die Energievorräte erschöpft sind. Ein wesentlicher Unterschied liegt nun darin, dass ein Mensch seine Belastung bereits reduzieren muss, wenn seine Energievorräte sich dem Ende zuneigen. Das muss das Auto nicht. Man fährt mit dem fast vollständig leeren Tank mit gleichbleibend hoher Geschwindigkeit an eine Tankstelle, tankt wieder voll und kann danach sofort mit Höchstgeschwindigkeit weiterfahren. Auch hier unterscheidet sich der Mensch vom Auto. Sind »die Energietanks« stark entleert worden, so muss sich ein Mensch erst einmal wieder regenerieren, sich erholen. Dies benötigt mehr oder weniger lange Zeit.

4.1.3 Das Herz-Kreislauf-System

Das Herz-Kreislauf-System verbindet alle Körpersysteme zu einer funktionellen Einheit. Seine Hauptaufgabe liegt in der Versorgung der Zellen mit Nährstoffen und Sauerstoff sowie dem Abtransport von Stoffwechselzwischen- und Endprodukten. Das Blut ist das Transportmittel, die Venen und Arterien sind die Transportwege. Das Herz ist aus diesem Grund mit der Lunge über den Lungenkreislauf verbunden.

Herzfrequenz

Das Herz schlägt in Ruhe bei einem untrainierten Menschen mit einer Herzfrequenz von ca. 60–80 Schlägen pro Minute. Dabei wird einmal die Blutmenge (ca. 5–6 Liter) des Menschen durch seinen Körper gepumpt. Dies bezeichnet man als das **Herzminutenvolumen in Ruhe**. Hochausdauertrainierte Menschen haben als Anpassungserscheinung einen sehr niedrigen Ruhepuls von ca. 35 Schlägen pro Minute. Man spricht hier von einer sogenannten **Trainingsbradykardie**. Durch langjähriges umfangreiches Ausdauertraining vergrößert sich das Herz eines Sportlers. Während das Herzvolumen eines Untrainierten ca. 700–800 Milliliter beträgt, kann ein **Sportherz** eines Hochausdauertrainierten zwischen 2000 und 2500 Milliliter Herzvolumen aufweisen. Die Menge an Blut, welche pro Herzaktion ausgeworfen werden kann, steigt von ca. 60–80 Milliliter bei Untrainierten auf ca. 200–250 Milliliter bei Hochausdauertrainierten an. Diese Blutauswurfmenge pro Herzschlag bezeichnet man als das **Schlagvolumen**. Unter höchster Belastung kann das Herz eines Untrainierten ca. 12–15 Liter Blut pro Minute durch den Organismus pumpen, bei einem hochausdauertrainierten Sportler können dies zwischen 40 und 50 Liter pro Minute sein. Diese Blutmenge entspricht dem **Herzminutenvolumen unter Belastung**. Die maximale Herzfrequenz pro Minute liegt beim Erwachsenen bei ca. 207 Schlägen pro Minute/Lebensalter und beim Jugendlichen und Kind bei ca. 220 Schlägen pro Minute/Lebensalter.

Herzminutenvolumen = Herzfrequenz x Schlagvolumen

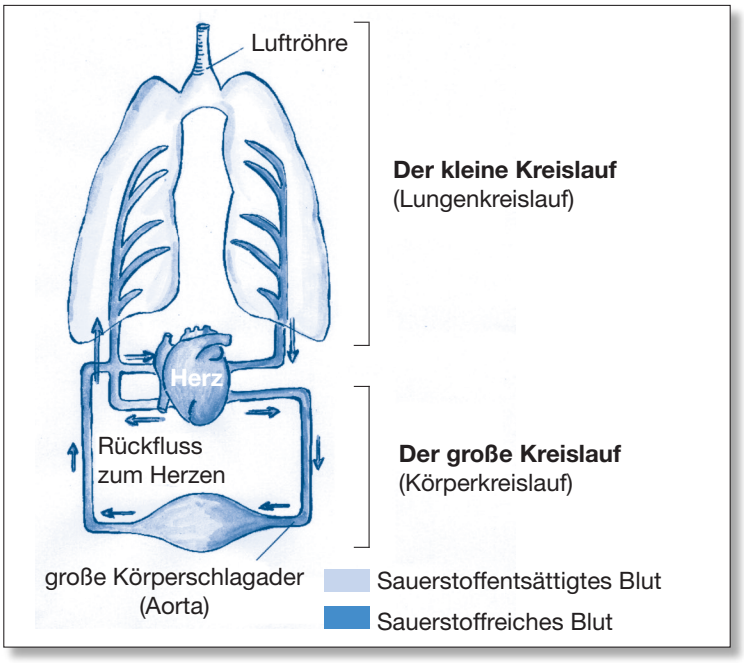


Abb. 4.6:
Vereinfachtes Schema des Sauerstofftransportes über den Blutweg. Dunkelblaue Linie = sauerstoffreiches Blut, Hellblaue Linie = sauerstoffentsättigtes Blut

Je größer die Muskelgruppen, die an einer sportlichen Bewegung beteiligt sind, und je höher die Intensität einer Belastung ist, umso höher ist die Belastungsherzfrequenz. Das menschliche Herz reagiert auch auf psychische Belastungen mit einem Frequenzanstieg. Daher bildet die gemessene Herzfrequenz während einer Sportausübung nicht immer *nur* die körperliche Belastung ab.

Das Herz eines Menschen schlägt im Verlaufe eines Lebens ca. 3 Milliarden Mal und pumpt dabei ca. 250 Millionen Liter Blut durch den Organismus. Es schlägt unentwegt ca. 100000-mal am Tag und pumpt dabei ca. 7500 Liter Blut durch den Körper. Bewegt sich ein nichtsportlicher Mensch im Alltag, können es auch gut 10000 Liter Blutvolumen sein. Wenn wir ruhen, werden zwischen 300 und 350 Liter/Stunde durch den Kreislauf befördert.

Anpassungserscheinungen durch Sport

Vor allem **Ausdauersport führt zu folgenden Anpassungserscheinungen** im Herz-Kreislauf-System, welche auch aus **gesundheitlicher Sicht von wichtiger Bedeutung** sind:

- Die Herzfrequenz in Ruhe nimmt ab (= Trainingsbradykardie)
- Zunahme des Herzminutenvolumens
- Verbesserung der Erholungsherzfrequenz: besteht eine sehr gute Ausdauerleistungsfähigkeit, erholt sich das Herz schneller von der vorausgegangenen Belastung
- Verringerung der Herzfrequenz auf submaximalen Belastungsstufen
- harmonische Erweiterung aller 4 Herzhohlräume (= regulative Dilatation)
- Anstieg des maximalen Sauerstoffaufnahmevermögens (VO_2max)
- Verringerung des systolischen Blutdruckes bei einer Hypertonie um bis zu 15 mm Hg; die Hypertonie ist die krankhafte Form des Bluthochdruckes, sie kann das Herz schädigen
- Die Fließeigenschaften des Blutes verbessern sich, es wird dünnflüssiger (die Viskosität sinkt)
- Die Blutmenge kann um ca. 1–2 Liter bei ausgeprägtem Ausdauertraining zunehmen
- Skelettmuskulatur: Zahl und Größe der Mitochondrien nimmt zu, Steigerung der Aktivität der aeroben Enzyme, Zunahme des Myoglobins und des intramuskulären Glykogendepots, verbesserte Kapillarisierung und Arterialisierung
- verbesserte Muskeldurchblutung
- Lipidstoffwechsel (Fettstoffwechsel): der Triglyceridgehalt (freie Fettsäuren) sowie das LDL im Blut werden vermindert; das HDL nimmt zu (LDL und HDL = Cholesterinarten), dies gilt als herzschonend

- hormonelle Regulation: Verminderung des Sympathikuseinflusses (Reduzierung der Adrenalin- und Noradrenalinspiegels = Stresshormone)
- Steigerung der Insulinsensitivität der Zellen (Diabetesprophylaxe)
- Verbesserung des Immunsystems (geringeres Infektrisiko)
- Neben den positiven physischen Auswirkungen kann regelmäßiges Ausdauertraining auch positive Auswirkungen auf die Psyche, das Wohlbefinden und die Lebensqualität haben.

Das Blut

Funktionen des Blutes

Wenn ein Mensch Sport treibt, steigt die Förderleistung des Herzens an. Die Organe müssen mit bestimmten Substanzen versorgt werden, welche über das Blut dorthin gelangen. Die Funktionen des Blutes sind:

- Transportfunktion,
- Abwehrfunktion,
- Schutz vor Blutverlust,
- Pufferfunktion.

Bei einem Erwachsenen beträgt die Blutmenge ca. 7–8 % des Körpergewichts, was bei einem 70 Kilogramm schweren Menschen in etwa einer Blutmenge von 5 Litern entspricht.

Das Blut besteht aus einer gelblichen Flüssigkeit, dem Plasma, in dem man folgende Blutzellen findet:

- ca. 55 % des Blutvolumens sind Plasma
- ca. 45 % des Blutvolumens sind Blutzellen

Bei den Blutzellen unterscheidet man:

- **Erythrozyten** – rote Blutzellen, Hauptfunktion: **Gastransport**
- **Leukozyten** – weiße Blutzellen, Hauptfunktion: **Immunabwehr**
- **Thrombozyten** – Blutplättchen, Hauptfunktion: **Blutgerinnung**

Die Atmung

Obere und untere Atemwege

Das Herz-Kreislauf-System und die Atmung sind sehr eng miteinander verbunden. Ohne den über das Blut antransportierten Sauerstoff kann auf aerobem Weg keine Energie gewonnen werden. Wenn man lange und intensiv Sport treibt, nimmt auch die Atemfrequenz zu. Je nach körperlicher Belastung können täglich zwischen 10000 und 30000 Liter Luft ventiliert werden.

Zu den **oberen Atemwegen** zählen: Nasenhöhlen, Mundhöhle, Rachen, Kehlkopf.

Zu den **unteren Atemwegen** zählen: Luftröhre, Luftröhrenäste (Bronchien), Lungenbläschen. (Alveolen).

Der Sauerstofftransport im Blut

Bei Belastungen erhöht sich die Atemfrequenz pro Minute. In Ruhe atmet der Mensch im Durchschnitt ca. 14-mal pro Minute. Bei starker körperlicher Belastung liegt sie bei Kindern bei ca. 70 Atemzügen/Minute, bei 20-Jährigen beträgt sie etwa 40–50 Atemzüge/Minute. Jenseits von 50 Atemzügen pro Minute ist die Mundatmung ökonomischer als die Nasenatmung. Bei einer starken körperlichen Belastung kann sich der Gesamtanteil der benötigten Energie für die Atmung im menschlichen Organismus auf 25–30 % erhöhen. Gleichzeitig vertieft sich die Atmung beim Sporttreiben. Erst durch den Antransport von Sauerstoff und Brennstoffen und gleichzeitigem Abtransport von Kohlendioxid und Laktat wird eine Muskeltätigkeit von längerer Dauer überhaupt ermöglicht.

Der Sauerstofftransport wird im Blut hauptsächlich über das **Hämoglobin**[3] gewährleistet. Nur eine minimale Menge (ca. 1 %) wird im Blutplasma transportiert. Nachdem der Sauerstoff durch die dünne Wand der Lungenbläschen (Alveolen) in die Lungenkapillare diffundiert ist, wird der Sauerstoff an die Muskulatur im Körper transportiert. Umgekehrt diffundiert das Kohlendioxid, welches aus der Muskulatur über das Blut zurück zur Lunge gelangt ist, aus den Lungenkapillaren in die Lungenalveolen. Die Gesamtfläche der Lungenkapillare beträgt ca. 100 m^2. Der durch die Alveolarwand in die Kapillaren diffundierte Sauerstoff wird dabei

1. physikalisch im Blutplasma gut gelöst und
2. in die Erythrozyten transportiert.

In den **Erythrozythen** wird der Sauerstoff an das zweiwertige Eisen (Fe^{++}) des Hämoglobinmoleküls angelagert. Dabei können 100 Milliliter Blut, welches im Durchschnitt 15 Gramm Hämoglobin enthält, maximal 20 Milliliter Sauerstoff transportieren. Das Blut weist dann eine **100 %ige Sättigung** auf. Die Sauerstoffbindungsfähigkeit des Blutes kann durch

- steigende H^+-Konzentration (verursacht Übersäuerung) sowie
- steigende Bluttemperatur

Ausreichend trinken

negativ beeinflusst werden. Somit sollte eine Laktatanhäufung möglichst gering gehalten werden und genügend Wasser für die Körperkühlung (und damit Blutkühlung) durch Schwitzen vorhanden sein. Nur wer genügend getrunken hat, kann auch schwitzen (vgl. de *Marées/Heck* 2003).

4.2 Passiver Bewegungsapparat: Gelenkaufbau und Gelenkarten

Gelenke, Knorpel, Bänder

Im Spitzensport stellt der passive Bewegungsapparat (vor allem Gelenke, Knorpel, Bandapparat) oft die **leistungsbegrenzende Größe** sportlicher Höchstleistung dar. Dies wird klar, wenn man sich vor Augen führt, welch enorme Belastungen auf die einzelnen Teile des passiven Bewegungsapparates beim Sporttreiben wirken. Sinnvollerweise reagiert aber auch der passive Bewegungsapparat mit entsprechenden Anpassungserscheinungen an sportliche Belastung.

Der **Knochen** zum Beispiel ändert seine Architektonik, was zu einer erhöhten Widerstandskraft in Richtung der Hauptbeanspruchung führt. Im Bereich der langen Röhrenknochen kommt es bei Trainierten zu einer erheblichen Dickenzunahme der Knochenrinde. Mechanische Belastung führt zu einer Verstärkung der Knochenbälkchenstruktur der Schwammsubstanz.

Bei kurzzeitigen Belastungen kommt es akut zu einer Dickenzunahme des Knorpels der Gelenkflächen durch eine zeitlich begrenzte Flüssigkeitsaufnahme. Der **Knorpel** saugt sich quasi mit Gelenkflüssigkeit voll. Dadurch wird der Knorpel resistenter gegen hohe Druck- und Scherkräfte. **Wichtig dafür ist das Warmlaufen vor dem eigentlichen Aufwärmen**. Bei längeren Belastungen (durch regelmäßiges Training) kommt es zu einem Dickenwachstum des Knorpels, wodurch dieser erhöhte mechanische Belastungen – wie sie im Sport vorkommen – ohne Gelenkbeschädigungen bewältigen kann. Durch Training werden der **Sehnenquerschnitt** sowie Zug- und Rissfestigkeit der Sehnen erhöht. Vergleichbare Anpassungserscheinungen ergeben sich für den **Bandapparat**. Auch hier führt Training zu einer entsprechenden qualitativen und quantitativen Strukturverbesserung.

3 Hämoglobin ist der Transportbehälter der roten Blutkörperchen für den Gastransport. Das im Hämoglobin enthaltene Eisenatom kann Sauerstoff anlagern (*de Marées*, S. 331)

Merke

Mehrbelastung im Sinne von Sporttreiben in vernünftigem Rahmen führt zu einer Kräftigung, Minderbelastung hingegen zu einer Schwächung von Knochen, Knorpel, Sehnen und Bändern (vgl. *Weineck* 2004 b).

Gelenke und ihre Bedeutung für den Sportler

Um den Körper beim Sport entsprechend bewegen zu können, ist der Sportler auf die optimale Funktion der Gelenke angewiesen. Gelenke sind prinzipiell gleich aufgebaut, zeigen aber bestimmte gelenkspezifische Eigenheiten. Abb. 4.7 zeigt den Aufbau eines Gelenkes.

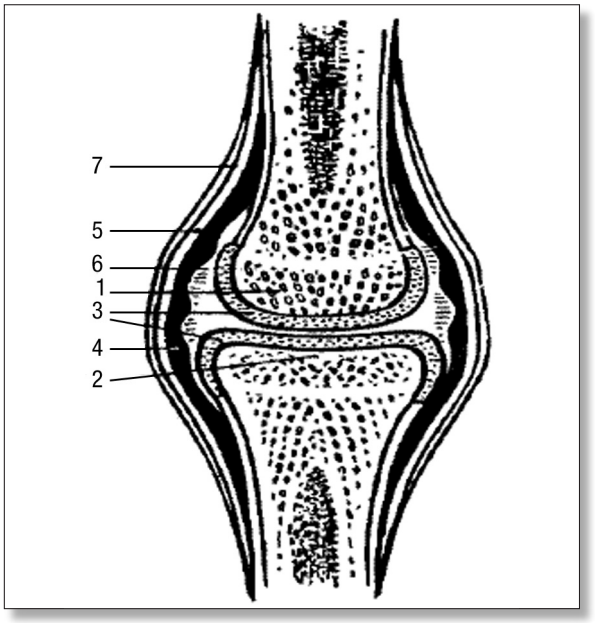


Abb. 4.7:
Schematischer Gelenkaufbau
1: Gelenkkopf
2: Gelenkpfanne
3: Gelenkknorpel
4: Gelenkinnenhaut oder Synovia
5: äußere Gelenkkapsel
6: Gelenkschmiereansammlung
7: Verstärkungsbänder der Gelenkkapsel
vgl. *Tittel* 1985)

4.2.1 Gelenkaufbau

Bestandteile des Gelenks

Typische Bestandteile für den Aufbau eines Gelenks sind:

1. zwei Knochenenden, von denen eines den **Gelenkkopf**, das andere die dazugehörige **Gelenkpfanne** bildet
2. eine, das Gelenk vollständig umschließende **Gelenkkapsel**
3. die viskose **Gelenkschmiere**
4. mehrere kurze oder lange **Bänder**

Das Gelenk wird durch die Gelenkpfanne und den Gelenkkopf gebildet, welche jeweils mit einer 2–5 Millimeter starken Knorpelschicht überzogen sind, damit sie fast reibungslos gegeneinander bzw. aufeinander gleiten können. Das gesamte Gelenk wird von der Gelenkkapsel luftdicht umschlossen, die innen die Synovialhaut aufweist, welche bei Bewegungen die **Synovialflüssigkeit** ausscheidet. Die Synovialflüssigkeit hat eine ähnliche Funktion wie das Schmieröl bei einem Scharniergelenk einer Haustüre, sie erleichtert das reibungslose Gleiten der Gelenkpartner. Die Bänder dienen der Stabilisierung des Gelenks und bestimmen das Ausmaß seiner Beweglichkeit, weshalb man sie auch als Führungs- oder Hemmungsbänder bezeichnet. Die Schleimbeutel sind kleine Taschen, welche dort platziert sind, wo z. B. Sehnen über Knochenvorsprünge ziehen und dadurch verletzt werden könnten (vgl. *Tittel* 1985).

4.2.2 Gelenkarten

Gelenkarten und ihre Funktionen

Im menschlichen Körper gibt es verschiedene Gelenkarten. Wichtig ist hierbei zu erkennen, dass die Gelenke für bestimmte Bewegungen vorgesehen sind. Die zwei obersten Halswirbel bilden ein sogenanntes Zapfengelenk. Es ist **kein Kugelgelenk**, weshalb z. B. das »Kopfkreisen« keine funktionelle Übung für dieses Gelenk darstellt. Hier die wichtigsten Gelenkarten:

1. **Kugelgelenk:** Es sind die beweglichsten Gelenke des menschlichen Körpers. Es sind Bewegungen um beliebig viele Achsen möglich. Beispielgelenke: Hüftgelenk, Schultergelenk
2. **Sattelgelenk:** Es sind Bewegungen um zwei Achsen mit vier Hauptbewegungsrichtungen möglich; es sind keine Rotationsbewegungen möglich. Beispielgelenk: das Daumengrundgelenk
3. **Scharniergelenk:** Es sind Bewegungen um eine Achse mit zwei Bewegungsrichtungen möglich. Beispielgelenke: das Ellbogengelenk, Mittelgelenke und Endgelenke der Finger; Kniegelenk. Im Kniegelenk sowie Ellbogengelenk sind Dreh- und Scharnierbewegungen möglich, man spricht daher auch von Dreh-Scharniergelenken.
4. **Zapfengelenk:** Es sind Bewegungen um eine Achse mit zwei Hauptbewegungsrichtungen möglich.

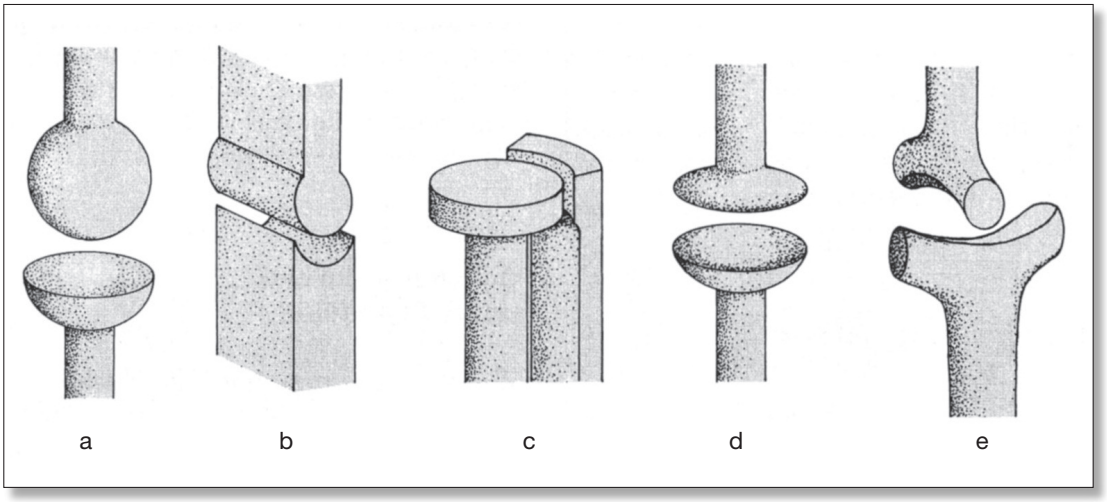


Abb. 4.8: Schematische Darstellung verschiedener Gelenktypen: a) Kugelgelenk, b) Scharniergelenk, c) Dreh- oder Radgelenk (= Trochoginglymus), d) Eigelenk und e) Sattelgelenk (*Weineck*, 2008, S. 80)

4.2.3 Agonist und Antagonist in der sportlichen Bewegung

An einer sportlichen Bewegung sind immer mehrere Muskeln beteiligt. Dabei bezeichnet man Muskeln, die die gleiche Arbeit verrichten als Agonisten oder Synergisten, diejenigen Muskeln, welche der Arbeit anderer Muskeln entgegenwirken, als Antagonisten.

Zusammenspiel der Muskeln im Tischtennis

Bei dem Rückhand-Topspin von Dimitri Ovtcharov kann man in der Ausholbewegung (Foto 1) eine fast 90-gradige Beugung im Ellbogengelenk erkennen. Auf dem rechten Foto (Foto 2), der Endphase der Bewegung, ist der Ellbogen deutlich gestreckter. Für die Beugung zur Ausholbewegung ist der Biceps brachii (Oberarmvorderseite) verantwortlich. Für die Streckung des Ellbogens und Beschleunigung des Unterarms ist der Triceps brachii (Oberarmrückseite) der Agonist, der Biceps wirkt als Antagonist, da die Streckbewegung vom ihm abgebremst wird.

Abb. 4.9: Rückhand-Topspin von Dimitri Ovtcharov (Foto 1 und 2)

Während einer Bewegung arbeiten jedoch nicht nur die Muskelgruppen der zusammenwirkenden, sondern auch die der entgegengesetzten Funktion, wodurch ein fein koordinierter Bewegungsablauf wie der Rückhand-Topspin von Ovtcharov erst möglich wird. Die Antagonisten haben einen regulierenden Einfluss auf die sonst stoßartigen und ruckartigen Bewegungen der Agonisten. Muskeln, welche für eine bestimmte Bewegung Agonisten sind, können für andere Bewegungen zu Antagonisten werden. Kein Muskel ist also ausschließlich Agonist oder Antagonist (vgl. *Tittel* 1985).

Die folgende Abbildung zeigt die Beinmuskelbeteiligung an der Sprintbewegung.

Sprinttraining

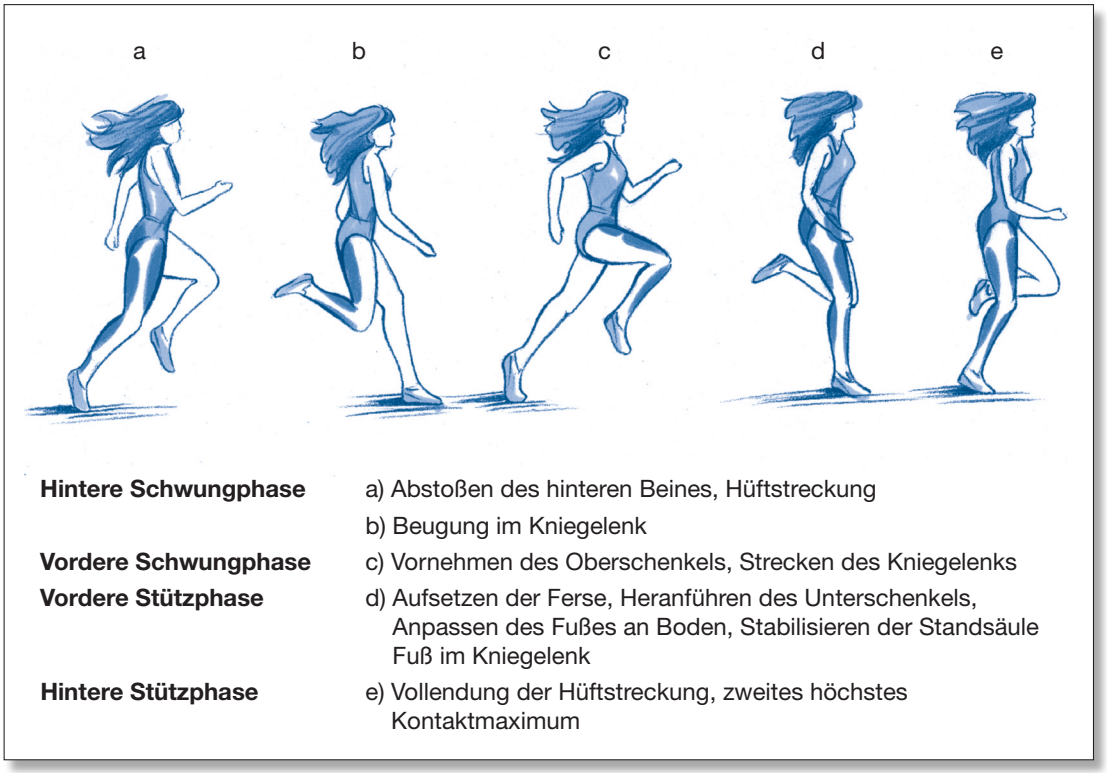


Abb. 4.10: Beinmuskelbeteiligung beim Sprint (*Schönborn* 2010, Abb. 139, S. 181)

4.2.4 Kniegelenk

Das empfindlichste Gelenk des Menschen

Das Kniegelenk ist das größte, komplizierteste und gleichzeitig empfindlichste Gelenk des menschlichen Körpers. Sein Aufbau verdeutlicht, dass Gelenke für ganz bestimmte Bewegungen konstruiert sind. Abb. 4.11 zeigt den Aufbau des Kniegelenks.

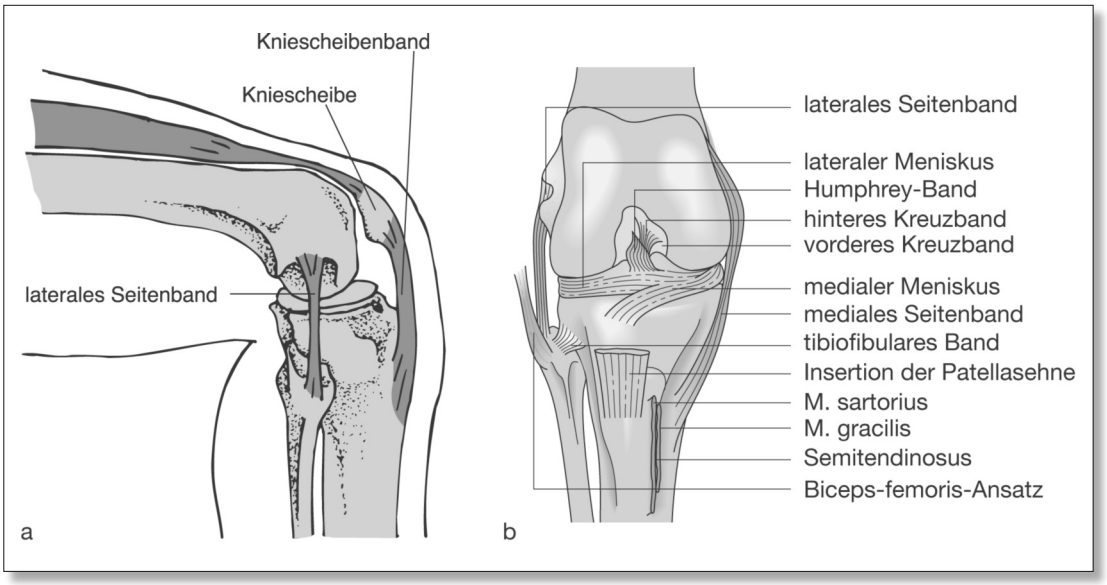


Abb. 4.11: Aufbau des Kniegelenks: a) Seitenansicht, b) Frontalaufsicht (aus *Weineck* 2008, S. 227)

Das Kniegelenk zeichnet sich durch zwei funktionell voneinander unabhängige Bewegungsmöglichkeiten aus:

- Beugung und Streckung um eine Achse, die quer durch die Oberschenkelknochen verläuft.
- Drehung, die in senkrechter Richtung durch das Schienbein läuft und vor allem im gebeugten Knie (30–40 Grad) ausgeführt werden kann.

Merke

Sämtliche Bewegungen, die der Funktionalität des Gelenkes zuwiderlaufen, können das Kniegelenk grundsätzlich schädigen.

Verletzungen am Bänderapparat

Typische Verletzungen des Kniegelenks sind **Bandverletzungen**, z. B. des Innen- oder Außenbandes, sowie vor allem im Fußball Risse der Kreuzbänder. Ursachen hierfür können Gegnereinwirkung oder entsprechende Bodenverhältnisse sein. Häufig sind weiterhin **Verletzungen des Innen- oder Außenmeniskus**, wobei der Innenmeniskus etwa 20-mal häufiger verletzt wird als der Außenmeniskus. Bei entsprechender Gewalteinwirkung kann es auch zur sog. unglücklichen Dreifachverletzung kommen, wenn nämlich vorderes Kreuzband, mediales Seitenband und Innenmeniskus (beide sind miteinander verwachsen) eingerissen sind (vgl. *Weineck* 2005).

4.2.5 Sprunggelenke und Fuß

Einteilung des Fußes

Die beiden Gelenke des Fußes sind im Sport ebenfalls sehr hohen Belastungen ausgesetzt. Einem funktionellen Schuhwerk sollte daher besondere Beachtung geschenkt werden. Der Fuß wird in **Fußwurzel**, **Mittelfuß** und **Zehen** unterteilt.

Sprunggelenk

Das **obere Sprunggelenk** wird vom Schienbein und Wadenbein und den Gelenkflächen des Sprungbeins gebildet. Man kann damit die Fußspitze heben und senken (Dorsalflexion und Plantarflexion).

Das **untere Sprunggelenk** liegt zwischen dem Sprung-, Fersen- und Kahnbein (Abb. 4.12). Dieses Gelenk ermöglicht Auswärts- und Einwärtsdrehung (Pronation und Supination). Die Führung der Bewegungen in den Sprunggelenken erfordert einen kräftigen Bandapparat. Im Bereich des oberen Sprunggelenks findet man starke Seitenbänder, die sich fächerförmig ausbreiten und das Gelenk entsprechend stabilisieren (vgl. *Tittel* 1985).

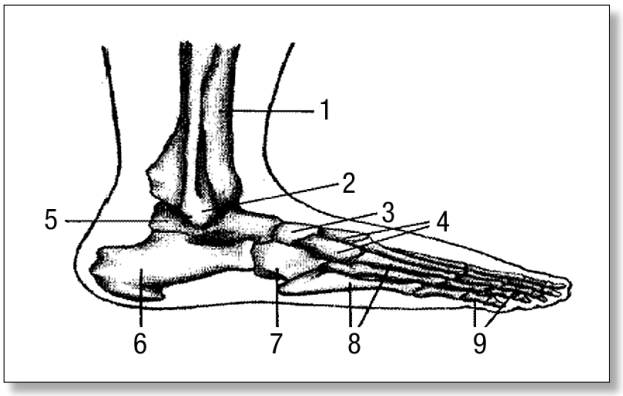


Abb. 4.12:
Fußskelett (1: Schienbein, 2: Wadenbein, 3: Kahnbein, 4: Keilbein, 5: Sprungbein, 6: Fersenbein, 7: Würfelbein, 8: Mittelfußknochen, 9: Zehen (*Spiecker* 1983, S. 25)

Klassische Verletzungen der Füße

Typische Verletzungen im Bereich der Füße sind Distorsionen (Überdehnungen), die fast drei Viertel aller Verletzungen ausmachen. Ungefähr 20 % aller Sportverletzungen betreffen das obere Sprunggelenk; davon wiederum betreffen etwa 97 % die Außenbänder. Bei der Überdehnung bzw. dem Riss des Außenbandes spricht man vom sog. »Supinationstrauma«, welches vor allem bei den Sportspielen, aber auch beim Joggen besonders oft vorkommt. Dabei knickt der Sportler über die Außenkante des Fußes um. Hier sind insbesondere Volleyball und Basketball zu nennen (vgl. *Weineck* 2005).

4.2.6 Wirbelsäule

Wichtige Funktion der Wirbelsäule

Eine zentrale Stellung im passiven Bewegungsapparat nimmt die Wirbelsäule ein (Abb. 4.13). Sie besteht aus 7 Hals-, 12 Brust-, 5 Lenden-, 5 Kreuz- (Kreuzbein) und 4–5 Steißwirbeln (Steißbein). Die Wirbelsäule wird demnach von 33–34 Wirbeln und 23 Zwischenwirbelscheiben (**Bandscheiben**) gebildet. Sie weist eine doppelte S-Form auf. Diese dient vor allem dem Abfedern von Stößen (**Stoßdämpferfunktion**).

Die Beweglichkeit der Wirbelsäule nimmt von oben nach unten ab. Der beweglichste Teil der Wirbelsäule ist die Halswirbelsäule, gefolgt von der Brustwirbel- und Lendenwirbelsäule. Gleichzeitig kommt der Wirbelsäule eine wichtige Stützfunktion zu, sie »verbindet« Ober- und Unterkörper miteinander. Im Wirbelkanal verlaufen Nerven des Zentralnervensystems, für die die Wirbelsäule eine Schutzfunktion ausübt. Eine intakte **Beweglichkeitsfunktion** der Wirbelsäule ist für viele Alltags- sowie Sportaktivitäten von großer Bedeutung

Die 12 Brustwirbel bilden mit den Rippen Gelenke. Im Bereich der Lendenwirbelsäule ist keine Drehung zur Seite hin möglich.

Die Wirbelkörper sind durch ein hinteres und ein vorderes Längsband miteinander verbunden. Die Wirbel des Steißbeins und Kreuzbeins sind nicht beweglich. Nur die Wirbel von Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule sind beweglich. Die Bandscheiben verbinden jeweils 2 Wirbelkörper miteinander. Ihnen kommt eine sog. Wasserkissenfunktion zu. Sie dämpfen und ermöglichen erst die Beweg-

lichkeit der Wirbel gegeneinander. Durch häufige, asymmetrische und hohe Belastungen können Einrisse im Faserring der Bandscheibe entstehen.

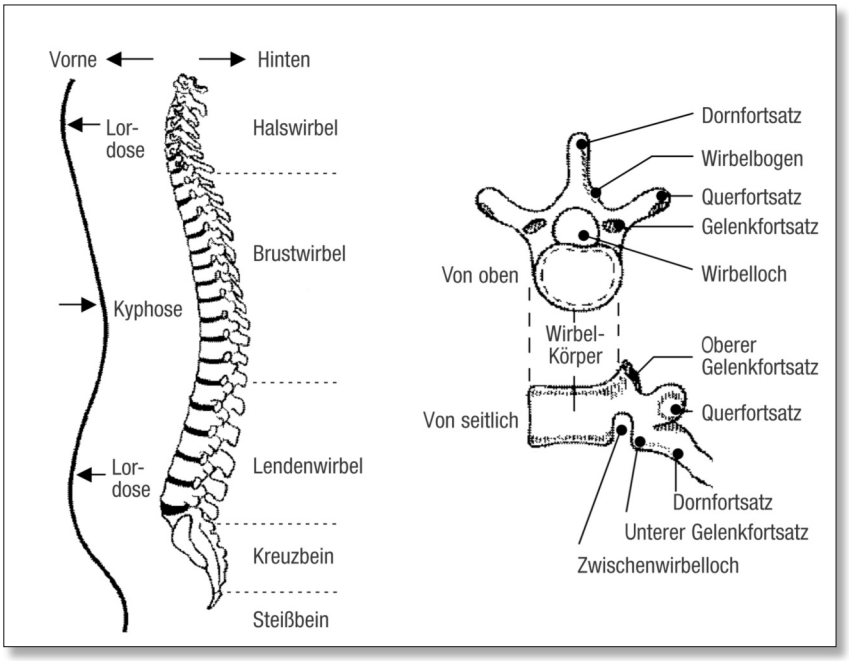


Abb. 4.13: Seitenansicht der Wirbelsäule und Aufbau eines Wirbels am Beispiel eines Brustwirbels (*de Marées* 2003, S. 8)

Vorsicht mit den Bandscheiben

Kräftigende Gymnastik für die Wirbelsäule, zum Aufbau einer schützenden und stützenden Muskulatur, ist die beste Prophylaxe (Fehlhaltungen wie z. B. Hohlkreuz berücksichtigen!). Vom Prinzip her ist die Wirbelsäule muskulär wie ein Bootsmast verspannt. Bei der Gymnastik (Kräftigung oder Dehnung) müssen die anatomischen Gegebenheiten der Wirbelsäule stets berücksichtigt werden. Ruckartige Bewegungen sind zu vermeiden (Gefahr der Bandscheibenschädigung). Sprünge im Sport sollten durch entsprechende Beugung im Fußgelenk, Knie- und Hüftgelenk kompensiert werden.

Fehlbelastung vermeiden

Damit die Wirbelsäule dem Menschen sowohl im Alltag als auch im Sport möglichst lange verletzungsfrei erhalten bleibt, sollte man Fehlbelastungen möglichst meiden. An erster Stelle sei das Anheben schwerer Lasten durch falsche Hebetechnik erwähnt. Bei Gewichthebern kann man gut erkennen, wie sie mit gestreckter (= gerader) Wirbelsäule die Gewichte anheben. Sie gehen dabei in die Knie und bringen den Körperschwerpunkt ganz nahe an die Stange heran. Sie heben die Last quasi körpernah. Im Alltag wird häufig der Fehler begangen, dass man Lasten mit gestreckten Armen und rundem Rücken anhebt. Dies kann zu irreversiblen Verletzungen der Bandscheiben führen.

Optimale Sitzposition

Beim Schmetterschlag im Volleyball, beim Einwurf im Fußball sowie beim »peitschenartigen« Aufschlag im Tennis wird die Wirbelsäule häufig in eine Hohlkreuzposition gebracht, die sich vor allem auf die Bandscheiben im Lendenwirbelbereich negativ auswirken kann. Auch beim Sitzen mit einem runden Rücken wirken ungünstige Druckverhältnisse auf die Bandscheiben. Als optimal gilt heute nicht ein absolut aufrechtes Sitzen, sondern ein sog. »bewegtes Sitzen«, bei dem man immer wieder die Sitzposition ändert bzw. nach längerem Sitzen Bewegungspausen durchführt.

4.2.7 Schultergelenk

Das beweglichste Gelenk des Menschen

Das Schultergelenk ist Bestandteil des Schultergürtels, welcher eine Verbindung zwischen Arm und Rumpf darstellt (Abb. 4.14). Der Schultergürtel des Menschen wird vom Schulterblatt, Schlüsselbein und Brustbein gebildet. Er ist ein sehr bewegliches Verbindungsglied. Dabei bilden Schulter- und Schultergürtelregion einen Gelenkkomplex, mit dessen Hilfe sich die große Beweglichkeit des Schultergürtels bzw. des Schultergelenks erklären lässt. Das Schultergelenk ist das beweglichste Gelenk des menschlichen Körpers.

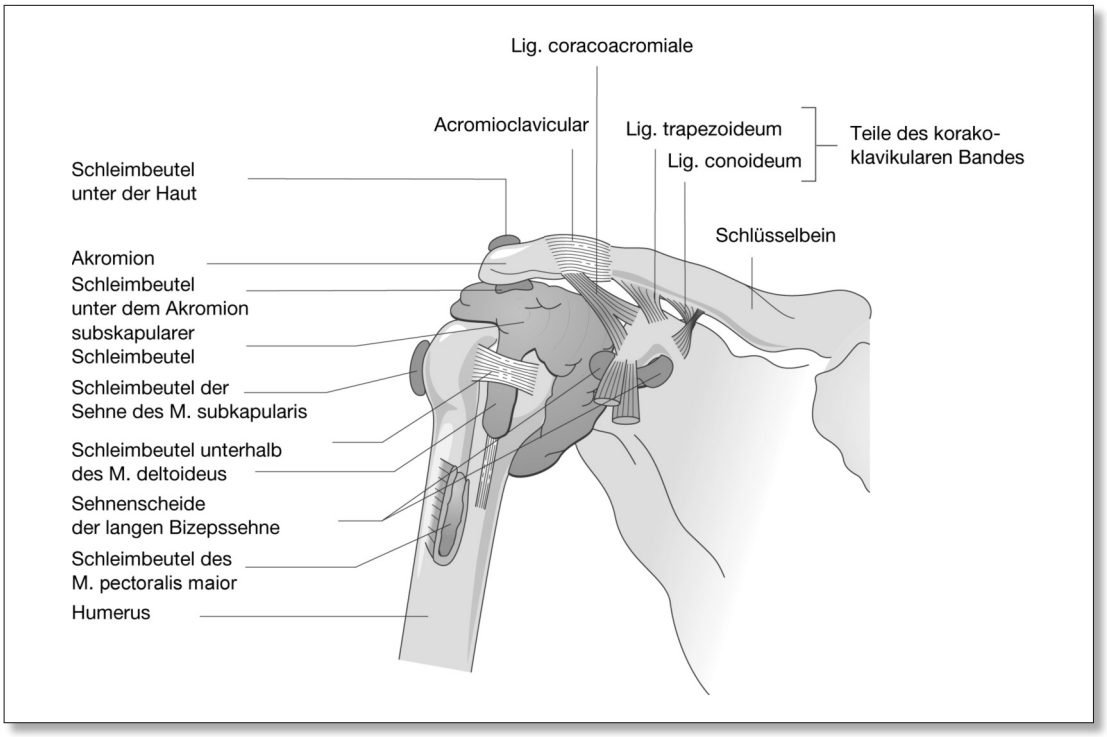


Abb. 4.14: Schultergelenk mit seinen Schleimbeuteln und Bändern (*Weineck* 2008, S. 145)

Das Schultergelenk selbst wird durch den Kopf des Oberarmes und die Gelenkpfanne des Schulterblattes gebildet. Das Schultergelenk ist ein stark muskelgestütztes und muskelgeführtes Gelenk. Es ist gleichzeitig das Gelenk des Menschen, das am leichtesten zur Luxation (Ausrenkung) neigt.

Bei Spielsportarten mit Körperkontakt, also Fußball, Handball oder Basketball, kann man sich durch Gegnereinwirkung oder Sturz auf den Boden Verletzungen im Schulterbereich zuziehen. Beim Ski- oder Snowboardfahren ist die Schulter durch Stürze ebenfalls stark verletzungsgefährdet. Gegnerische Einwirkung ist auch die Hauptverletzungsursache des Schultergelenks im Ringen oder im Judo. In den Rückschlagspielen Tischtennis, Tennis, Badminton oder Squash ist das Schultergelenk durch Über- oder Fehlbelastung (mangelhafte Technik) verletzungsgefährdet.

Aufgaben und Fragen

- Was unterscheidet bei der Ansteuerung über die motorische Einheit einen Augenmuskel von einem Oberarmmuskel?
- Welche drei Einflussgrößen auf den Krafteinsatz von Muskeln kennen Sie? Erklären Sie diese genauer.
- Was versteht man unter dem Wirkungsgrad bei der menschlichen Muskulatur?
- Vergleichen Sie den Energiestoffwechsel des Menschen im Sport mit dem eines Autos. Wo liegen Unterschiede / Gemeinsamkeiten?
- Charakterisieren Sie die aerobe, die anaerob-alaktazide und anaerob-laktazide Energiebereitstellung. Nennen Sie bitte ein eindeutiges Beispiel, bei dem die aerobe Energiebereitstellungsart dominiert, anschließend eines für die anaerob-alaktazide und schließlich eines für die anaerob-laktazide Energiebereitstellung.
- Welche Bedeutung kommt dem Laktat in der Energiebereitstellung zu? Beschreiben Sie seine Stoffwechselwege so genau wie möglich.
- Nehmen Sie Stellung zu folgenden Aussagen: »Laktat ist ein Endprodukt des Stoffwechsels und Laktat macht den Muskel sauer«; »Laktat ist für die Ermüdung des Muskels verantwortlich«.
- Sie sehen eine Laktatkurve eines Ihnen unbekannten Menschen. Sie steigt sehr schnell exponentiell an. Ist die Schlussfolgerung richtig, dass es sich hierbei um die Laktatkurve eines völlig untrainierten Menschen handelt?
- Welche Anpassungserscheinungen des Herz-Kreislauf-Systems ergeben sich durch Ausdauertraining? Welche Sportarten führen zu diesen Anpassungserscheinungen?
- Welche Blutbestandteile kennen Sie? Welche Unterschiede ergeben sich durch Ausdauertraining im Blut bei einem Ausdauersportler (z. B. Triathlet) im Vergleich zu einem Untrainierten?
- Welche Unterschiede ergeben sich durch Ausdauertraining im Atmungssystem bei einem Ausdauersportler (z. B. Triathlet) im Vergleich zu einem Untrainierten?
- Wie reagiert das Atmungssystem bei körperlicher Belastung, v.a. im Ausdauerbereich?
- Welche Gelenke sind in Ihrer eigenen Sportart einer besonders starken Belastung ausgesetzt? Versuchen Sie möglichst genau zu beschreiben, warum dies so ist. Was können Sie vorbeugend gegen die Schädigungen dieses Gelenks unternehmen?
- 2 Freunde haben sich zum Joggen verabredet. Der eine gehört zum D-Kader des Leichtathletikverbandes bei den Ausdauerathleten, der andere hat erst vor 3 Wochen mit dem Joggen begonnen. Was passiert in folgenden Situationen?
  a. Der Kaderathlet gibt das Lauftempo vor.
  b. Der Anfänger gibt das Lauftempo vor.
- Nennen Sie die einzelnen Bestandteile eines Gelenks.
- Machen Sie sich anhand einer Bewegung im Sport klar, wie Agonist(en) und Antagonist(en) zusammenarbeiten.

»Klassische« Methoden der Belastungssteuerung im Konditionstraining

5

Im folgenden Text werden die klassischen Trainingsmethoden dargestellt, welche auf die jeweilige konditionelle Fähigkeit in entsprechend abgewandelter Form angewendet werden.

Je nachdem, welche Kraft-, Ausdauer- oder Schnelligkeitsfähigkeit verbessert werden soll, müssen die **Merkmale der Belastung** trainingszielabhängig verändert und aufeinander abgestimmt werden.

Komponenten der Belastung

Während längerfristig (über Wochen, Monate oder Jahre) die **Trainingshäufigkeit** von entscheidender Bedeutung für die Trainingsergebnisse ist, wird die Belastung in der einzelnen Trainingseinheit über die folgenden **Merkmale (Komponenten) der Belastung** festgelegt:

- **Reizstärke,** d.h. Größe der Anstrengung, Höhe (Intensität) der Belastung: Wie schnell laufe ich?
- **Reizdauer,** d.h. zeitliche Dauer der (Einzel-)Belastung: Wie lange brauche ich, um die einzelne Strecke zurückzulegen?
- **Reizumfang,** d.h. Größe der (Gesamt-)Belastung: Welche Strecke laufe ich insgesamt? Wie oft laufe ich die Einzelstrecken?
- **Reizdichte,** d.h. Verhältnis von Einzelbelastung (bzw. einer Serie von Einzelbelastungen) zu Pause: Welche Erholungspausen zwischen den einzelnen Läufen (bzw. zwischen einzelnen Laufserien) mache ich?

Die genannten Belastungsmerkmale stehen in einem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis – sie bedingen sich gegenseitig. So ist es prinzipiell unmöglich, gleichzeitig mit sehr hohen Intensitäten und sehr hohen Umfängen zu trainieren. Falsch wäre es auch, mit sehr hoher Intensität und sehr kurzen Pausen zwischen den einzelnen Belastungen zu trainieren.

Die Hauptaufgabe des Trainers besteht darin, in Abhängigkeit von der jeweiligen Zielsetzung (und vom Leistungsvermögen der Trainingsteilnehmer) über die geeignete Zusammenstellung der Belastungsmerkmale zu entscheiden und somit die anzuwendende Trainingsmethode festzulegen.

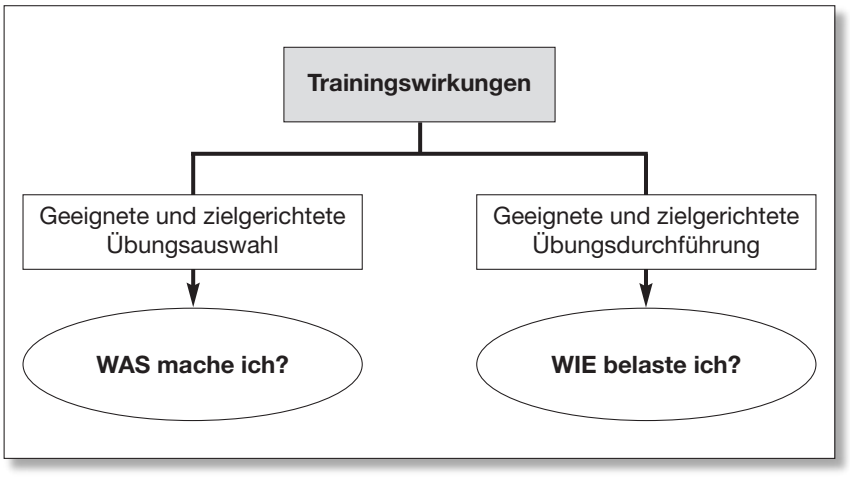


Abb. 5.1: Grundsätzliche Überlegungen zur Trainingswirkung

Grundmethoden

Dabei ist zwar grundsätzlich eine Vielzahl von Möglichkeiten denkbar, aber alle sinnvollen, zielgerichteten und in der Sportpraxis erprobten Möglichkeiten zur Zusammenstellung der Belastungsmerkmale lassen sich letztlich auf drei **»Grundmethoden«** zurückführen:

- **Dauermethode** (DM),
- **Wiederholungsmethode** (WM),
- **Intervallmethode** (IM).

Die bildliche Darstellung dieser drei Trainingsmethoden macht die Unterschiede deutlich und zeigt zugleich die jeweils charakteristischen Merkmale in der Gestaltung der Belastung auf (Abb. 5.2–5.5).

Extensive Intervallmethode

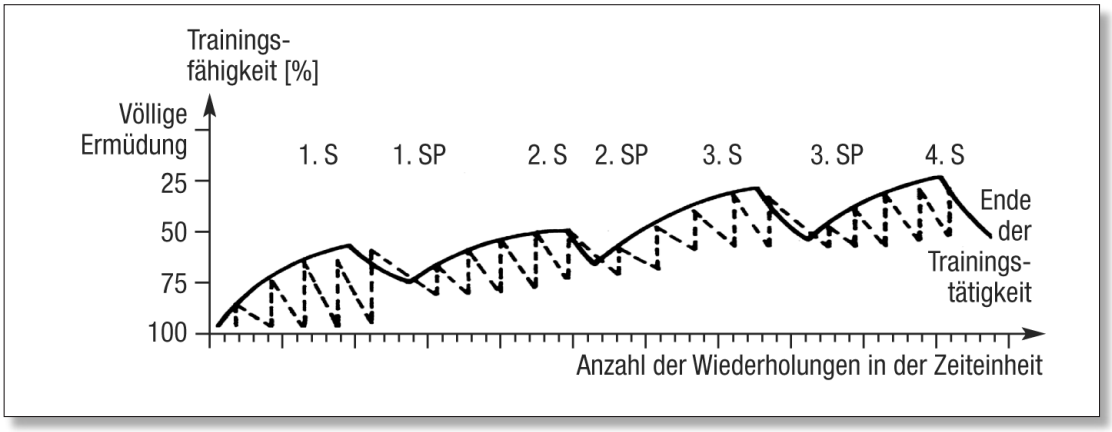


Abb. 5.2: Extensive Intervallmethode (S: Serie, SP: Serienpause; nach *Weineck* 2004 a)

Intensive Intervallmethode

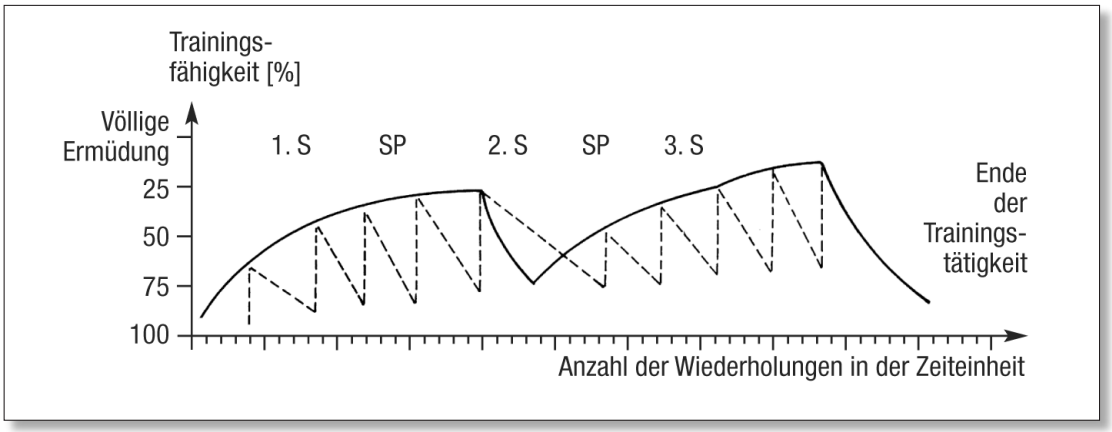


Abb. 5.3: Intensive Intervallmethode (S: Serie, SP: Serienpause; nach *Weineck* 2004 a)

Wiederholungs-methode

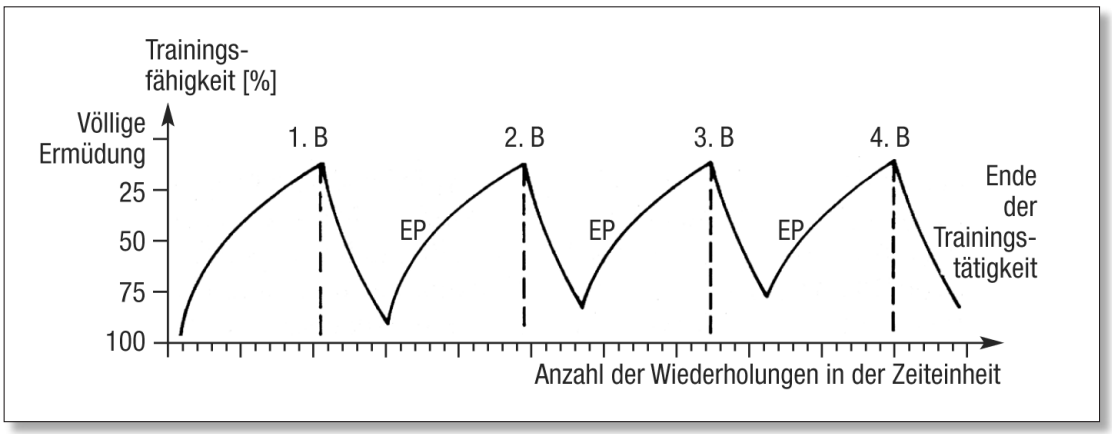


Abb. 5.4: Wiederholungsmethode (B: Belastung, EP: Erholungspause; nach *Weineck* 2004 a)

Dauermethode

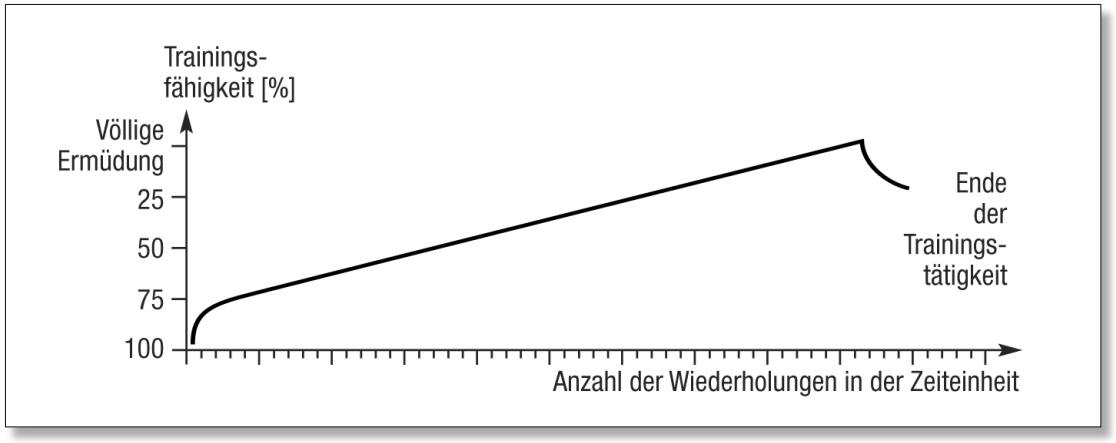


Abb. 5.5: Dauermethode (nach *Weineck* 2004 a)

5.1 Dauermethode

Die **Dauermethode** ist die Trainingsmethode zur Verbesserung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit. Neben der Dauermethode hat sich die **extensive Intervallmethode** bewährt. **Leistungsbegrenzende Faktoren der aeroben** Kapazität sind:

- ausreichende Glykogenkapazität,
- ausreichende Enzymaktivität des aeroben Stoffwechsels,
- ausreichende Voraussetzungen im Bereich des Herz-Kreislauf-Systems,
- ausreichende Blutmenge als Sauerstofftransportmedium.

Extensive Dauermethode

Extensive Dauermethode

Beim Ausdauertraining nach der **extensiven Dauermethode** wird im Bereich der aeroben Schwelle, also bei ca. 2 mmol Laktat/l bzw. einer Herzfrequenz zwischen etwa 120 und 150 Schlägen/min, belastet (Abb. 5.6). Bei dieser Intensität wird besonders der Fettstoffwechsel trainiert. Straßenradrennfahrer trainieren heute relativ viel in diesem Intensitätsbereich. Die Vorteile dieser Trainingsmethode durch die gesteigerte Fettverbrennung beschreibt *Weineck* (2004 a) folgendermaßen:

- Je besser die Fettverbrennung ist, umso schneller erfolgt die Resynthese der energiereichen Phosphate ATP und CrP.
- Je besser die Regenerationsfähigkeit ist, umso schneller werden die im Muskel und Zentralnervensystem angefallenen Ermüdungsstoffe wie Laktat und Ammoniak wieder eliminiert.

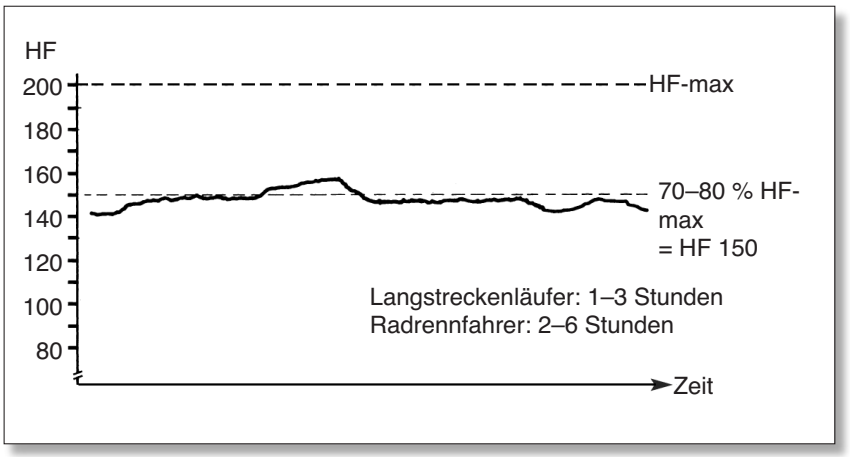


Abb. 5.6: Herzfrequenzkurve bei der extensiven Dauermethode (*Janssen* 2003)

- Je höher die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit ist, bei umso höheren Intensitäten kann die Fettverbrennung regenerativ eingesetzt werden.
- Je besser die aerobe Ausdauer ist, umso mehr können die wichtigen Kohlenhydrate für intensive Belastungen geschont werden.

Die extensive Dauermethode ist die Methode der Wahl im Freizeit-, Breiten- und Gesundheitssport. Sie ist aber auch für Spielsportler geeignet, um die aerobe Leistungsfähigkeit zu verbessern.

Intensive Dauermethode

Intensive Dauermethode

Bei der intensiven Dauermethode wird im Bereich der anaeroben Schwelle trainiert, was einem Laktatwert von 4 mmol/l und einer Pulsfrequenz von ca. 150–175 Schlägen/min entspricht (Abb. 5.7). Die Angabe der Herzfrequenzwerte ist problematisch, da exakte Werte eigentlich nur über einen Ausbelastungstest zu erfahren sind, bei dem die Pulsfrequenz bei 4 mmol/l ermittelt wird. Durch diese Trainingsmethode wird hauptsächlich der Kohlenhydratstoffwechsel trainiert. Diese Trainingsmethode bleibt trainierten leistungssportlich orientierten Athleten vorbehalten. Auf diese Trainingsmethode kann nur dann gewechselt werden, wenn ein Athlet problemlos etwa 30–45 Minuten nach der extensiven Dauermethoden joggen kann (vgl. *Weineck* 2005 a).

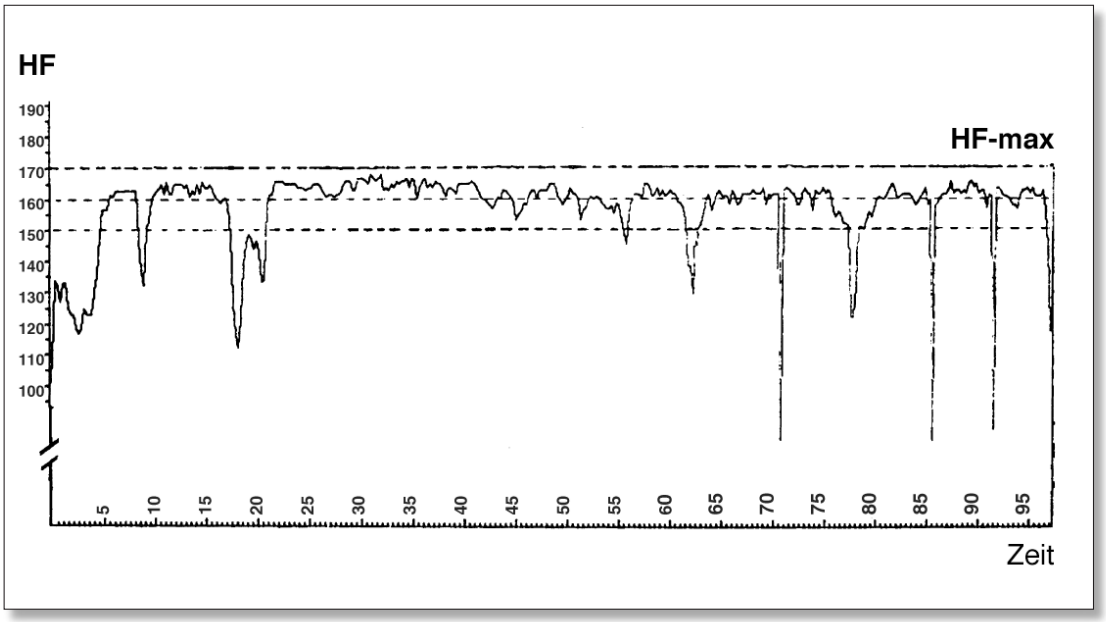


Abb. 5.7: Herzfrequenzkurve eines Radrennfahrers bei einem 90-km-Training nach intensiver Dauermethode (*Janssen* 2003)

Definition Dauermethode

Definition

Dauermethode
Üben mit ununterbrochener Belastung (ohne Pausen, d.h. mit maximaler Reizdichte), mit sehr lang dauernden Belastungen (sehr hoher Reizdauer), mit sehr vielen Wiederholungen, über eine große Distanz bzw. mit großer Gesamtlast (sehr hoher Reizumfang), aber mit niedriger Intensität (geringer bis höchstens mittlerer Reizstärke).

5.2 Wiederholungsmethode

Definition Wiederholungsmethode

Definition

Wiederholungsmethode
Üben mit sehr starken Belastungen (maximaler Reizstärke), mit sehr kurzen Belastungen (sehr kurzer Reizdauer), mit sehr wenigen Wiederholungen, über eine sehr kurze Distanz bzw. mit sehr niedriger Gesamtlast (sehr geringer Reizumfang) und mit nahezu vollständigen oder sogar vollständigen (= echten) Erholungspausen (mit sehr geringer Reizdichte).

Dauer- und Wiederholungsmethode stellen extreme Varianten in der Gestaltung der Belastung dar. Auf der einen Seite (DM) dominieren Reizdauer und -umfang – vor allem über diese Belastungsmerkmale wird der Trainingseffekt geprägt –, auf der anderen Seite (WM) dominiert die Reizintensität. Vor allem über dieses Belastungsmerkmal wird die gewünschte Anpassung angesteuert.

Trotz der geschilderten sehr einseitigen Ausrichtung der Belastung bei Dauer- und Wiederholungsmethode sind beide Methoden in der Praxis des Konditionstrainings dann sinnvoll und notwendig, wenn die Anpassung sehr akzentuiert in eine Richtung erfolgen soll. In diesen Fällen führt keine andere Zusammensetzung der Belastungskomponenten zum Ziel.

5.3 Intervallmethode

Intervallbelastung

In der Sportpraxis wird die Leistungsfähigkeit aber sehr häufig von konditionellen Mischformen (mit-)geprägt. Zu deren gezielter Verbesserung sind beide Methoden nicht geeignet. Im Training dieser gemischt-konditionellen Fähigkeiten (z.B. Schnelligkeitsausdauer, Kraftausdauer) sind abgestufte, **intervallartige Belastungen** erforderlich (Abb. 5.8 und 5.9).

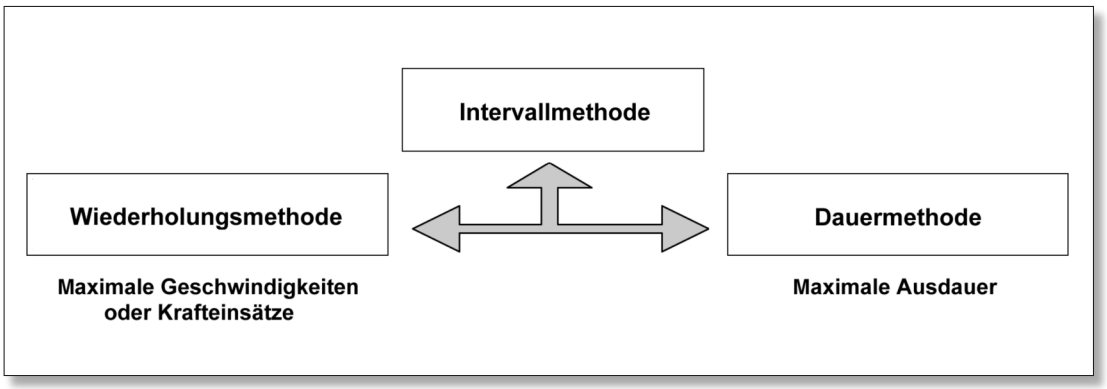


Abb. 5.8: Intervallmethode auf dem Kontinuum zwischen Wiederholungs- und Dauermethode

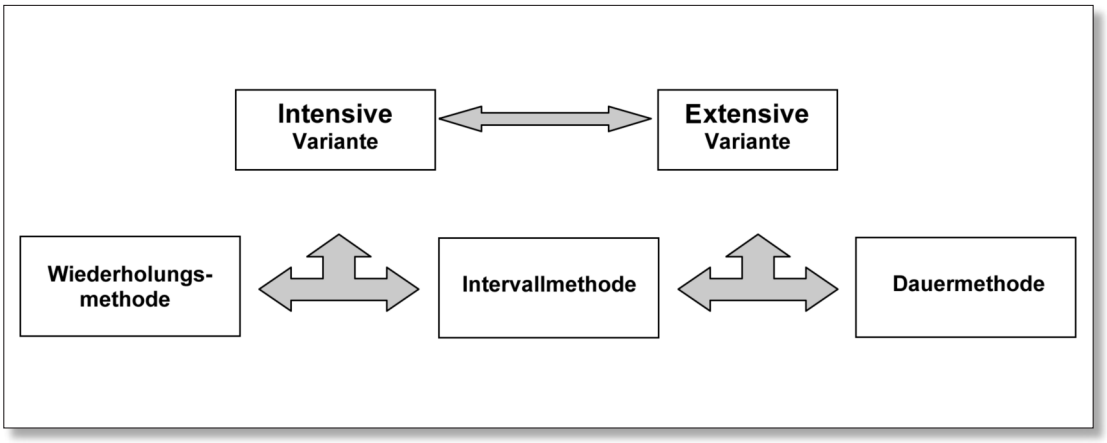


Abb. 5.9: Extensive und intensive Intervallmethode

Die Intervallmethode deckt also in ihren vielen Variationen eine sehr große Bandbreite innerhalb des Belastungsspektrums ab – sie ist die **dominierende Methode** innerhalb der Praxis des Konditionstrainings.

Merkmale der Intervall-methode

Charakteristisch für die Intervallmethode sind letztlich zwei Hauptmerkmale:

- geplanter Wechsel von Belastungs- und Pausenintervallen im Gegensatz zur Dauermethode mit ihren kontinuierlichen Belastungen,
- unvollständige (»lohnende«) Erholungspausen (Abb. 5.10) im Gegensatz zur Wiederholungsmethode mit ihren vollständigen/»echten« Pausen.

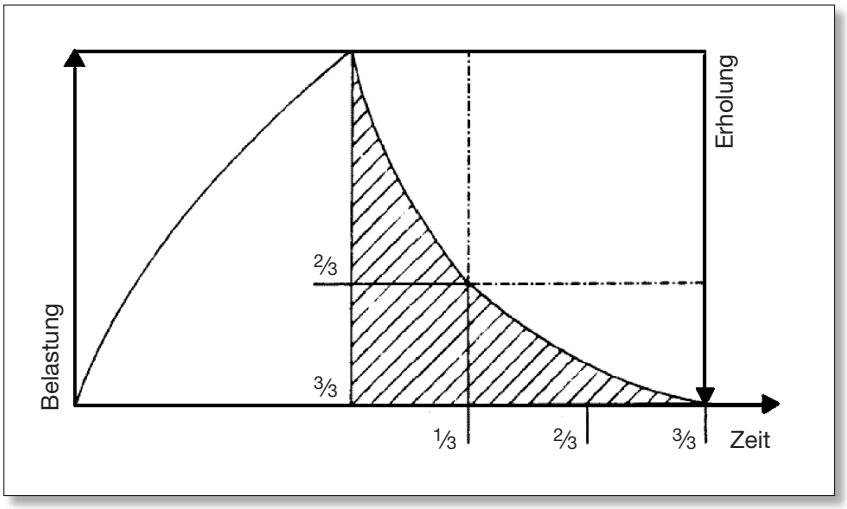


Abb. 5.10: Prinzip der lohnenden Pause

Wenn eine Pause nur ein oder zwei Drittel der zur vollständigen Erholung erforderlichen Zeit gewährleistet, spricht man von einer »lohnenden Pause«. Die lohnende Pause dauert bis zu 2 Minuten, längstens bis der Puls auf 120–130 Schläge/min abgesunken ist. Dann erfolgt die nächste Belastung. **Zur Anwendung kommt dieses Prinzip primär bei den Laufdisziplinen.**

Tab. 5.1 und 5.2 geben einen groben (schematischen) Überblick über Trainingsmethoden, Belastungsgefüge und Trainingseffekte.

Trainingsmethode	Belastungs-bereich	Inten-sität (%)	Umfang	Dauer	Pause
Wiederholungs-methode	Maximal	Nahe 100	Sehr niedrig	Sehr kurz	Vollständige Erholungspause
Intensive Intervall-methode	Submaximal	80–95	Niedrig	Kurz	Lohnende Pause (unvollständig, $^2/_3$)
Extensive Intervall-methode	Mittel bis leicht	50–75	Mittel bis hoch	Lang	Lohnende Pause (sehr unvollständig, $^1/_3$)
Dauermethode	Gering	30–50	Sehr hoch	Sehr lang	Sehr kurz, ohne Pause

Tab. 5.1: Belastungsgefüge der unterschiedlichen Trainingsmethoden im Konditionstraining

Die Bandbreite der Intervallmethode umfasst also ein Üben mit leichten bis hin zu submaximalen Belastungen, mit niedrigen bis zu hohen Umfängen, mit kurzer bis zu langer Belastungsdauer, aber mit jeweils unvollständigen (lohnenden) Erholungspausen.

Lohnende Pause

Belastungs-normative / Methoden	Belastungs-intensität	Belastungs-umfang	Belastungs-dichte (Pause)	Belastungsdauer	Anatomisch-physiologische Wirkung	Trainingseffekt
Wiederholungs-methode	Maxi-mal	Sehr niedrig	Sehr lang (echte)	Sehr kurz	**Anaerobe Kapazität**	• Maximalkraft • Schnelligkeit • Schnellkraft • Wettkampf-spezifische Ausdauer
Intensive Intervallmethode	Sub-maxi-mal	Niedrig	Lang (lohnend)	Kurz		• Maximalkraft • Schnelligkeits-ausdauer • (Kraftausdauer)
Extensive Intervallmethode	Mittel bis leicht	Mittel bis hoch	Mittel bis kurz (lohnend)	Mittel bis lang		• Kraftausdauer • Allgemeine aerobe Grundlagen-ausdauer
Dauermethode	Gering bis mittel	(Sehr) hoch	Sehr kurz oder Einzel-reiz	Ein langer Reiz oder viele kurze Reize	**Aerobe Kapazität**	• Allgemeine aerobe Grundlagen-ausdauer

Tab. 5.2: Trainingsmethoden, Belastungsgefüge und Trainingseffekte

Aufgaben

- Erarbeiten Sie konkrete Trainingsprogramme (mit Wiederholungs- und Serienzahlen, konkreten Pausenangaben etc.) für eine Trainingsgruppe:
  a) zum gezielten Schnellkrafttraining,
  b) zum gezielten Kraftausdauertraining.
- Legen Sie dabei auch Wert auf die optimale Übungsauswahl und die Anweisungen zur Übungsdurchführung (z.B. explosiv, langsam, zügig).
- Was versteht man unter der Dauermethode? Welche konditionellen Fähigkeiten können damit trainiert werden? Zeigen Sie das Belastungsgefüge auf.
- Was versteht man unter der Wiederholungsmethode? Welche konditionellen Fähigkeiten können damit trainiert werden? Zeigen Sie das Belastungsgefüge auf.
- Was versteht man unter einer lohnenden Pause? In welcher Trainingsmethode kommt sie vor?

Ausdauertraining

6

Hinführung zur Thematik über ein Praxisbeispiel

Zwei Mädchen (16 Jahre alt) haben sich zum Joggen verabredet. Sie möchten an diesem Tag zwischen 40 und 45 Minuten zusammen laufen. Das Lauftempo wählen sie in den ersten 20 Minuten so, dass sie sich noch problemlos unterhalten können. Sie laufen dabei auf ebener asphaltierter Strecke neben einem Bach entlang. Als der Weg den Bach verlässt, geht es eine längere Steigung bergauf. Die beiden Mädchen halten ihr Tempo, müssen aber ihre Unterhaltung plötzlich einstellen, da sie nicht mehr genügend »Luft« bekommen. Erst ein paar hundert Meter nach der Steigung können sie sich wieder unterhalten. Um eine Abkürzung zu machen, verlassen beide den geteerten Weg und laufen auf einem weichen Waldboden bzw. einer Wiese weiter. Da sie ihr Tempo halten wollen, müssen sie abermals ihre Unterhaltung ein weinig einschränken, da ihnen die Luft dazu fehlt. Nach 40 Minuten sind beide wieder am Ausgangspunkt, wo sie sich heftig atmend von dem Lauf erholen.
Hinweis: Die Auflösung des Beispiels erfolgt am Ende dieses Kapitels.

Verschiedene Aspekte des Ausdauertrainings

Diese Situation ist typisch für das Ausdauertraining. Man verabredet sich mit einem Freund oder einer Freundin und läuft zusammen. Dem Ausdauertraining können die unterschiedlichsten Motive zugrunde liegen. Ausdauer kann man nicht nur durch Laufen trainieren. Man kann z.B. »**ausdauernd**« Rad fahren, inlineskaten oder schwimmen. »Ich sollte mal wieder etwas für meine Ausdauer tun!« sagen Fußballer, die mit ihrer eigenen **Laufleistung** in der zweiten Halbzeit nicht zufrieden waren. Hier dient die Ausdauer als **Mittel zum Zweck**, in der zweiten Halbzeit besser Fußball spielen zu können.

In vielen Vereinen gibt es mittlerweile Lauftreffs: Laufbegeisterte treffen sich zum Joggen oder Walken (mit oder ohne Stöcke) treffen, um etwas für ihre **Gesundheit bzw. Fitness** zu machen. Diese wiederum steht bei Tour-de-France-Radrennfahrern nicht im Vordergrund, wenn sich die Sportler tagtäglich 4–6 Stunden in den Sattel setzen, um Distanzen zwischen 200 und 250 km mit mehreren Bergüberfahrten zu absolvieren. Die Laufbestzeiten im Marathon oder 10000-m-Lauf werden vor allem von der Ausdauerleistungsfähigkeit bestimmt. Hier steht die maximale **persönliche Leistung** im Zusammenhang mit der Ausdauer im Vordergrund.

Ausdauertraining kann sowohl bei Freizeitsportlern als auch bei Profis auf vielfältige Weise stattfinden. Einen Überblick über Strukturierungskriterien der Ausdauer zeigt Tab. 6.1. Nachfolgend werden das Wissen und die Zusammenhänge schrittweise dargestellt, die das obige Praxisbeispiel verständlich machen. Doch zunächst erfolgt eine Definition der Ausdauer, bevor auf die einzelnen Komponenten eingegangen wird.

Definition

Ausdauer
Unter Ausdauer versteht man die psychische und physische Ermüdungswiderstandsfähigkeit des Sportlers. Sie schließt die Erholungsfähigkeit mit ein (Abb. 6.1).

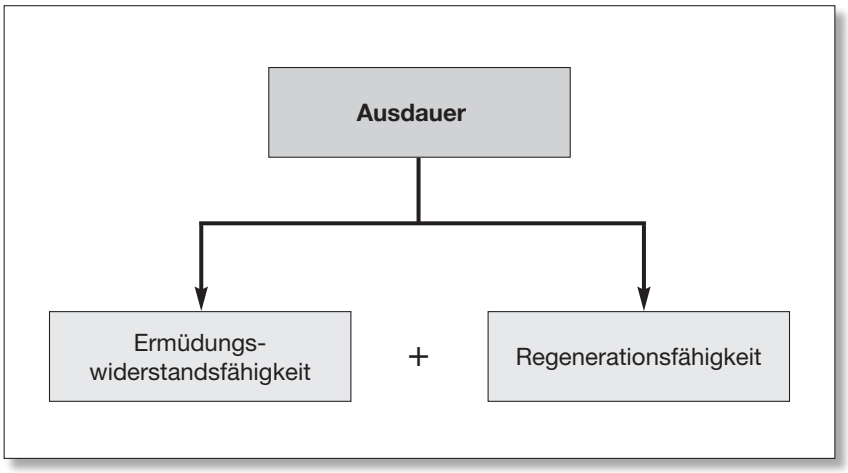


Abb. 6.1: Die beiden Hauptkomponenten der Ausdauer

Vorteile von Ausdauertraining

Ausdauer bietet den Sportlern folgende Vorteile:

- Sie können die gewählte **Belastungsintensität** sehr lange aufrechterhalten.
- Die **Verluste der Belastungsintensität** werden so gering wie möglich gehalten.
- Die **sportliche Technik** und das **taktische Verhalten** können über längere Zeit stabilisiert werden.
- Die **Konzentrationsfähigkeit** kann lange gewährleistet werden.

Regenerationsfähigkeit

Ohne Ausdauer kann man kein umfangreiches oder intensives Training absolvieren, sie sichert damit diese Leistung erst ab. Ein weiteres zu beobachtendes Phänomen ist, dass sich ausdauertrainierte Sportler nach Belastungen schneller wieder erholen als nichtausdauertrainierte. Somit kommt der **Regenerationsfähigkeit** im Zusammenhang mit der Ausdauer eine zentrale Bedeutung zu.

Psychische Komponente der Ausdauer

Bei Marathonläufern bzw. Tour-de-France-Radrennfahrern oder Triathleten wird die **psychische Komponente** der Ausdauer deutlich. Um Ausdauerbelastungen dieser Art absolvieren zu können, muss man ebenfalls »ausdauernd« über entsprechende Willensfähigkeiten verfügen, nämlich dem Drang zu widerstehen, die Belastung z.B. aufgrund der Schmerzen einzustellen. Um ein mehrstündiges Tennismatch absolvieren zu können, muss sich der Spieler auch entsprechend lange konzentrieren können. Wird er müde, lässt auch die **Konzentrationsfähigkeit** nach.

Kriterium	Ausdauerform
Beanspruchte Muskulatur	• Allgemeine Ausdauer (mehr als 1/6–1/7 der Muskulatur) • Lokale Muskelausdauer (weniger als 1/6–1/7 der Muskulatur)
Arbeitsweise der Muskulatur	• Dynamische Ausdauer (Bewegung mit Anspannung und Entspannung der Muskulatur) • Statische Ausdauer (Bewegung mit Daueranspannung)
Energiebereitstellung	• Aerobe Ausdauer • Anaerobe Ausdauer
Zeitliche Wettkampfbeanspruchung in Verbindung mit der damit höchstmöglichen Belastungsintensität	• Kurzzeitausdauer • Mittelzeitausdauer • Langzeitausdauer I • Langzeitausdauer II • Langzeitausdauer III • Langzeitausdauer IV
Allgemeinheitsgrad und Spezifik, Bedeutung für eine Sportart	• Grundlagenausdauer (aerobe Basiskapazität) • Spezielle Ausdauer (sportartspezifische aerob-anaerobe Kapazität)

Tab. 6.1: Strukturierungskriterien der Ausdauer (mod. nach *Steinhöfer* 2003)

6.1 Ausdauerarten

Ausdauerarten

Das Joggen wird einem umso schwerer fallen, je länger und weiter man laufen muss. Aus Sicht der Energiebereitstellung ist es ein Unterschied, ob man 15 Minuten oder – wie manche Marathonläufer – mehrere Stunden joggt. In der Trainingslehre und Sportmedizin werden daher spezielle Ausdauerfähigkeiten unterschieden mit dem Ziel, übergreifende Ansatzpunkte zur Steuerung und Analyse des Ausdauertrainings zu gewinnen.

Erläuterung durch Praxisbeispiele

Das Ausdauertraining eines Profi-Radrennsportlers sieht z.B. hinsichtlich des Umfangs der Intensität anders aus als das eines Teilnehmers an einem wöchentlichen Vereinsradtreff. In den meisten Fällen kommt es nicht zu reinen oxidativen oder anoxidativen Formen der Energiebereitstellung, sondern zu einer belastungs- und intensitätsabhängigen Mischung beider Formen (Abb. 6.2).

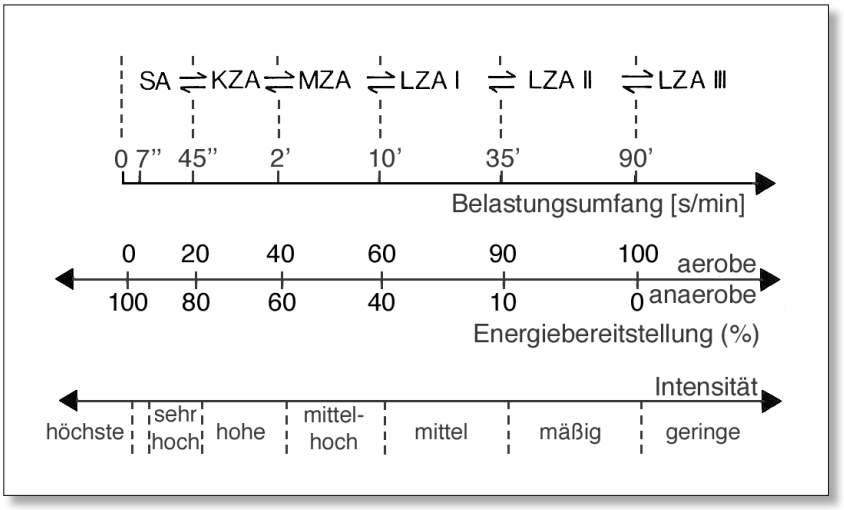


Abb. 6.2: Die verschiedenen Ausdauerfähigkeiten im Zusammenhang mit Energiebereitstellung, Belastungsumfang und Belastungsintensität (SA: Schnelligkeitsausdauer, KZA: Kurzzeitausdauer, MZA: Mittelzeitausdauer, LZA: Langzeitausdauer; nach *Weineck* 2004 a)

Kurzzeitausdauer

Im Bereich der allgemeinen Ausdauer gibt es eine Einteilung in **Kurzzeit-, Mittelzeit-, und Langzeitausdauer**.

In der **Kurzzeitausdauer** werden aerobe und anaerobe Formen unterschieden. Die Energiebereitstellung erfolgt bei Ausdauerbelastungen zwischen 45 Sekunden und 2 Minuten überwiegend durch die anaerobe Energiebereitstellung. In der Leichathletik entspricht dies dem 400-m- und 800-m-Lauf. Die anaerobe Kurzzeitausdauer liegt zwischen 10 und 45 Sekunden. Sie wird häufig auch als Sprint- oder Schnelligkeitsausdauer bezeichnet.

Mittelzeitausdauer

Die **Mittelzeitausdauer** stellt den Abschnitt dar, bei dem die aerobe Energiebereitstellung immer mehr dominiert. In der Leichtathletik sind dies Läufe ab 1000 m bis hin zum 3000-m- Hindernislauf. Beim 1500-m-Lauf geht man davon aus, dass die Energiebereitstellung zu 50 % aerob und zu 50% anaerob ist (Tab. 6.2).

Langzeitausdauer

Die **Langzeitausdauer** beinhaltet schließlich alle Belastungen, die länger als 10 Minuten dauern, und deren Energiebereitstellung fast ausschließlich aerober Art ist. Die Langzeitausdauer wird aufgrund unterschiedlicher Stoffwechselanforderungen noch in die Bereiche LZA 1, 2, 3 und 4 unterteilt. In Tab. 6.2 sind diese Anforderungen dargestellt.

Ausdauerart	Wettkampfzeiten
Sprint- und Schnelligkeitsausdauer	10–20 Sekunden
Kurzzeitausdauer	20 Sekunden bis 2 Minuten
Mittelzeitausdauer	2–10 Minuten
Langzeitausdauer (LZA) • LZA 1 • LZA 2 • LZA 3 • LZA 4	10 Minuten bis mehrere Stunden 10–35 Minuten 35–90 Minuten 90–360 Minuten über 360 Minuten

Tab. 6.2: Einteilung der Ausdauerarten unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Wettkampfzeiten

Praxisbeispiele

Von den leichtathletischen Disziplinen fallen darunter 5000-, 10000-m- und Marathonlauf, im Schwimmsport die Strecken über 800 m und 1500 m. Im Radrennsport sind die Etappen der Tour de France sowie im Mountainbike die Cross-Country-Rennen dem Bereich der Langzeitausdauer zuzuordnen. Extreme Anforderungen stellt der Hawai-Ironman-Triathlon, bei dem die Besten zwischen 8 und 9 Stunden benötigen. Die meisten der Skilanglauf-Solorennen gehören ebenfalls zur Langzeitausdauer wie bestimmte Solorennen im Biathlon.

Die bisher dargestellten Formen der Ausdauer zeigen, dass es *die* Ausdauer eigentlich nicht gibt. Vielmehr liegt aus Sicht des Stoffwechsels eine Vielzahl von fein abgestuften Mischformen aerob-anaerober Natur vor.

Schnelligkeitsausdauer

Aus Gründen einer übersichtlichen und sinnvollen Darstellung sollte bei der Einteilung der Ausdauerfähigkeiten darauf geachtet werden, dass der Begriff der Ausdauer vor allem für die aerob betonten Formen verwendet wird. Das bedeutet, dass Subkategorien der Ausdauer, bei denen andere motorische Hauptbeanspruchungsformen wie Kraft oder Schnelligkeit dominieren, diesen zugeordnet werden sollten. **Die Schnelligkeitsausdauer gehört somit zum Bereich der Schnelligkeit ebenso wie die Kraftausdauer zum Bereich der Kraft.**

Wechselbeziehungen zwischen den Ausdauerarten

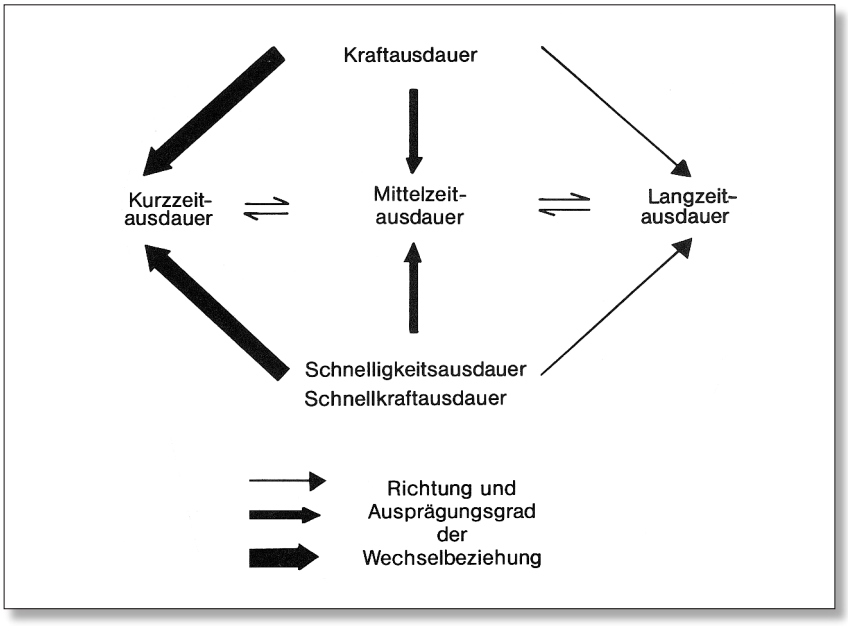


Abb. 6.3: Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Ausdauerfähigkeiten (*Weineck* 2004 a)

Weiterhin wird die Ausdauer in lokale und allgemeine Ausdauer unterteilt. Von **lokaler Ausdauer** spricht man, wenn weniger als 1/7 bis 1/6 der Muskelmasse in Bewegung ist. Bei **allgemeiner Ausdauer** ist mehr als 1/7 bis 1/6 der gesamten Skelettmuskulatur in die Belastung miteinbezogen. Die Unterscheidung wird hauptsächlich deshalb vorgenommen, weil unterhalb der Größenordnung von 1/7 bis 1/6 der gesamten Skelettmuskulatur das Herz-Kreislauf-System bei der Leistungsfähigkeit keine maßgebliche Rolle mehr spielt. Bei der Bewegung nur eines Armes oder eines Beines handelt es sich um lokale Muskelausdauer, bei beiden Beinen um allgemeine Ausdauer.

Lokale und allgemeine Ausdauer

6.2 Grundlagenausdauer

Die Grundlagenausdauer wird aus systematischer Sicht auch als **allgemeine aerobe, dynamische Ausdauer** bezeichnet. Ihre Bedeutung ist in der Ausdauerpraxis von überragender Bedeutung. Sie ermöglicht es, möglichst hohe Belastungsintensitäten in aerober Stoffwechsellage (Laktat < 4 mmol/l) längere Zeit durchzustehen. Sie hängt von folgenden Faktoren ab:

Grundlagenausdauer

- aerobe Leistungsfähigkeit,
- Bewegungsökonomie,
- effektive Substratnutzung,
- den Willen betreffende Steuerungseigenschaften.

Bestimmende Faktoren

Bei höheren Belastungsintensitäten im anaerob-aeroben Bereich (Laktat > 4 mmol/l) trägt die Grundlagenausdauer dazu bei, den Anteil des aeroben Stoffwechsels zu erhöhen.

6.2.1 Bedeutung der Grundlagenausdauer

Eine gut bzw. ausreichend entwickelte Grundlagenausdauer als Basisvoraussetzung zur Leistungssteigerung vieler Sportarten kann Folgendes bewirken (vgl. *Weineck* 2004 a):

Auswirkungen von Ausdauertraining

- Erhöhung der körperlichen Leistungsfähigkeit,
- Optimierung der Erholungsfähigkeit,
- Minimierung von Verletzungen,
- Steigerung der psychischen Belastbarkeit,
- konstant hohe Reaktions- und Handlungsschnelligkeit,
- Verringerung technischer Fehlleistungen,
- Vermeidung ermüdungsbedingter taktischer Fehlverhaltensweisen,
- stabilere Gesundheit, d.h. weniger banale Infekte,
- präventive Wirkung auf das Herz-Kreislauf-System Bewegungsmangelkrankheiten im Gesundheitssport.

Wichtig ist zu beachten, dass vor allem in vielen **Spielsportarten** die Ausdauer nicht maximal, sondern entsprechend der Anforderungen in der Sportart **optimal** entwickelt werden muss. Für Ballspieler (Fußball, Handball, Basketball) könnte eine leichtathletische Gestaltung des Ausdauertrainings dazu führen, dass die Schnelligkeits- und Schnellkraftfähigkeiten darunter leiden.

Grundlagenausdauer in Sportspielen

6.2.2 Azyklische Spielausdauer

Von den Sportarten mit azyklischen Bewegungen beeinflusst die Ausdauer vor allem in den Sportspielen die sportliche Leistung. Das Problem ist, dass man nicht die Wettkampfdauer z.B. von 90 Minuten eines Fußballspiels in den Grenzbereich zwischen Langzeitausdauer I und LZA II übertragen darf.

Azyklische Spielausdauer

Praktische Beispiele

Man hat es im **Fußball** mit sehr unterschiedlichen Bewegungsanforderungen zu tun. Die Belastungsintensität variiert in einem Fußballspiel sehr stark. Gute Mittelfeldspieler laufen zwischen 10 und 14 km in einem Spiel. Die Wegstrecke der Kurzsprints zwischen 10 und 50 m addiert sich im Schnitt auf eine Länge von 3,5 km. Es werden dabei alle Energiebereitstellungsarten beansprucht. Die mittlere Laktatkonzentration liegt bei ca. 6–7 mmol/l. Fußballspieler können dabei eine VO_2max von ca. 70 ml/min/kg erreichen, was einen sehr guten Wert darstellt. Außerdem laufen Fußballspieler auf weichem Untergrund, was die **Kraftkomponente beim Laufen** noch verstärkt und gegenüber Handball- oder Basketballspielern eine Erschwernis darstellt.

Spezifische und allgemeine Ausdauer

Die azyklische oder auch **spezifische Ausdauer** wird durch das Betreiben der Sportart selbst trainiert. Die Spielausdauer (spezifische Ausdauer) sichert die Belastung in der Sportart selbst ab, sodass der Spieler entsprechend häufig schnelle kraftvolle Aktionen durchführen kann. Sie wird ergänzt durch das Grundlagenausdauertraining **(allgemeine Ausdauer)**, das bei Ballspielern in erster Linie in Form von Ausdauerläufen stattfindet. Diese Form der Ausdauer trägt ganz wesentlich zur Regenerationsfähigkeit der Spieler bei, und zwar bereits während des Spiels und nicht nur danach. Bei den Sportspielen besteht die Ausdauer demnach aus zwei Komponenten (Abb. 6.4).

Ausdauer stellt vor allem für den großen Bereich der Ballspiele eine fundamentale Voraussetzung dar. Sie darf jedoch nicht ohne Bezug zu den Anforderungen der jeweiligen Sportart gesehen werden.

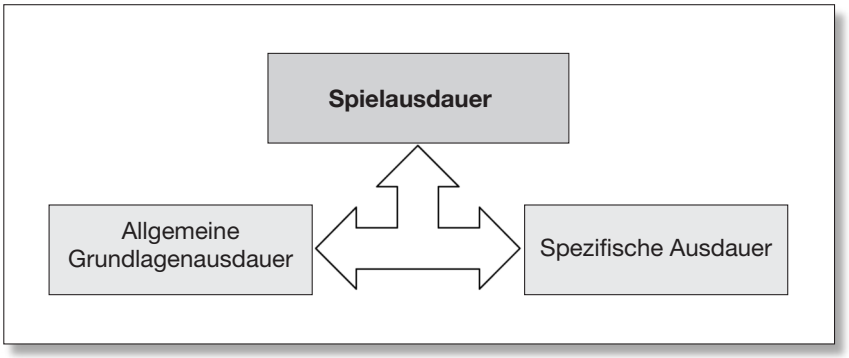


Abb. 6.4: Komponenten der Spielausdauer

6.3 Sportmedizinische Grundlagen des Ausdauertrainings

Muskelfasertypen

Die Auswirkungen von Ausdauertraining auf den Gesamtorganismus sind vielfältiger Art; sehr deutlich sind die Veränderungen in der Muskelzelle selbst. Der Mensch besitzt zwei **Muskelfasertypen:** die langsam zuckenden (ST- oder Typ-I-Fasern) und die schnell zuckenden (FT- oder Typ-II-Fasern). Tab. 6.3 gibt einen Überblick über die Eigenschaften.

Muskelfasern	Zeit der maximalen Leistung	Energiesystem	Sportarten
FT-Fasern Typ II	Weniger als 30 Sekunden	Energiereiche Phosphate: ATP und KP	Wurf- und Sprungdisziplinen, 100-m-Sprint, Tennis, Tischtennis, Boxen, Karate
ST-Fasern Typ I	Mehr als 3 Minuten	Aerobe Energiebereitstellung	Marathon-, Cross-, 10000-m-Lauf, Radrennen, Triathlon

Tab. 6.3: Muskelfasertypen und ihre Eigenschaften bzw. Sportarten, in denen sie benötigt werden (ST: Slow Twitch, langsam zuckend, FT: Fast Twitch, schnell zuckend)

In Tab. 6.4 sind die Charakteristika der FT- und ST-Fasern dargestellt.

Eigenschaften von FT-Fasern und ST-Fasern

ST-Fasern Typ I (rote oder langsame Fasern)	**FT-Fasern Typ II (weiße oder schnelle Fasern)**
Ausdauerleistungsfähigkeit groß	Explosivität/Sprintvermögen
Gut durchblutet	Weniger gut durchblutet
Großes aerobes Leistungsvermögen	Große anaerobe Leistungsfähigkeit
Geringes anaerobes Leistungsvermögen	Geringe aerobe Leistungsfähigkeit
Energiebereitstellung aerob	Energiebereitstellung anaerob alaktazid, anaerob-laktazid
Zunahme der roten ST-Fasern durch Training möglich	Zunahme der weißen FT-Fasern durch Training nicht möglich
Geringe Laktatproduktion entfernen Laktat früher	Hohe Laktatproduktion entfernen Laktat später
Geringe Ermüdbarkeit	Schnellere Ermüdbarkeit
Geringe Schnelligkeit	Große Schnelligkeit
Geringe Kontraktionskraft	Große Kontraktionskraft

Tab. 6.4: Charakteristika der beiden Hauptmuskelfaserarten (mod. nach *Janssen* 2003)

Sportmedizinische Anpassungserscheinungen

Durch Ausdauertraining lassen sich gezielt die **zellulären Energiespeicher**, welche für die Energiebereitstellung zentral verantwortlich sind, steigern. Aerobes Training erhöht zudem die **aerobe Enzymaktivität** und steigert deren Umsatzgeschwindigkeit. In der Muskelzelle selbst kommt es zu einer **Zunahme der Mitochondrienzahl** sowie einer **Vergrößerung der Mitochondrien**, in denen der aerobe Stoffwechsel stattfindet.

Zellulär biochemische Anpassungserscheinungen

Wichtig ist in diesem Zusammenhang für alle Sportspieler, dass Trainierte bei vergleichbarer Leistung eine höhere Laktateliminierungsrate haben als Untrainierte. Dies stellt sich durch den steileren Anstieg der linearen Korrelationsgeraden bei den Trainierten im Vergleich zum flacheren Verlauf bei den Untrainierten in Abb. 6.5 dar.

Anpassungserscheinungen im Herz-Kreislauf-System

Darüber hinaus kommt es durch Ausdauertraining zu einer erhöhten **Leistungshormonkapazität** und dadurch zu einer höheren Mobilisation der Leistungsfähigkeit. Dadurch können Ausdauertrainierte ihre Leistungsreserven besser ausschöpfen.

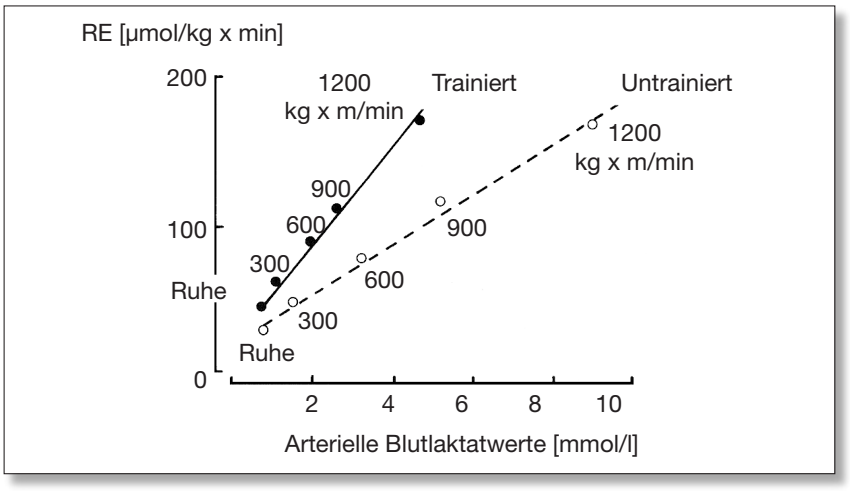


Abb. 6.5: Laktatabbaurate (Re) als Funktion der arteriellen Blutspiegel bei Trainierten und Untrainierten bei ansteigender Belastung (*Weineck* 2004 a)

Neben den Anpassungserscheinungen in der Muskelzelle kommt es zu Anpassungserscheinungen im **Herz-Kreislauf-System (HKS)**, das die Aufgabe hat, das Gleichgewicht zwischen Sauerstoffbedarf der Muskelzelle und Sauerstoffangebot aufrechtzuerhalten. Durch entsprechend umfangreiches Ausdauertraining kommt es mittelfristig (ca. 2–3 Jahre) zur Bildung eines **Sportherzens** (siehe auch Kap. 4.1.3). Dabei kann man beim Herz eine regulative Dilatation feststellen, das heißt eine harmonische Erweiterung aller vier Herzhohlräume.

Merke

Die Anpassungserscheinungen durch Ausdauersport im Herz-Kreislauf-System sind insbesondere für die Vorbeugung von HKS-Erkrankungen im Gesundheitssport von größter Bedeutung.

Versorgungslage des arbeitenden Muskels

Während der Belastung ist die Muskelzelle davon abhängig, dass die Stoffwechselendprodukte über das **Kapillarsystem** abtransportiert werden. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass die Kapillardichte bei ausdauertrainierten Sportlern erhöht ist. Damit verbessert sich die Versorgungslage des arbeitenden Muskels. Durch Ausdauertraining steigt die **Blutmenge** an und dadurch bedingt der **Totalhämoglobingehalt**. Durch das angestiegene Blutvolumen nimmt auch die **Pufferkapazität des Blutes** zu, wodurch Ausdauertrainierte nicht so schnell ermüden wie Nichtausdauertrainierte. Das Blut des Ausdauertrainierten kann dadurch mehr Sauerstoff zu den Muskelzellen transportieren. Dies ist der Grund für die ansteigende **maximale Sauerstoffaufnahme** (VO_2max).

6.3.1 Maximales Sauerstoffaufnahmevermögen

Maximales Sauerstoffaufnahmevermögen

Das maximale Sauerstoffaufnahmevermögen gilt als wichtiges **Kriterium zur Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit** eines Sportlers und wird in Litern pro Minute (l/min) angegeben. Es spiegelt die Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems sowie des Stoffwechselsystems wider und spielt vor allem bei der aeroben Ausdauerleistung eine wichtige Rolle. Die VO_2max hängt von verschiedenen Faktoren ab (beteiligte Muskulatur, Körpergewicht, Lebensalter, Geschlecht). Mit steigendem Herzvolumen steigt auch das maximale Sauerstoffaufnahmevermögen an. Es liegt beim Untrainierten bei ca. 3–3,5 l/min. Der Ausdauertrainierte kann Maximalwerte von 5–6 l/min erreichen. Ein Untrainierter kann sein VO_2max um das 12fache steigern, der Trainierte um das etwa 20fache. Die hohe maximale Sauerstoffaufnahme wird durch eine Herzminutenvolumenzunahme um den Faktor 6 sowie eine erhöhte maximale Sauerstoffausschöpfung in der Peripherie ermöglicht (vgl. *de Marées* 2003). Durch gezieltes Ausdauertraining kann die VO_2max gesteigert werden. Während einer Belastung im Bereich der VO_2max ist die Energiebereitstellung sowohl anaerob als auch aerob. Da die anaerobe Kapazität grundsätzlich beschränkt ist, wird der Sportler gezwungen, langsamer zu laufen, zu fahren oder zu schwimmen.

Definition

Maximale Sauerstoffaufnahme
Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO_2max) stellt das Bruttokriterium der Ausdauerleistungsfähigkeit dar und spielt bei allen aeroben Ausdauerleistungen eine zentrale Rolle.

Eine Dauerbelastung muss sich also auf einem Intensitätsniveau abspielen, das unter der VO_2max liegt. Aus Tab. 6.5 wird ersichtlich, dass der prozentuale Anteil der VO_2max mit zunehmender Belastungsdauer bei Ausdauertrainierten abnimmt; dies ist bei einem Untrainierten noch deutlicher ausgeprägt.

Zusammenhang zwischen maximaler Sauerstoffaufnahme und Belastungszeit

Maximale Sauerstoffaufnahme [%]	Belastungszeit [min]
100	10
95	30
90	40
85	60
80	120
70	180–240

Tab. 6.5: Beziehung zwischen Belastungszeit und möglicher prozentualer Nutzung der VO_2max (mod. nach *Weineck* 2004 a)

Für den Ausdauersport ist weiterhin zu bemerken, dass ein enger Zusammenhang zwischen VO_2max und der Höhe der anaeroben Schwelle besteht. Aus Abb. 6.6 geht hervor, dass die am besten ausdauertrainierten Sportler die höchste VO_2max haben und bei gleicher Belastungsintensität die geringsten Laktatspiegel erreichen. Weiterhin wird ersichtlich, dass Untrainierte Werte von ca. 2–3 l/min und Hochausdauertrainierte von über 5 l/min (maximal 8 l/min) erreichen können.

Für die Beurteilung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit ist die maximale Sauerstoffaufnahme nicht alleine entscheidend, sondern auch die Fähigkeit des Organismus, die vorhandenen Kapazitäten auch ausnützen zu können. Die maximale Sauerstoffaufnahme hängt von einer Reihe externer und interner Faktoren ab (Tab. 6.6).

VO_2max und Einflussfaktoren

Interne Faktoren	Externe Faktoren
Lungenventilation	Belastungsmodus
Diffusionskapazität der Lunge	Eingesetzte Muskelmasse
Herzminutenvolumen	Körperposition
Sauerstofftransportkapazität des Blutes	Klima
Periphere Sauerstoffverwertung	
Muskelfaserzusammensetzung	

Tab. 6.6: Externe und interne Faktoren, die das maximale Sauerstoffaufnahmevermögen beeinflussen

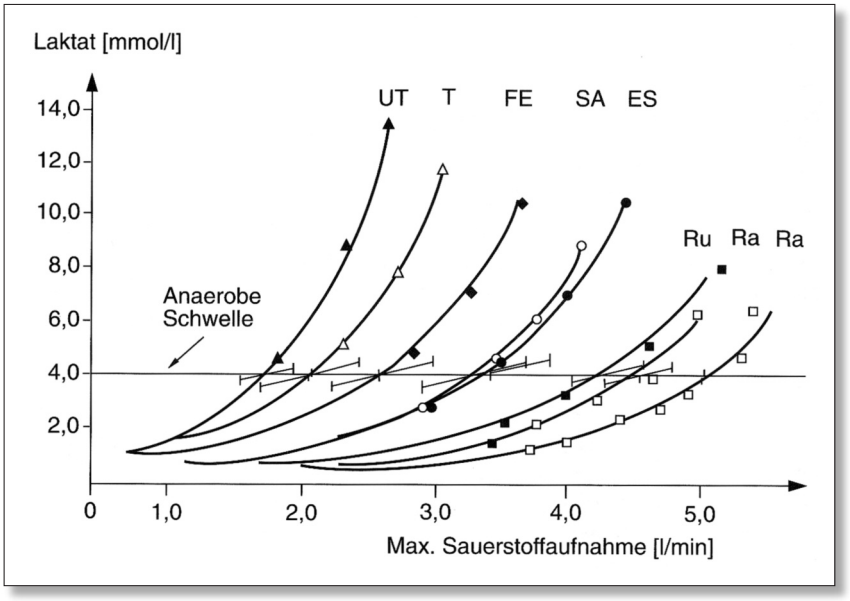


Abb. 6.6: Verhalten der Laktatkonzentration in Abhängigkeit von der VO_2max bei Untrainierten (UT) und Leistungssportlern ausgewählter Sportarten (T: Freizeitsport, Fe: Fechten, ES: Eisschnelllauf, SA: Spielsportarten, Ru: Rudern, Ra: Radsport; nach *Weineck* 2004 a)

Atmungssystem und Ausdauer

Die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit ist von einer harmonischen Entwicklung aller leistungslimitierenden Faktoren abhängig. Während das **Atmungssystem** beim gesunden Sportler im Allgemeinen nicht leistungslimitierend ist, stellt das **Herzminutenvolumen** einen wesentlichen leistungslimitierenden Faktor für die Ausdauerleistung dar. Ebenso spielt die **Herzgröße** dabei eine Rolle. Je größer ein gesundes Herz ist, desto größer ist die maximale Sauerstoffaufnahme. Mit der Herzvergrößerung kommt es zu einem Anstieg des Blutvolumens, der roten Blutkörperchen und des Totalhämoglobingehaltes. Dadurch erhöht sich die **Sauerstofftransportkapazität** des Herz-Kreislauf-Systems und somit die Ausdauerleistungsfähigkeit. Die **periphere muskuläre Sauerstoffverwertung** spielt für die VO_2max eine bedeutende Rolle. Der zentrale Indikator für die periphere Sauerstoffaufnahme bzw. -verwertung ist die arteriovenöse Sauerstoffdifferenz ($AVDO_2$).

Arteriovenöse Sauerstoffdifferenz

Definition

Arteriovenöse Sauerstoffdifferenz
Unter der $AVDO_2$ versteht man die Differenz im Sauerstoffgehalt des arteriellen und venösen Blutes. Sie gibt einen Hinweis auf die periphere Sauerstoffausschöpfung.

Die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit wird weiterhin von der Art der Muskelfasertypen mit beeinflusst. Durch intensives Ausdauertraining können FT-Fasern in ST-Fasern umgewandelt werden, wodurch die maximale Sauerstoffaufnahmefähigkeit ebenfalls beeinflusst wird.

Das maximale Sauerstoffaufnahmevermögen ist das Produkt aus dem maximalen Herzminutenvolumen und der maximalen $AVDO_2$ und lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$VO_2max = AVDO_2max \times HMVmax$

Individuelle anaerobe Schwelle

Merke

Weil jedoch Belastungen auf dem Niveau der maximalen Sauerstoffaufnahme kaum länger als 5 Minuten durchgehalten werden können, ist dieser Wert allein kein hinreichendes Maß für das aerobe Leistungsvermögen eines Sportlers. Wesentlich aussagefähigere Werte sind durch die Bestimmung der Laktatschwelle bzw. der individuellen anaeroben Schwelle erhältlich (vgl. *Janssen* 2003).

Erhöhung der Leistungshormonkapazität

Als Anpassungserscheinungen durch Ausdauertraining kommt es bei Sportlern zu einer **erhöhten Leistungshormonkapazität,** wodurch diese eine höhere Leistungsmobilisierungsfähigkeit besitzen und dadurch ihre Leistungsreserven besser ausnützen können.

Anpassungen im Atmungssystem

Durch regelmäßig ausgeführtes Ausdauertraining kommt es zu funktionellen und zum Teil auch morphologischen Veränderungen im **Atmungssystem**. Der Trainierte kräftigt seine Atemmuskulatur und erhöht seine ventilatorische Kapazität. Er verfügt über eine ökonomischere Atmung sowie größere Atmungsreserven und hat dadurch ein leistungsfähigeres Atmungssystem. Die Zunahme des Atemminutenvolumens ist eine Voraussetzung für die erhöhte VO_2max. Der Trainierte kann Engpässen in der Sauerstoffversorgung wesentlich wirksamer begegnen als der Untrainierte. In Tab. 6.7 sind die Anpassungserscheinungen des vegetativen Nervensystems, des Herz-Kreislauf-Systems und des Stoffwechsels an das Ausdauertraining zusammengefasst.

Immunsystem und Ausdauer

Durch ein moderates Ausdauertraining kann der Sportler sein **Immunsystem** stärken und erkrankt nicht mehr so häufig an banalen Infekten. Ausdauersportler haben eine höhere Resistenz gegenüber Infektionen und eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Wärme- und Kältereizen.

Wichtige Forderung bei Infekten

Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Forderung, dass kein Training bei beginnenden Infekten durchgeführt werden sollte! Da das Immunsystem durch Training noch weiter geschwächt wird, kann es zu einem wesentlich schwereren Krankheitsverlauf kommen (vgl. *Weineck* 2004 b).

Ausdauertraining		
3 x wöchentliches Training		Tägliches Training
	Vegetatives Nervensystem	
Breitensport		Leistungssport
↓	Sympathikusaktivität	↓↓↓
↓	Stresshormone	↓↓
↓	Herzfrequenz	↓↓
↓	Blutdruck	↓
	Herz-Kreislauf-System	
↓	Kontraktilität	↓
↓	O_2-Verbrauch des Herzens	↓↓
0	Herzgröße	↑↑↑
↑	Schlagvolumen	↑↑↑
(↑)	Kapillarisierung	↑↑
↑	Gefäße	↑↑↑
	Stoffwechsel	
↑	O_2-Aufnahmefähigkeit	↑↑
↑	Leistung/anaerobe Schwelle	↑↑
0	Zuckerabbau (Glykolyse)	(↑)
↓	Laktatproduktion	↓↓
↑	Fettspaltung (Lipolyse)	↑↑
↑	Fettverwertung (Lipidutilisation)	↑↑
↑	HDL-/LDL-Cholesterin	↑↑
↑	Energieumsatz	↑↑↑

Tab. 6.7: Anpassungserscheinungen des vegetativen Nervensystems, des Herz-Kreislauf-Systems und des Stoffwechsels an das Ausdauertraining (mod. nach *Keul* u. *Hamm* 1998)

6.3.2 Ermüdung

Ermüdung

Das Ausdauertraining ist auf die Eingrenzung der ermüdungsbedingten Leistungsminderung ausgerichtet. Ermüdungsvorgänge kann man nicht nur in der Peripherie (= Muskulatur), sondern auch im Zentralnervensystem (ZNS) feststellen.

Ursachen von Ermüdung

Ursachen von Ermüdung können sein:

- **Starke Anhäufung von Stoffwechselzwischen- und Endprodukten:** Wichtige Anzeichen dafür sind der Laktat- und der Serumharnstoffwert. Der ansteigende Laktatwert im Blut führt bereits während der Belastung zur Leistungseinschränkung, während ein morgendlich erhöhter Serumharnstoffwert auf vorhandene Ermüdungsreste hinweist.

- **Verausgabung leistungsbestimmender Substanzen und physiochemische Veränderungen:** Durch Langzeitausdauerbelastungen kann es zu einer starken Entleerung der Energiedepots (Kohlenhydrate, Eiweiße, Mineralstoffe) sowie von Hormonen und Enzymen kommen. Als Beispiel kann Joggen bei hoher Umgebungstemperatur dienen, wo entsprechend viele Salze mit dem Schweiß aus dem Körper gespült werden.
- **Hemmungserscheinungen im Zentralnervensystem:** Da bei einer länger andauernden Belastung auch das ZNS in einem hohen Aktivitätszustand ist, geht es zum eigenen Schutz in einen Hemmungszustand über, der zunehmend die Leistungsfähigkeit einschränkt. Als Beispiel sei eine permanent hohe Konzentrationsfähigkeit bei einem mehrstündigen Tennismatch genannt.

6.3.3 Übertraining

Übertraining und dessen Ursachen

Wenn beim Training die Relation von Belastung und Erholung zu Ungunsten der Erholung verändert wird, kann es zum sog. **Übertraining** kommen. Meist wird im Vorfeld eindimensional mit Belastungssteigerung trainiert, und die notwendige Belastungsverarbeitung bzw. Erholung wird vernachlässigt. Häufig werden keine Trainingspausen eingehalten. Dass auf ein anstrengendes Training eine Ermüdung erfolgt, ist zwar normal, wird aber im trainingswissenschaftlichen Bereich als **Overreaching** bezeichnet. Wenn man z.B. 3 Tage lang sehr hart trainiert hat und am 4. Tag überlastet ist, handelt es sich nicht um Übertraining, sondern um Overreaching. **Die Symptome des Übertrainings können psychischer und physischer Natur sein.**

Die Diagnose eines Übertrainingssyndroms ist nicht einfach, da es nicht durch eine Messgröße zu belegen ist. Es trifft jedoch sehr häufig Sportler, die sehr ehrgeizig sind, sich ständig überbelasten und ihre eigenen Körpersignale nicht beachten (vgl. *Hottenrott* u. *Neumann* 2002). In der Praxis wird das **basedowoide (sympathikotone)** und das **addisonoide (parasypathikotone) Übertraining** unterschieden. Tab. 6.8 zeigt ausgewählte Symptome dieser beiden Formen auf.

Arten von Übertraining

Basedowoides Übertraining	Addisonoides Übertraining
Geringere Trainingsmotivation	Keine Lust zum Trainieren
Schnellere Ermüdbarkeit	Depressionen
Verminderter Appetit, Gewichtsverlust	Ermüdung
Schlafstörungen	Schläfrigkeit
Nervosität, gesteigerte Erregbarkeit	Niedriger Blutdruck
Konzentrationsstörungen	Lethargie
Schlechte Leistungen	Schlechte Leistungen

Tab. 6.8: Symptome und Kennzeichen des Übertrainings (mod. nach *Janssen* 2003)

Da sich das Übertraining negativ auf die sportliche Leistung auswirkt, muss aktiv etwas dagegen unternommen werden. Folgende Maßnahmen sind zu empfehlen:

- für ausreichend Entspannung sorgen,
- für geistige Ruhe sorgen,
- sich vitaminreich ernähren und ausreichend trinken,
- sich aktiv an der frischen Luft erholen,
- kein völliges Trainingsverbot,
- eine oder mehrere Wochen im Training »vom Gas gehen«.

Wenn alle Symptome verschwunden sind, steigert man ganz allmählich den Trainingsumfang und hebt danach die Intensität wieder auf Normalhöhe an.

6.4 Ausdauertraining – Kurzcharakteristik von Ausdauersportarten

Ausdauertraining und dessen Ziele

Eine entscheidende Frage ist die nach den Trainingsmitteln, durch die die Ausdauerleistungsfähigkeit konkret verbessert werden kann.

Im **Wettkampfsport** besteht das Ziel darin, die Trainings- und Wettkampfbelastung energetisch vorzubereiten und abzusichern, die einzelnen Funktionssysteme dafür optimal auszuprägen. Ein weiteres Ziel liegt in der Anstrengungsbereitschaft und psychischen Mobilisationsfähigkeit des Sportlers.

Im **Freizeit- und Gesundheitssport** soll mithilfe des Ausdauertrainings vor allem die Funktion des Herz-Kreislauf-Systems verbessert und damit die Gesundheit und das Wohlbefinden verbessert werden. Um die allgemeine aerobe Ausdauer zu trainieren, bieten sich grundsätzlich folgende Sportarten bzw. Disziplinen an: Laufen, Radfahren, Schwimmen, Inlineskating, Walking, Nordic Walking, Skilanglauf, Rudern, Aquajogging, Aerobic.

Mountainbike-, Rennradfahren

Der Vorteil des **Mountainbike-** oder **Rennradfahrens** besteht darin, dass die Gelenkbelastung im Vergleich zum Laufen deutlich reduziert ist. Für die Entwicklung der Grundlagenausdauer genügen geringe bis mittlere Belastungsintensitäten im Bereich der aeroben Schwelle von bis zu 2 mmol/l. Die Trittfrequenz sollte bei etwa 80–110 Umdrehungen pro Minute liegen. Der zeitliche Umfang sollte ca. 1–3 Stunden betragen.

Inlineskating

Das sehr populäre **Inlineskating** empfiehlt sich auf folgenden Gründen:

- Die Stoßbelastungen auf den passiven Bewegungsapparat (vor allem Gelenke) sind gering.
- Die Beinmuskulatur (vor allem im Knie- und Sprunggelenk) wird entsprechend gekräftigt.
- Becken- und Rumpfmuskulatur werden gekräftigt.
- Die Gesamtkörperkoordination (Gleichgewicht/Kopplung) wird geschult.
- Das Training sollte nach der Fahrtspielmethode durchgeführt werden bei einem Belastungsumfang von ca. 45–90 Minuten. Die Belastungsintensität variiert entsprechend der Fahrtspielmethode (vgl. Abb. 5.8, S. 81).

Schwimmen

Ausdauernd schwimmen zu können ist stark technikabhängig. Als Schwimmtechnik ist das Freistilschwimmen zu empfehlen. Der gesamte Bewegungsapparat wird äußerst schonend belastet. Die Beanspruchung von Herz-Kreislauf-System, Muskulatur und Atmungssystem kann relativ hoch sein. Die Belastungsintensität sollte im geringen bis mittleren Bereich bei einem Umfang von 30–60 Minuten liegen.

Aerobic, Step-Aerobic

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, eine Ausdauergymnastik mit Musik, also **Aerobic**, zu machen. Aerobic kann zur Entwicklung und Erhaltung einer insgesamt guten aeroben Leistungsfähigkeit beitragen. **Step-Aerobic** schult vor allem die Kraftausdauer der Athleten. Die individuelle Steuerung ist sehr schwer, da es meist in Gruppen stattfindet (vgl. *Hottenrott* u. *Neumann* 2002).

Motivation im Ausdauertraining

Für die **Motivation** kann es wünschenswert sein, mit Freunden oder in der Gruppe zu trainieren. Die individuelle Steuerung ist dann zwar etwas beeinträchtigt, aber die Freude und der Spaß, etwas gemeinsam zu machen, kann dies mehr als kompensieren.

Im Laufbereich kann man die Trainingsmittel oder -inhalte mit bestimmten Trainingsmethoden kombinieren, was in Abb. 6.7 dargestellt ist.

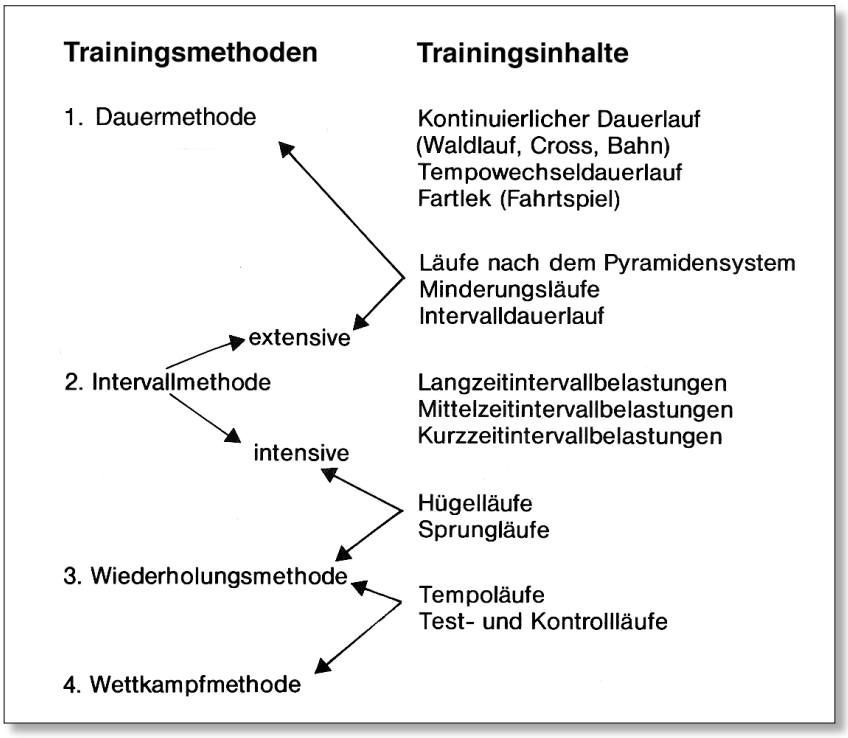


Abb. 6.7: Einteilung der Ausdauertrainingsmethoden in Verbindung mit den Trainingsinhalten (= Trainingsmittel) am Beispiel des Laufens (*Weineck* 2004 a). Näheres zu den Trainingsmethoden siehe Kap. 6.5

6.5 Methodik des Ausdauertrainings

Wenn man die Ausdauerleistungsfähigkeit verbessern möchte, müssen bestimmte Faktoren geklärt werden, um die gewünschten Anpassungserscheinungen zu erzielen. In den folgenden Unterkapiteln werden verschiedene Ausdauertrainingsmethoden vorgestellt:

Methodische Fragen zum Ausdauertraining

- Was mache ich? (Frage des **Trainingsmittels**)
- Mit welcher Intensität muss ich trainieren? (Frage der **Belastungsintensität**)
- Wie lange muss ich mich belasten? (Frage des **Belastungsumfangs**)
- Wie häufig in der Woche muss ich das machen? (Frage der **Trainingshäufigkeit**)

6.5.1 Intensitätsbestimmung

Intensität beim Ausdauertraining

Es ist eindeutig erwiesen, dass der Schlüssel für eine erfolgreiche Leistungsentwicklung nur im Beherrschen der Belastungsproportionen in den Trainingsbereichen liegt. Das **Ziel des Grundlagenausdauertraining** ist die Entwicklung und Stabilisierung der aeroben dynamischen Ausdauer.

Steady State

Für den **Laufbereich** gilt, dass bei der Anwendung der Dauermethode in einer Geschwindigkeit gelaufen werden sollte, bei der sich der Sportler im **»Steady State«,** d.h. sowohl von der Atmung als auch von der aeroben Stoffwechsellage im Gleichgewicht befindet. Das ist der Fall, wenn sich der Läufer noch unterhalten kann. Im Stoffwechselbereich spricht man von Steady State, wenn sich Laktatproduktion und -elimination die Waage halten. Bei der Atmung liegt ein Steady State vor, wenn ein Gleichgewicht besteht zwischen Sauerstoffaufnahme und -verbrauch.

Trainingsmethoden im Ausdauerbereich

Bevorzugte Trainingsmethoden im Laufbereich sind:
Dauerlauf, Tempowechsellauf, Fahrtspiel oder **extensive Intervallmethode**.

Fahrtspiel

Das **Fahrtspiel** (schwedisch: Fartlek) ist eine spezielle Ausprägung der Tempowechselmethode (Abb. 6.8). Es wird mit wechselnder Laufgeschwindigkeit auf unterschiedlich langen Strecken ohne Pause gelaufen. Die Geschwindigkeit richtet sich dabei nach dem subjektiven Beanspruchungsempfinden und dem Streckenprofil. Es gibt keine festen Intensitätsvorgaben, das Lauftraining wird als ein Spiel mit Geschwindigkeit und Gelände ausgeübt.

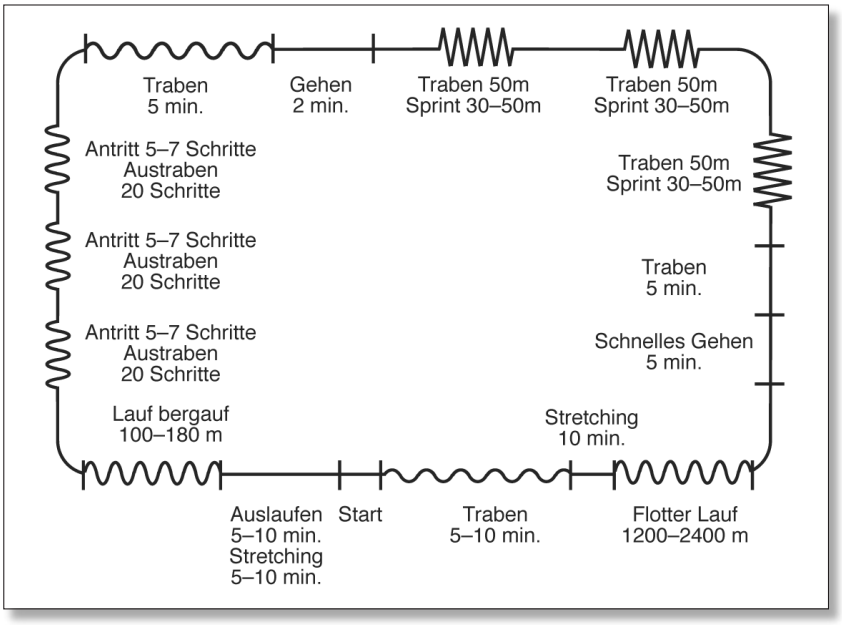


Abb. 6.8: Beispiel für ein Fahrtspiel (*Haidn* u. *Weineck* 2000)

Beim **Tempowechsellauf** ist durch wechselnde Laufgeschwindigkeiten ohne Belastungspausen gekennzeichnet. Ziel des Laufes ist der Erwerb einer schnellen Umstellungsfähigkeit während der Belastung. Die Laufintensität liegt zwischen 2 und 4 mmol/l, also zwischen aerober und anaerober Schwelle.

Sauerstoffdefizit, Sauerstoffschuld

Jeder Ausdauersportler kennt folgende Situation: Nach der Beendigung einer längeren Ausdauerbelastung hat man noch minutenlang eine erhöhte Atemfrequenz. **Zu Beginn** einer intensiven Ausdauerbelastung steht dem Organismus zu wenig Sauerstoff zur Verfügung. Er geht zu Belastungsbeginn ein **Sauerstoffdefizit** ein, das nach Beendigung wieder »abgeatmet« werden muss. Nach **Belastungsende** stellt die Rephosphorylierung von Kreatin zu Kreatinphosphat die Hauptkomponente bei der Beseitigung der **Sauerstoffschuld** dar. Die verstärkte Atmung, welche nicht mehr mit der Sauerstoffschuld zusammenhängt, dient unter anderem weiterhin

- der Wiederauffüllung der Sauerstoffdepots,
- der Wiederauffüllung der Myoglobinspeicher,
- der Regeneration von arteriellem, kapillarem und venösem Blut zur normalen Sauerstoffsättigung,
- dem Ausgleich des vermehrten Sauerstoffbedarfs der Herz-, Arbeits- sowie Atmungsmuskulatur (vgl. *Weineck* 2004 a)

Im Zentrum des Lauftrainings ist das Einhalten der notwendigen Laufgeschwindigkeit ein wesentliches Prinzip in den einzelnen Belastungsbereichen. Es gilt: Ohne allmähliche Zunahme der Laufgeschwindigkeit ist eine Verbesserung von Wettkampfleistungen nicht möglich.

6.5.2 Laktatschwellenkonzepte

Fixe Laktatschwellen

Fixe Laktatschwellen, anaerobe Schwelle

Bei den **fixen Schwellen** wird bei ansteigender Belastung auf einem Laufband oder Fahrradergometer die bei **4 mmol/l** festgelegte **»anaerobe Schwelle«** erreicht. Ab diesem Wert steigt die Milchsäurekonzentration nicht linear, sondern exponentiell, kurvenförmig steil an. Beim Erreichen dieser »Schwelle«, an der sich Laktatbildung und -abbau die Waage halten, kann man die Laufgeschwindigkeit oder auch die dazugehörige Herzfrequenz festlegen. Die Belastung an dieser Schwelle (in diesem Laktatbereich) ist für das Training der Ausdauer sehr effektiv, bleibt aber eher Leistungssportlern vorbehalten.

Aerobe Schwelle, regeneratives Training

Im Bereich von **2 mmol/l** hat man die **aerobe Schwelle** festgelegt, die ein längeres Dauerlauftraining zulässt. Belastungen bis zu dieser Schwelle laufen vollständig aerob ab. Bereits ab einer Herzfrequenz von ca. 140 Schlägen pro Minute wird das Dauerlauftraining im Bereich der aeroben Schwelle immer effektiver. Bei Frequenzen von 120–130 Schlägen pro Minute spricht man vom sog. **Fettstoffwechseltraining** oder auch vom regenerativen Lauftraining (vgl. Weineck 2004 a).

Durch gezieltes Ausdauertraining ergibt sich eine **Rechtsverschiebung** der Laktatkurve: Der Sportler überschreitet dann erst bei einer höheren Laufgeschwindigkeit bzw. bei einer höheren Herzfrequenz die theoretisch festgelegte 4-mmol/l-Schwelle (Abb. 6.9 und 6.10).

Zum Teil werden sportmedizinische Untersuchungen noch nach den fixen Schwellen bei 2 und 4 mmol durchgeführt, da jahrzehntelange Erfahrung bei der Interpretation und Auswertung vorliegen und so sinnvoll genutzt werden können.

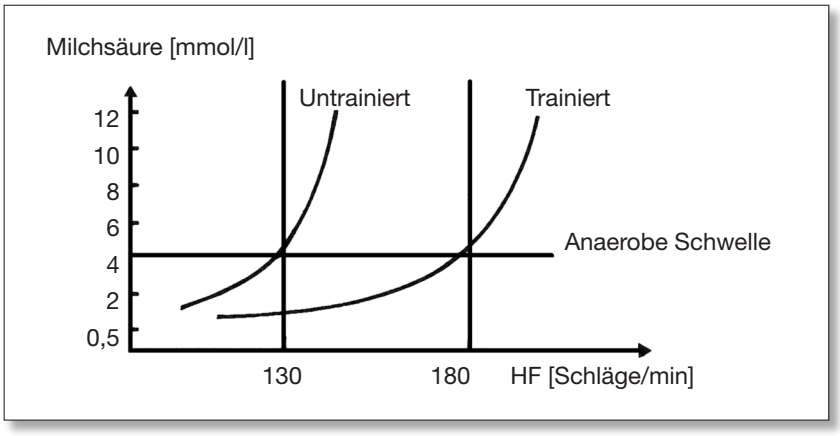


Abb. 6.9: Rechtsverschiebung der Laktatkurve durch Ausdauertraining in Bezug zur Herzfrequenz

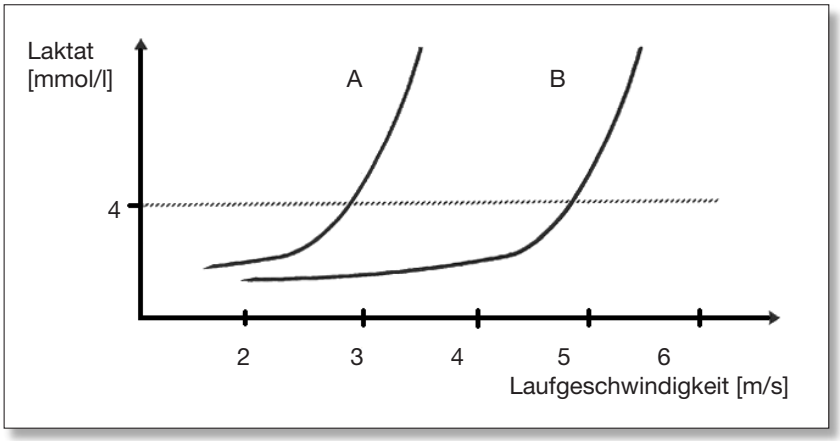


Abb. 6.10: Rechtsverschiebung der Laktatkurve durch Ausdauertraining in Bezug zur Laufgeschwindigkeit

Individuelle anaerobe Schwelle

Individuelle anaerobe Schwelle

Mittlerweile bevorzugen die sportmedizinischen Institute die Ermittlung der **individuellen anaeroben Schwelle** (IAS). Sie hat die Bestimmung der Leistungsfähigkeit über die fixen Schwellen abgelöst. Bei der Bestimmung der IAS stellt das Krümmungsverhalten der ansteigenden Laktatkonzentration das entscheidende Beurteilungskriterium dar und nicht ein festgelegter Laktatwert. Die Kurvenkrümmung kann zwischen 2 und 4 mmol/l Laktat liegen (vgl. *Hottenrott* u. *Neumann* 2003). Nach *Dickhuth* (2000) wird die individuelle anaerobe Schwelle bei einer Laktatkonzentration ermittelt, die um 1,5 mmol/l (= empirisch ermittelter Standardwert) höher liegt als das sog. minimale Laktatäquivalent (= Quotient aus Laktat und Sauerstoffaufnahme). Das praktische Bestimmungsverfahren ist in Abb. 6.11 dargestellt (*Nieß* 2005).

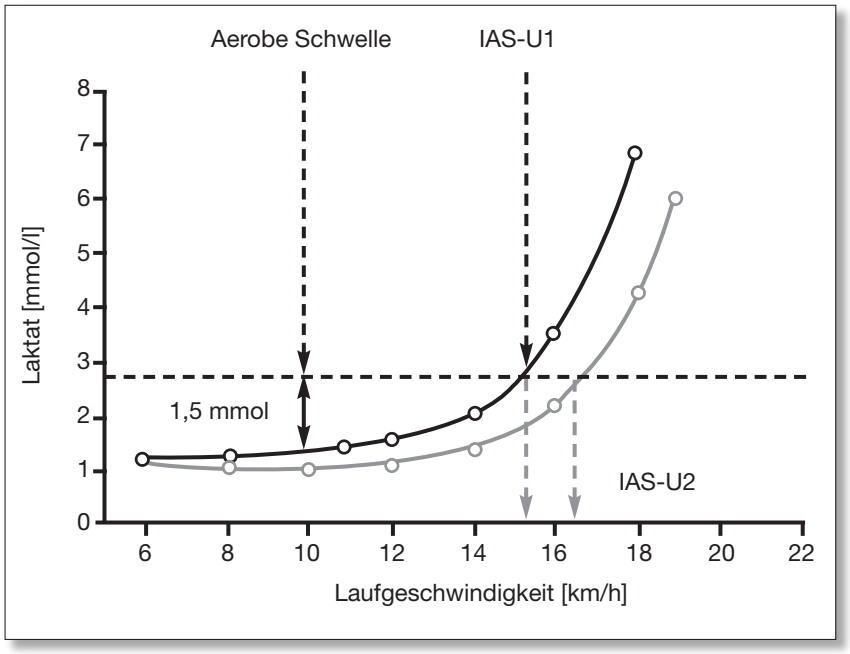


Abb. 6.11: Laktatschwellenbestimmung nach der +1,5-mmol/l-Methode nach *Dickhuth* (IAS-U1 bzw. IAS-U2: individuelle anaerobe Schwelle bei Untersuchungszeitpunkt 1 bzw. 2; *Nieß* 2005, persönliche Mitteilung)

Aus Abb. 6.11 geht hervor, dass der Sportler seine Ausdauer von Untersuchungszeitpunkt 1 zu Untersuchungszeitpunkt 2 verbessert hat. Dies wird an der Rechtsverschiebung der IAS sowie der höheren Laufgeschwindigkeit an der IAS deutlich.

Zur besseren Beurteilung der aeroben Leistungsfähigkeit schlägt *de Marées* zusätzlich Feldtests vor. Man kann zwar immer noch nach den fixen Schwellen die aerobe Leistungsfähigkeit von Sportlern testen, als »Goldstandard« geht man heute jedoch nach der Bestimmung der Individuellen Anaeroben Schwelle (IAS) vor.

6.6 High Intensity Training (HIT) zur gezielten Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit

Spielsportarten

Das Intervalltraining zur Verbesserung der Ausdauer ist schon lange bekannt, man denke beispielsweise an die Leichtathleten *Rudolf Harbig* (Europameister 1938 über 800 m) oder *Emil Zatopek* (Olympiasieger im Marathon 1952). Man bezeichnet diese Trainingsform heute als HIT (High Intensity Training). Es wird neuerdings verstärkt in den **Spielsportarten** sowie bei Patienten eingesetzt. Es bringt bei einer kürzeren Dauer der Ausübung von ca. 6–10 Wochen gegenüber der **Dauermethode** eine stärkere Zunahme der VO_2max. Zudem konnte auf molekularer Ebene gezeigt werden, dass es die mitochondriale Anpassung stimuliert. Durch das HIT-Training wird ein größeres

Dauermethode

Muskelfaserspektrum aktiviert, da die Typ-II-Fasern hinzugeschaltet werden. Mehrere wissenschaftliche Studien haben in den letzten Jahren darauf hingewiesen, dass durch das HIT die Ausdauerleistungsfähigkeit gezielt verbessert werden kann. Das HIT-Training kann das Grundlagentraining nach der Dauermethode nicht ersetzen, es geht dabei vielmehr um eine sinnvolle Ergänzung dieser im Ausdauertraining etablierten Trainingsmethode (vgl. *Nieß* 2016 und *Holfelder/Bubeck* 2012).

Das Grundprinzip des HIT

Prinzip des HIT

Der Läufer trainiert in Intervallen, mit Einzelreizen von sehr hoher Intensität, die von Pausen unterbrochen werden. Charakteristik:
Belastungsintensität: 95–100 % der VO_2max
Belastungsdauer: 15 s–8 min
Relation Belastung/Erholung: 1 : 1 oder 2 : 1
Pausenlänge: 15 s–8 min
Durchführungshäufigkeit: 2–12 Wochen hintereinander bei 1–5 HIT-Einheiten pro Woche (saisonabhängig/niveauabhängig)

Verbesserung durch das HIT

Maximales Sauerstoffaufnahmevermögen

In der Durchführung unterscheidet das HIT sich grundsätzlich von der Dauermethode. Diverse Studien an Patienten, Freizeit- und Leistungssportlern zeigten auf, dass über einen Trainingszeitraum von 6–12 Wochen das HIT gegenüber der Dauermethode im Hinblick auf die Verbesserung des maximalen Sauerstoffaufnahmevermögens die effektivere Methode ist.

Fußball

Das HIT hat in den letzten Jahren immer mehr Beachtung in den Sportspielen, insbesondere im Fußball, gefunden, da die Ausdauer eine sehr wichtige Komponente der Leistungsfähigkeit im **Fußball** darstellt. Es konnte gezeigt werden, dass Fußballer ihre VO_2max mit HIT mit weniger Zeitaufwand anheben können, als dies mit der Dauermethode möglich war.

Gesundheitssport

Aktuelle Erkenntnisse weisen zudem darauf hin, dass HIT nicht nur zur Verbesserung der Ausdauer geeignet ist, sondern auch noch günstige Effekte auf Risikofaktoren für Herz-Kreislauferkrankungen und Diabetes hat. Dies ist für den **Gesundheitssport** von Bedeutung.

Was gilt es beim HIT zu beachten?

HVT

HIT soll das **HVT** (**High Volume Training** nach der Dauermethode) nicht ersetzen. Für einen Marathonläufer ist ein Dauerlauf nach der Dauermethode über längere Distanzen unverzichtbar, um seinen **Muskelstoffwechsel** optimal vorzubereiten.

Muskelstoffwechsel

Bei älteren Menschen oder Neueinsteigern ist beim HIT allerdings Vorsicht geboten, um Überlastungsreaktionen oder Verletzungen am Bewegungsapparat vorzubeugen. Diese Klientel sollte sich für ihr Training Rat über fachkundige Trainer (z.B. qualifizierte Übungsleiter in den Vereinen, Lauftreffleiter) holen. Zudem wäre eine sportärztliche Untersuchung anzuraten, bevor man mit dem Training beginnt.

Tabelle 6.9 zeigt die wesentlichen **Charakteristika von HIT** und Ausdauertraining (HVT) auf.

Charakteristika von HIT

HIT High Intensity Training	HVT High Volume Training	Gemeinsamkeiten beider Trainingsformen
variable Trainingsform, die abwechslungsreich ins Training eingebaut werden kann	hohe Trainingsumfänge mit zeitlicher Beanspruchung	Anpassungen aerober Stoffwechselprozesse
vielfältige aerobe und anaerobe sowie zentrale und periphere Anpassungen bei geringer Trainingszeit	Monotonie im Training	Trainingserfolg setzt schon nach kurzer Zeit ein (je nach Trainingszustand)
Trainingsreiz auch für Ausdauertrainierte gegeben	Schnelligkeitsverlust	Gefahr der Überlastung
verbesserte Pufferkapazität der Skelettmuskulatur	ist einfacher durchzuführen	Gefahr der Leistungsstagnation bei ständiger Anwendung
Fähigkeit, mehr Muskelfasern zu rekrutieren	ist besser zu dosieren	verbesserte Erholungsfähigkeit
entspricht bei Kindern und Jugendlichen dem natürlichen Bewegungsverhalten		

Tab. 6.9: Die wesentlichen Eigenschaften des HIT- und HVT-Trainings (vgl. *Sperlich, Hoppe, Haegele* 2013)

HIT bei Kindern und Jugendlichen

HIT bei Kindern und Jugendlichen

In einer umfassenden Literaturanalyse zum HIT-Training bei Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen 10 und 18 Jahren zeigten Engel und Sperlich (2014), dass ein zwei- bis dreiwöchiges zusätzliches HIT-Training von 2–3 Trainingseinheiten pro Woche über einen Zeitraum von 5–10 Wochen zu einer Verbesserung der aeroben und anaeroben Leistungsparameter führt. Zusätzlich konnte bei den Kindern eine verbesserte Ermüdungsresistenz im Vergleich zu Erwachsenen belegt werden, was eine Voraussetzung dafür ist, **dass HIT auch bei Kindern angewendet werden kann**. Untersucht wurden Nachwuchsleistungssportler aus den Sportarten Fußball, Handball, Basketball, Triathlon, Schwimmen und Ski-Alpin. **Keine der Studien dokumentierte eine Überforderung des kindlichen Organismus**.

Trainingsplanung

Trainingsplanung HIT

Bestandteile eines effektiven Ausdauertrainings sollten sowohl kurze, intensive und intervallartige Belastungen wie beim HIT als auch lange, kontinuierliche sowie niedrig-intensive Einheiten durch die Dauermethode sein. Es ist sinnvoll, das HIT in Form von einzelnen Einheiten oder konzentriert in einem Trainingsblock von z.B. 2–3 Wochen (Schock-Mikrozyklus) durchzuführen.

Folgende prozentuale Aufteilung von HIT zu HVT wird in der Literatur vorgeschlagen:

	Anteil HIT	Anteil HVT (Dauermethode)
Variante 1	30 %	70 %
Variante 2	20 %	80 %

Tab. 6.10: Ideale prozentuale Aufteilung von HIT zu HVT (mod. nach *Nieß* 2014)

Praxisbeispiel HIT im Fußball

HIT im Fußball (vgl. *Stöggl*, *Stieglbauer*, *Sageder* und *Müller* 2010):

Teilnehmer an der Studie waren zwischen 8 und 20 Landesliga/Bundesligafußballer vor der Winterpause. Bei den Kleinfeldspielen wurden Laktat, Herzfrequenz und das subjektive Belastungsempfinden gemessen. Es wurden 2 HIT-Programme miteinander verglichen.

HIT 1: 13–14 HIT-Einheiten mit 4 x 4 Minuten Belastungsintervallen bei 90–95 % der maximalen Herzfrequenz sowie 3-minütiger Erholungspause.

HIT 2: 64 x 15 Sekunden Belastungsintervalle bei 90–95 % der maximalen Herzfrequenz.

Insgesamt dauerten die HIT-Blöcke 12 Tage und es wurden die Auswirkungen auf VO_2max sowie die Laufleistung überprüft. Nach 4 Wochen fanden Nachtests statt.

Kleinfeldspiele im geschlossenen Feld: 2 gegen 2, 3 gegen 3 und Unterzahlspiel 2 gegen 4 zeigten höhere körperliche Belastungen als 4 gegen 4, Überzahlspiel 4 gegen 2 und Spiele im offenen Feld.

Ergebnisse: Bei beiden HIT-Blöcken stiegen die VO_2max, die Laufleistung sowie die Wechselsprintleistung um 6,3 % und zeigten nachhaltige Wirkung während der Wettkampfsaison und auch über die Winterpause hinweg.

Praxisbeispiel HIT im Tennis

HIT im Tennis:

Vergleich: HIT und Intervall-Sprint-Training im Tennis

In einer Tennisstudie wurden die Effekte eines Intervall-Sprint-Trainings (IST) und eines HIT (Hochintensives Intervall-Training) auf die allgemeine und tennisspezifische Ausdauerleistungsfähigkeit und die Spielfähigkeit untersucht. Teilnehmer waren 32 männliche Turnierspieler.

IST-Design: 10 Sprints, bei denen jeweils eine Sprintdistanz in maximalem Tempo von 21 m in ca. 5 Sekunden zurückgelegt werden musste, die passive Pause betrug beim IST 15 Sekunden. Umfang: 3 Serien dieser 10er-Sprints mussten durchgeführt werden.

HIT-Design: Pro Belastungsblock (Serie) 3 Wiederholungen mit je 90 s; sehr hohe Intensität, festgelegt durch das individuell erreichte maximale Level aus einem Tennis-Test; Intensität immer über 90 % der maximalen Herzfrequenz; aktive, dreiminütige Trabpausen; Umfang: 3 Serien à 3 HIT-Wiederholungen über jeweils 90 Sekunden

Ergebnisse:
Die beiden Programme wurden über 6 Wochen jeweils dreimal pro Woche mit einem Abstand von mindestens 48 Stunden durchgeführt. Das HIT-Training nahm ca. 1 Stunde in Anspruch, das IST-Training ca. 40 Minuten. Die maximale Sauerstoffaufnahme stieg in beiden Gruppen um 6,0 % beim HIT und 4,9 % beim IST. Das HIT führte zu größeren Anstiegen in einem tennisspezifischen Ausdauertest. Nur das IST führte neben der signifikanten Erhöhung der VO2max auch zu einer Erhöhung der Intervall-Sprintfähigkeit. Das Intervallsprint-Training ist somit eine wirkungsvolle und gleichzeitig trainingsökonomische Methode, um gleichermaßen aerobe und anaerobe Adaptationen hervorzurufen (vgl. *Zimek* et al. 2011).

Praxisbeispiel HIT im Tischtennis

HIT im Tischtennis:

Proband: 17-jähriger Tischtennis-Oberligaspieler, D-Kader TTVWH, ca. 2 x Training pro Woche

HIT-Methodik: 20 Bälle in 15 Sekunden; Einspielen durch Balleimer; Übung: Vorhand-Topspin mit kleiner Beinarbeit, 15 s Einspielen/15 s Pause, davon 8 Wiederholungen (8 x 15/15); Serienpause: 3 min; Laktatmessung, Erfassung der HF (Polar-Electro S 210, vgl. *Friedrich* 2016).

6.6.1 Ausdauertrainingsbereiche – abgeleitet von der maximalen Herzfrequenz

Herzfrequenz im Ausdauertraining

Man kann Ausdauer auch trainieren, indem man die Belastungsintensität an der Herzfrequenz festmacht. Die Herzfrequenz stellt sportmedizinisch gesehen im Fitnessbereich eine repräsentative Messgröße zur Beurteilung der Beanspruchung des Herz-Kreislauf-Systems dar. **Sie stellt in der Trainingspraxis die bevorzugte Messgröße zur Steuerung der Laufbelastung dar.** In den vergangenen Jahren hat sich eine Vielzahl von Sportmedizinern damit beschäftigt, eine einfache und treffende Handhabung zu empfehlen. Die Herzfrequenzen liegen im Allgemeinen im Laufen höher als beim Radfahren oder auch Schwimmen, da mehr Muskelmasse im Einsatz ist. Weiterhin bleiben bei diesen Empfehlungen Sportart, Alter, Geschlecht und die Dauer unberücksichtigt.

Ausbelastungstest

Die maximale Herzfrequenz erhält man mithilfe eines **Ausbelastungstests**. Dazu wird eine Strecke benötigt, die insgesamt leicht ansteigt. Die gesamte Laufzeit beträgt ca. 10 Minuten. Die ersten 8 Minuten sollen zügig gelaufen werden, die letzten beiden Minuten – sofern noch möglich – im vollen Sprint (*Nieß* 2005, persönliche Mitteilung).

6.6.2 Ausdauertraining nach der Karvonen-Formel

Intensitätssteuerung nach der Karvonen-Formel

Der Finne *Karvonen* hat die Methode der maximalen Herzfrequenz-Reserve (HF_{res}) entwickelt. Die Herzfrequenz-Reserve stellt die Differenz zwischen HF_{max} und HF_{Ruhe} dar.

Der Ruhepuls (HF_{Ruhe}) wird morgens im Bett vor dem Aufstehen über einen Zeitraum von einer Woche gemessen. Aus den gewonnenen Werten kann dann der Mittelwert aus folgender Formel errechnet werden.

$HF_{res} = HF_{max}$ minus HF_{Ruhe}

Praxisbeispiel 1

Ein Sportler hat eine Ruhefrequenz (HF_{Ruhe}) von 65 Schlägen und eine HF_{max} von 200 Schlägen/min. Seine HF_{res} beträgt dann 200 – 65 = 135 Schläge/min.

Die prozentuale Trainingsherzfrequenz ($HF_{proz.Tr.}$) – hier 70 % – wird folgendermaßen bestimmt:

$HF_{proz.Tr.} = HF_{Ruhe} + (70\ \% \times HF_{res})$

$HF_{proz.Tr.} = 65 + (0{,}7 \times 135) = 65 + 95 = 160$ Schläge/min

Wenn also die Ruhefrequenz und die HF_{max} bekannt sind, kann nach einer weiteren Formel von *Karvonen* auch die individuelle Belastung bestimmt werden.

Praxisbeispiel 2

Zwei Sportler, die mit dergleichen Geschwindigkeit laufen, können dies bekanntlich mit unterschiedlichen Herzfrequenzen tun. Daraus zu folgern, dass der Läufer mit der höheren Herzfrequenz stärker belastet wird, ist nicht immer korrekt. Gehen wir davon aus, dass der eine Läufer eine HF_{max} von 210 Schlägen/min hat. Seine Herzfrequenz während des Laufes beträgt 160. Sein Trainingspartner hat eine maximale Herzfrequenz von 170 Schlägen/min und während des Laufens von 140 Schlägen/min. Der erste Läufer ist 50 Schläge unter seiner HF_{max} und der zweite 30 Schläge. In diesem Beispiel wird der zweite Läufer stärker belastet. Mit der folgenden Formel von *Karvonen* kann die Belastungsintensität berechnet werden:

$$\frac{HF_{Belastung} - HF_{Ruhe}}{HF_{max} - HF_{Ruhe}} \times 100\ \% = \ldots\ldots\ldots\ldots\ \%$$

Wenn man davon ausgeht, dass beide Läufer die gleiche Ruhefrequenz von 50 Schlägen/min haben, dann beträgt die prozentuale Belastung 69 % für den ersten Läufer und 75 % für den zweiten (vgl. *Janssen* 2003).

Die Karvonen-Formel geht von folgenden Prozentzahlen der Herzfrequenz aus:
- 60 % für Regenerationstraining und sehr langes extensives Ausdauertraining,
- 70 % für normales Ausdauertraining,
- 80 % für intensives Ausdauertraining.

Eine weitere, aufgrund ihrer Einfachheit in der Praxis sehr gut anwendbare Faustformel lautet:
Trainingsherzfrequenz = 220 – Lebensalter, davon 60–85 % in Herzschlägen pro Minute
Im 60 %-Bereich werden anteilig mehr Fette verstoffwechselt, bei 85 % mehr Kohlenhydrate.

6.6.3 Minimaltrainingsprogramme

Minimalprogramme im Ausdauertraining

In Industrieländern belasten sich die meisten Menschen weder im Beruf noch in der Freizeit ausreichend körperlich. Die verminderte Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems wirkt sich nach Meinung der Sportmediziner negativ auf den Verlauf von Herz-Kreislauf-Erkrankungen aus. *Hollmann* hat den Begriff der Minimalprogramme entwickelt (Tab. 6.11), worunter verstanden wird, mit möglichst geringem apparativem und zeitlichem Aufwand einen möglichst großen Effekt gesundheitlich wertvoller Adaptation zu erreichen (vgl. *de Marées* 2003).

Ein tägliches Training von 10 Minuten Dauer ist wirksamer als ein einmaliges Training über 60–70 Minuten pro Woche.

	Tägliches Training	**3 x wöchentliches Training**
Belastungsdauer	ca. 10 Minuten	ca. 30–40 Minuten
Belastungsintensität	• 50–70 % der individuellen Kreislaufleistungsfähigkeit • Dies entspricht 130–150 Schläge/min bei 20- bis 30-jährigen Untrainierten • *Formel für ältere untrainierte Personen:* Belastungsherzfrequenz = 180 minus Lebensalter	Wie bei täglichem Training

Tab. 6.11: Minimalprogramm im Ausdauertrainingsbereich (mod. nach *de Marées* 2003)

6.7 Praxisbeispiele zum Ausdauertraining

Trainingsbeispiele zur Ausdauer

Das Training soll auf den Fitnessbereich ausgerichtet sein, mit dem Ziel, einen **12-Minuten-Lauf** bzw. **30-Minuten-Lauf** optimal zu absolvieren. Um die jeweiligen Ziele zu erreichen, ist es notwendig, sich mit den Intensitäts- und Belastungsbereichen zu beschäftigen. Die erste Frage wird nachfolgend mit dem **Trainingsmittel Laufen** beantwortet. Die zweite Frage wird differenzierter angegangen.

Es wird das Ausdauertraining von zwei Sportlern beschrieben:

- Absoluter Laufanfänger, 14 Jahre alt, durchschnittlich sportlich begabt.
  Ziel: Distanzmaximierung beim 12-Minuten-Lauf.
- Vereinssportler aus einem Ballspiel (z.B. Handball, Volleyball, Basketball, Tischtennis, Fußball, Tennis) mit ca. zweimalig wöchentlichem spezifischem Training und Wettkampfteilnahme an Wochenenden, geringe Lauftrainingserfahrung vorhanden, 16 Jahre alt, durchschnittlich sportlich begabt, HF_{max}: 200 Schläge/min, Ruhefrequenz: 60 Schläge/min.
  Ziel: Distanzmaximierung beim 30-Minuten-Lauf.

6.7.1 Trainingsplan für einen 12-Minuten-Lauf

Trainingsplan 12-Minuten-Lauf

Ziel des 14-jährigen Schülers ist es, nach etwa 4-monatigem Training bei einem 12 Minuten dauernden Lauf eine möglichst weite Distanz im Stadion zurückzulegen.

Vorüberlegungen zur Trainingsplanung

Der 12-Minuten-Lauf zählt zur **Langzeitausdauer 1**, allerdings an der zeitlichen Untergrenze zur Mittelzeitausdauer. Die **Energiebereitstellung ist aerob** und wird hauptsächlich durch die Verbrennung von Kohlenhydraten (Muskelglykogen) gewährleistet. Der **Lauf** des 14-jährigen sollte **gleichmäßig** erfolgen, damit die Laktatbildung möglichst gering bleibt, also im Bereich unter 4 mmol/l, den man als anaerobe Schwelle bezeichnet. In der Praxis werden von sehr guten Läufern aufgrund der Charakteristik dieses Lauftests zum Teil deutlich höhere Laktatwerte erreicht.

Da nur ca. 4 Monate (= 16 Wochen) zur Verfügung stehen, empfiehlt es sich, einen Trainingsplan aufzustellen. Da der Schüler noch über keinerlei Lauferfahrung verfügt, ist das erste Ziel, ihn vorsichtig an die Belastung heranzuführen. Der gesamte Bewegungsapparat muss sich erst an diese **körperliche Belastung** gewöhnen. Genauso wichtig, vielleicht sogar noch wichtiger, sind bei vielen Laufanfängern die **psychische Belastung** sowie die Motivation. Eine Überforderung ist in jedem Falle zu vermeiden. Laufen macht mehr Freude, wenn man gemeinsam mit Freunden laufen kann.

2:1- bzw. 3:1-Regel

Merke

Die Regeneration ist ein Schlüssel zum Erfolg beim Ausdauertraining. Beim Aufbau des Trainingsplans wurde die 2:1- bzw. 3:1-Regel berücksichtigt, wonach nach 2 belastenden Einheiten eine regenerative Einheit zu folgen hat bzw. nach 3 belastenden Einheiten eine regenerative Einheit folgt.

Die 16 Wochen wurden in insgesamt 7 Trainingsabschnitte unterschiedlicher Dauer unterteilt (Tab. 6.12).

6.7.2 Trainingsplan für einen 30-Minuten-Lauf

Trainingsplan 30-Minuten-Lauf

Die Situation dieses Schülers unterscheidet sich in einigen Punkten von der des ersten Beispiels. Der Schüler ist älter und hat bereits Lauferfahrung gesammelt. Durch sein zweimal wöchentliches Training mit Wettkämpfen am Wochenende ist der aktive und passive Bewegungsapparat bereits an körperliche Belastung gewöhnt.

Insgesamt stehen ebenfalls 4 Monate (= 16 Wochen) zur Verfügung (Tab. 6.13 und 6.14).

16-wöchiger Trainingsplan

Dauer	1. Woche	2. Woche	3. Woche	4. Woche
Trainings-abschnitt 1	• Walking • bewusster Armeinsatz • auch im hügeligen Gelände • 3-mal/Woche • Dauer: 20–30 min • Walk and talk: Freund/in mitnehmen sich dabei unterhalten können	• Häufigkeit steigern auf 4-mal/ Woche • sonst wie 1. Woche		
Trainings-abschnitt 2	• Mischung aus Walking (W)/ Leichtlaufjogging (LLJ = Laufen ohne Schnaufen, sich dabei unterhalten können) • Verhältnis: 1 min W und 1 min LLJ • Verhältnis: 2 min W und 2 min LLJ • Dauer: 20–30 min • Häufigkeit: 3-mal/Woche	• Mischung W/ LLJ • Verhältnis: 3 min W/ 3 min LLJ • Dauer: 20–25 min • Häufigkeit: 2- bis 3-mal/Woche **= regenerative Woche**	• Mischung W/ LLJ • Verhältnis: 4 min W/ 4 min LLJ • Dauer: 20–30 min • Häufigkeit: 4-mal/ Woche	
Trainings-abschnitt 3	• Häufigkeit: 3- bis 4-mal/ Woche • Dauer: 20 min • Verhältnis: 5 min W/5 min LLJ	• Häufigkeit: 2- bis 3-mal/Woche • Dauer: 20 min • Verhältnis: 7 min W/ 7 min LLJ **= regenerative Woche**		
Trainings-abschnitt 4	• LLJ • Dauer: 10 min • Häufigkeit: 3- bis 4-mal/Woche • wenn notwendig kurze Gehpausen einlegen	• Joggen • Dauer: 10–12 min • Häufigkeit: 3-bis 4-mal/Woche • Gehpausen verkürzen	• LLJ • Dauer: 10–12 min • Häufigkeit: 2- bis 3-mal/Woche • wenn möglich keine Gehpausen mehr **= regenerative Woche**	• Joggen • Dauer: 12 min • Häufigkeit: 3- bis 4-mal/Woche
Trainings-abschnitt 5	• Joggen • Pulsuhr notwendig • Festlegung der Laufgeschwindigkeit: • Formel: 220 minus Lebensalter, davon 70–80 % = Belastungspuls in Schlägen/min • Häufigkeit: 3-mal/Woche • Dauer: 12 min	• Joggen • Häufigkeit: 2- bis 3-mal/Woche • Dauer: 12 min • Intensität: 1-mal bei 70 %, 1-mal bei 80% **= regenerative Woche**	• Joggen • Häufigkeit: 2-mal/Woche • 3 Tage nach dem letzten Lauf erfolgt der 12-Minuten-Test unter realen Bedingungen	
Trainings-abschnitt 6	• Häufigkeit: 3- bis 4-mal/Woche • Dauer: 12 min • 2-mal bei 70 %, 2-mal bei 80 %			
Trainings-abschnitt 7	• Montag: 15 min im Pulsbereich von 140 • Dienstag: 15–20 min im Plusbereich von 160 • Mittwoch: frei • Donnerstag: Kohlenhydratspeicher auffüllen • regenerativer Lauf bei Puls von 120–130 • Dauer: 15 min • Freitag: trainingsfrei • Samstag: Prüfungslauf			

Tab. 6.12: Trainingsplan der 7 Trainingsabschnitte für einen 12-Minuten-Lauf. Es sind alle 16 Trainingswochen dargestellt

16-wöchiger Trainingsplan

Dauer	1. Woche	2. Woche	3. Woche	4. Woche	5. Woche	6. Woche
Trainings-abschnitt 1	Voraussetzung: Pulsuhr • Häufigkeit: 4-mal/Woche • Dauer: 35–40 min • Laufen an Tagen ohne Training/ Wettkampf	wie 1. Woche	Häufigkeit: 3-mal/Woche **= regenerative Woche**	wie 1. Woche	wie 1. Woche	Häufigkeit: 3-mal/Woche **= regenerative Woche**
Trainings-abschnitt 2	• Häufigkeit: 4-mal/Woche • Dauer: 35–40 min • 1. und letzter Lauf bei 158 S/min, mittlerer Lauf mit 144 S/min	wie 1. Woche	• Häufigkeit: 2-mal/Woche • 144 S/min **= regenerative Woche**	• Häufigkeit: 3-mal/Woche • 158 S/min	• Häufigkeit: 3-mal/Woche • 144 S/min	• Häufigkeit: 1-mal/Woche • 158 S/min • Wochenende: Test unter realen Bedin-gungen
Trainings-abschnitt 3	**• Häufigkeit: 2-mal/Woche** **• 144 S/min** **= regenerative Woche**	• Häufigkeit: 4-mal/Woche • 158 S/min	• Häufigkeit: 3-mal/Woche • 1. und letzter Lauf bei 144 S/min, mittlerer Lauf bei 158 S/Min	separat in Abb. 6.14 dar-gestellt		

Tab. 6.13: Trainingsplan der 3 Trainingsabschnitte für einen 30-Minuten-Lauf.

	Wochentag						
Woche	**Mo**	**Di**	**Mi**	**Do**	**Fr**	**Sa**	**So**
1	B		B	B		B	
2	B		B			B	
3	B	B	B		B		B
4	B		B	B		B	
5	B		B	B		B	
6	B		B		B		
7	B		B	B		B	
8	B		B		B		B
9	R		B		R		B
10	B		B		R	B	
11	B				B		B
12			B		R	TEST	
13	R		B		R		B
14	B	B	B		B		R
15	R	B	B		R		B
16	R		B		R		WK

B: Belastung
R: regenerativer Lauf
Test: Testlauf
WK: Wettkampf

Tab. 6.14: Trainingsplan für einen 30-Minuten-Lauf. Dienstags und donnerstags hat der Schüler Vereins-training

Vorüberlegungen zur Trainingsplanung

Der 30-Minuten-Lauf zählt zur **Langzeitausdauer 1**, ist allerdings an der zeitlichen Obergrenze zur LZA 2 gelegen. Die Energiebereitstellung erfolgt aerob primär über die Kohlenhydrate, es werden aber auch ca. 15–20 % Fette verstoffwechselt.

Zuerst wird die Herzfrequenzreserve berechnet:

200 – 60 = 140

Danach wird die **prozentuale Trainings-HF für 70 %** bestimmt:

60 + (0,7 x 140) = 60 + 98 = **158 Schläge/min**

Die **prozentuale Trainings-HF für Regenerationsläufe** liegt bei 60 %:

60 + (0,6 x 140) = 60 + 84 = **144 Schläge/min**

Die letzte Woche vor dem 30-Minuten-Test ist in Abb. 6.11 dargestellt.

Grafische Darstellung der letzten Woche

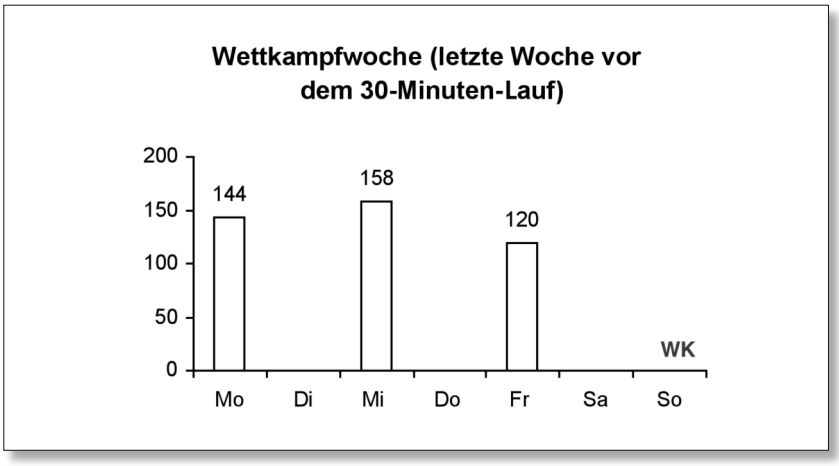


Abb. 6.11: Trainingsstruktur der Wettkampfwoche. Es wir nur dreimal gelaufen, wobei am Freitag ein 20- bis 30-minütiger Fettstoffwechsellauf erfolgen sollte. Am Sonntag findet der 30-Minuten-Lauf statt (WK: Wettkampf).

Bei der Trainingsplanung ist wichtig, dass nach 2–3 formbringenden Wochen eine **regenerative Woche** eingebaut wird.

Erläuterungen zu den Trainingsplänen

Beide Schüler können natürlich auch einmal andere Trainingsmittel anwenden. Dies sollte aber eher bei den regenerativen Läufen erfolgen und bei beiden Schülern nicht in der Vorwettkampfwoche. Beide sollten auch über entsprechende regenerative Maßnahmen informiert werden, wobei besonders auf die vitaminreiche Ernährung (Immunsystem) sowie den Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt zu achten ist.

Auflösung des einführenden Beispiels (S. 85)

Die beiden Mädchen führen einen Lauf durch, der zur **Langzeitausdauer** (genauer LZA II) zählt. Beim Loslaufen entsteht ein **Sauerstoffdefizit**. Die Energiebereitstellung erfolgt vornehmlich aerob über die Verbrennung von Kohlenhydraten (primäre Energiequelle), aber auch Fetten (sekundäre Energiequelle). Die **Kohlenhydratverbrennung** dominiert deutlich. Zu Beginn des Laufes befinden sich beide im **Steady State**, sie laufen beide an der aeroben Schwelle. Der Berganstieg erfordert mehr Energie im Muskel, sodass das Herz-Kreislauf-System gezwungen ist, mehr Substrate und Sauerstoff heranzutransportieren. Die Pulsfrequenz steigt an. Nach der überwundenen Steigung brauchen beide eine kurze Zeit, um wieder im Steady State laufen zu können, da sie zu Beginn der Steigung ein Sauerstoffdefizit eingegangen sind. Auf der Wiese und dem weichen Boden haben sie eine erhöhte Muskelaktivität und der Sauerstoffbedarf steigt leicht an. Nach Beendigung des Laufes atmen beide noch ihre **Sauerstoffschuld** ab und füllen ihre Sauerstoffdepots wieder auf.

6.8 Zusammenfassung

Ein gezieltes Ausdauertraining hat vielfältige positive Anpassungserscheinungen im menschlichen Organismus zur Folge. Dies setzt eine genaue Planung des Ausdauertrainings voraus. Von zentraler Bedeutung für die Gesundheit sind vor allem die Anpassungserscheinungen im Herz-Kreislauf-System. Ausdauertraining kann aus unterschiedlichen Motiven heraus betrieben werden. Dazu stehen dem Sportler verschiedene Trainingsmittel und Trainingsmethoden zur Verfügung. Vor allem die Auswahl der Trainingsmittel ist für eine regelmäßige Ausübung im Zusammenhang mit der Motivation sehr wichtig.

Aufgaben

Beispiel A: Sportmedizinisch wird Squash wie folgt charakterisiert: Dauer der Spiele bei durchschnittlich 5 Sätzen: ca. 60 Minuten, durchschnittlicher Laktatspiegel: ca. 6,3 mmol/l, Herzfrequenz-steady-State: ca. 180–185 Schläge/min.

- Wozu benötigt der Squashspieler Grundlagenausdauer?
- Wozu benötigt der Squashspieler spezielle Ausdauer?
- Wie sollte der Squashspieler seine Grundlagenausdauer trainieren (Trainingsmethode, Belastungsgefüge)?

Beispiel B: In Abb. 6.12 ist die Herzfrequenzkurve eines 15-jährigen Tischtennisspielers (D-Kader Landesverband) dargestellt; Dauer der Spiele bei durchschnittlich 5 Sätzen: ca. 35 Minuten, durchschnittlicher Laktatspiegel: ca. 1,7 mmol/l.

- Was kann man zur durchschnittlichen Herzfrequenz während der Sätze erkennen?
- In der Satzpause fallen die Pulswerte ab. Auf welche Werte fallen sie durchschnittlich ab?
- Welcher Belastungsform entspricht ein Tischtennisspiel?
- Welche Schlussfolgerungen kann man im Hinblick auf das Grundlagenausdauertraining daraus ziehen?
- Ein Trainer ordnet für die Tischtennisspieler ein Schnelligkeitsausdauertraining an. Kommentieren Sie dies im Hinblick auf die tatsächliche Belastung im Spiel.

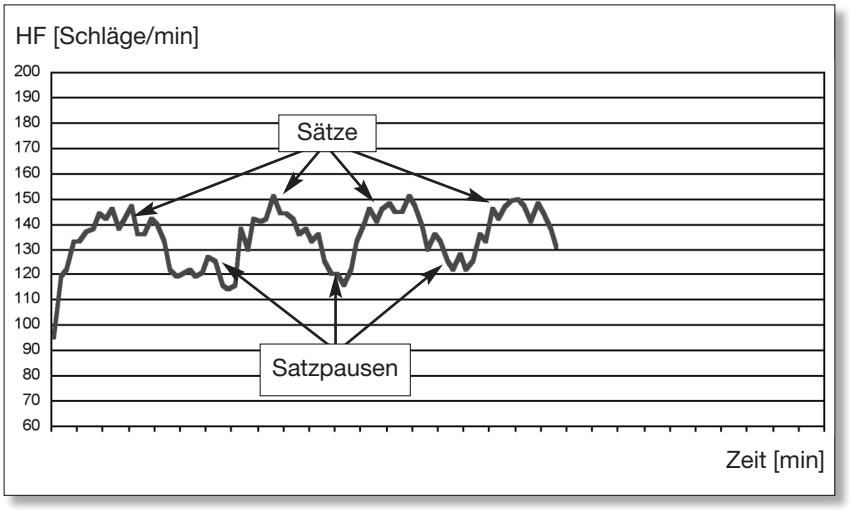


Abb. 6.12: Herzfrequenzkurve eines 15-jährigen D-Kader-Mitgliedes des TTVWH. Es sind 4 Sätze dargestellt (vgl. *Friedrich* 2005)

Weitere Fragen zum Thema Ausdauer:

- Durch welche Trainingsmethoden kann die allgemeine aerobe Grundlagenausdauer trainiert werden?
- Welche Anpassungserscheinungen ergeben sich durch Ausdauertraining im Stoffwechsel?
- Welche Anpassungserscheinungen ergeben sich durch Ausdauertraining im vegetativen Nervensystem?
- Wie verändern sich bei einem Dauerlauf von ca. 30 Minuten Dauer bei einem 16-jährigen Schüler Herzfrequenz, Herzminutenvolumen und arteriovenöse Sauerstoffdifferenz?
- Wie können durch Ausdauertraining maximale Herzfrequenz und Herzfrequenz in Ruhe verändert werden?
- Ein 17-Jähriger besitzt überdurchschnittlich viele ST-Fasern in seiner Skelettmuskulatur. Für welche Sportarten ist er besonders gut geeignet?
- Welche Ursachen für Ermüdung kennen Sie?
- Was kann ein Sportler für seine Regeneration tun?
- Von welchen externen und internen Faktoren hängt das maximale Sauerstoffaufnahmevermögen ab?
- Was sind fixe Laktatschwellen? Wozu dienen sie?
- Was versteht man unter der individuellen anaeroben Schwelle?
- Ein Fußballspieler antwortet auf die Frage, wie er seine Ausdauer trainiere: »Ich laufe im Training lange genug mit und ohne Ball über den Rasen.« Worin liegt das Problem im Hinblick auf das Ausdauertraining?
- Was versteht man unter Sauerstoffschuld bzw. -defizit? Erklären Sie, wie beide zusammenhängen.
- Was besagt die 2:1- bzw. 3:1-Regel?

Krafttraining

7

Hinführung zur Thematik über ein Praxisbeispiel

Wir machen einen Rundgang durch das Fitnesscenter eines Sportvereins: Im Gymnastikraum führt eine Gruppe von **Freizeit- und Fitnesssportlern** kräftigende Funktionsgymnastikübungen mit Therabändern durch. Sie wollen durch das Training etwas »für ihre Figur« tun. Im Kraftraum trainieren zwei 17-jährige Radrennsportler, ein Junge und ein Mädchen, abwechselnd an der Beinpresse mit sehr hohen Wiederholungszahlen. Das Mädchen trainiert im Vergleich zu ihrem männlichen Vereinskollegen mit geringeren Gewichten. Das Training soll bei den beiden **Jugendlichen** dazu dienen, ihre Leistungen auf dem Rennrad zu verbessern.
An den Freihanteln für die Bizepsmuskulatur trainieren einige muskulöse Männer, die sich nach den Übungen häufig im Spiegel mustern. Sie legen sehr hohe Gewichte auf. Es sind **Bodybuilder**. An der Butterflymaschine übt ein 60-jähriges Ehepaar im **Seniorensport**, um im Alter länger fit zu bleiben. Die Frau muss für die Übungsdurchführung das Gewicht, mit dem ihr Mann trainiert hat, jedes Mal wieder reduzieren. Direkt neben ihm belastet ein 40-Jähriger nach einer Meniskusoperation mit geringen Gewichten die Muskeln seiner Oberschenkelvorder- und Rückseite. Er absolviert ein **Aufbautraining in der Rehabilitation**.
Weiterhin anwesend sind die **Bundesliga-Basketballspieler** des örtlichen Sportvereins. Bei ihnen fällt auf, dass sich jeder Spieler an den einzelnen Kraftgeräten mit seinem individuellen Gewicht belastet. Zwischendurch springen sie immer wieder von kleinen Kästen herunter und sofort wieder hoch nach oben weg. Sie haben außerdem Trainingstagebücher dabei, in die sie ihre Übungen zur Kontrolle eintragen.

Krafttraining kann sehr vielfältig und abwechslungsreich sein. Man kann es an fest installierten Krafttrainingsgeräten, mit freien Hanteln oder durch gymnastische Übungen durchführen. Man kann es aus unterschiedlichen Motiven heraus betreiben, wie im obigen Beispiel die Freizeit-, Seniorensportler (Motiv: **allgemeine Fitness**), die jugendlichen Radrennsportler (Motiv: **Verbesserung der Leistung** im Radrennsport), die Bodybuilder (Motiv: **Muskelmasse aufbauen, Aussehen verbessern**), der Rehabilitationssportler (Motiv: **Belastbarkeit wiedererlangen**) oder die Bundesliga-Basketballspieler (Motiv: **Leistungssteigerung im Hochleistungssport**).

Von der Altersspanne her betrachtet, findet man vom Jugendlichen bis zum Senior alle Altersklassen im Krafttraining. Auffallend ist auch, dass alle Sportler mit individuellen Gewichten oder Wiederholungszahlen trainieren. Am Beispiel der beiden Radrennsportler sowie des Seniorenehepaars wird das Trainingsprinzip der Trainierbarkeit deutlich.

Außerdem kann man erkennen, dass alle Sportler die Kraft auf eine andere Art und Weise trainieren. Das hängt damit zusammen, dass es **unterschiedliche Kraftarten** (Abb. 7.1) gibt, die mit **unterschiedlichen Methoden** trainiert werden müssen. Dabei hat jede Sportart bzw. Disziplin ein spezifisches Anforderungsprofil im Hinblick auf die Kraft, welches die Methodik wesentlich bestimmt, nach der trainiert werden sollte. Im Fitness- und Gesundheitssport kommt dem Krafttraining in Form von funktionellen Kräftigungs- und Stabilisationsübungen eine wichtige Rolle im Hinblick auf die Prophylaxe von Haltungsschäden zu.

Bedeutung der Kraft im Ausdauerbereich

Im Sport hat die Kraft eine zentrale Bedeutung, da der Mensch eigentlich für alle körperlichen Belastungen, Kraftleistungen der Muskulatur benötigt. Genau genommen kann ein **Ausdauersportler,** beispielsweise ein Marathonläufer, ohne die Kraftfähigkeit seiner Muskulatur seine Beine nicht bewegen. Vor diesem Hintergrund wird auch verständlich, dass in den letzten Jahren das Krafttraining immer mehr Einzug in die Trainingspläne von Ausdauerathleten gefunden hat (Abb. 7.2). Auch zu einem Marathonlauf benötigt man Kraft. Die Höhe der einzelnen Kraftstöße liegt jedoch beim ausdauernden Laufen bei jedem Schritt unter 30 % der maximalen Leistungsfähigkeit, weshalb die Ausdauer und nicht die Kraft leistungsbestimmend ist. Wenn die Intensität der Kraftstöße wie im Sprint oder Weitsprung zunimmt, wird die Kraft immer leistungsbeeinflussender. **Die Kraft ist für viele Sportarten bzw. Disziplinen eine absolute Voraussetzung.**

Definition: Kraft

Definition

Kraft

Kraft ist die Fähigkeit des Nerv-Muskel-Systems, durch Innervations- und Stoffwechselprozesse Muskelkontraktionen mit mehr als 30 % des individuellen Kraftmaximums durchzuführen und dabei Widerstände zu überwinden, ihnen nachzugeben oder sie zu halten (nach *Steinhöfer* 2003).

Arbeitsweisen der Muskulatur

Diese Definition der Kraft beinhaltet drei **grundsätzliche Arbeitsweisen** der Muskulatur:

- **Überwindend (konzentrisch oder positiv dynamisch):** Diese Arbeitsweise dominiert bei der Mehrzahl der sportlichen Bewegungen. Sie ermöglicht es dem Sportler, durch Muskelverkür-

Wechselbeziehungen der Kraft

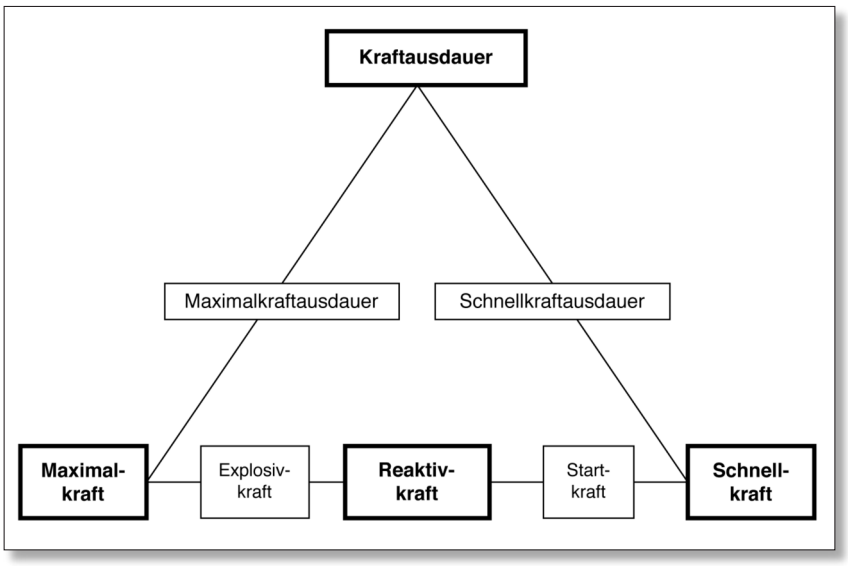


Abb. 7.1: Wechselbeziehungen der Haupterscheinungsformen der Kraft und ihrer komplexen Ausprägungen (mod. nach *Steinhöfer* 2003)

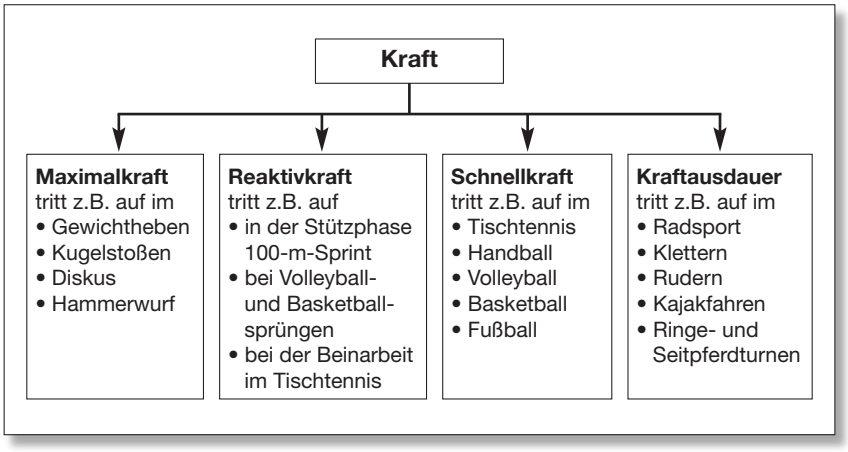


Abb. 7.2: Erscheinungsformen der Kraft und Beispielsportarten/-disziplinen, in denen diese Kraftform auftritt (Definitionen und Beschreibungen der aufgeführten Kraftarten siehe Kap. 7.3–7.5)

zung das eigene Körpergewicht oder Fremdgewichte zu bewegen oder Widerstände zu überwinden.
- **Nachgebend (exzentrisch oder negativ dynamisch):** Diese Arbeitsweise dient dem Abfangen von Sprüngen bzw. der Ausführung von Ausholbewegungen und ist gekennzeichnet durch eine Längenzunahme des Muskels trotz aktiver Kontraktion.
- **Haltend (isometrisch oder statisch):** Diese Arbeitsweise dient der Fixierung bestimmter Körper- und Extremitätenhaltungen. Es findet zwar eine Kontraktion, aber keine Längenveränderung der Muskulatur statt.

7.1 Bedeutung des Krafttrainings

Bedeutung des Krafttrainings

- **Steigerung der sportartspezifischen Leistungsfähigkeit.** Beispiel: Sprunghöhe oder kraftbetonter Körpereinsatz im Basketball.
- **Verletzungsprophylaxe.** Beispiel: Eine gut entwickelte Oberschenkelmuskulatur der Vorderseite und Rückseite bietet z.B. im Fußball einen effizienten Schutz vor Verletzungen des Kniegelenks.
- **Krafttraining im Sinne einer Haltungsprophylaxe.** Beispiel: In den letzten Jahren nehmen die Haltungsschäden z.B. bei Schülern zu. Durch Krafttraining kann man diesen Haltungsschwächen entgegenwirken.

7.1.1 Trainierbarkeit der Kraft

Faktoren der Trainierbarkeit

Damit sich die Muskulatur beim Heranwachsenden entwickelt, muss sie beansprucht werden. Bis zum Alter von etwa 12 Jahren gibt es hinsichtlich der Trainierbarkeit von Mädchen und Jungen keine großen Unterschiede. Mit ansteigendem Alter nimmt sie jedoch bei Jungen bzw. Männern deutlich zu und erreicht bei ihnen zwischen 20 und 30 Jahren ihr Maximum. **Bei Mädchen und Frauen ist die Trainierbarkeit der Kraftfähigkeiten zum Teil deutlich geringer als bei Jungen und Männern.**

Ursache für die Kraftunterschiede bei Frauen und Männern bzw. Mädchen und Jungen (> 12 Jahre) ist das Testosteron (männliches Sexualhormon), welches eine erhöhte Eiweiß aufbauende Wirkung hat. Im Muskelquerschnittbereich können Frauen und Mädchen nicht so hohe Werte wie Männer und Jungen erzielen. **Die Fähigkeit der Adaptation an Krafttraining bleibt beim Menschen bis ins hohe Alter erhalten.**

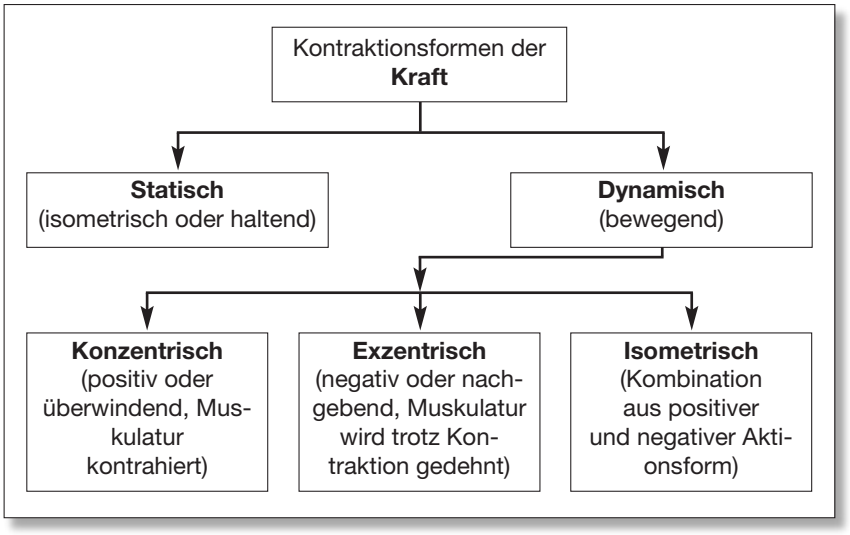


Abb. 7.3: Kontraktionsformen der Kraft (mod. nach *Steinhöfer* 2003)

7.1.2 Kraft bestimmende Faktoren

Kraft bestimmende Faktoren

Die Kraft der quer gestreiften Skelettmuskulatur wird von folgenden Faktoren bestimmt:

- **Muskelquerschnitt:** Der Muskelquerschnitt ist entscheidend für die Größe der Kraftleistung. Dabei vergrößert sich der Querschnitt der einzelnen Muskelfasern.
- **Muskelfaserspektrum:** Die Zusammensetzung, also das Verhältnis der ST- zu den FT-Fasern, bestimmt in starkem Maße die muskuläre Leistungsfähigkeit. FT-Fasern können z.B. mehr Spannung erzeugen als ST-Fasern.
- **Inter- und intramuskuläre Koordination:** *Intramuskulär:* Bei einer Kraftleistung ist es entscheidend, wie viele Muskelfasern eines einzelnen Muskels rekrutiert werden können **(Rekrutierung)** und dass eine große Anzahl motorischer Einheiten gleichzeitig aktiviert wird **(Frequenzierung)**.
  Intermuskulär: Gleichzeitig kommt dem Zusammenspiel verschiedener Muskeln innerhalb einer Bewegung eine wichtige Bedeutung zu. Als Beispiel sei hier ein Tennisschlag erwähnt, dessen Härte (Dynamik) davon bestimmt wird, dass die Muskeln der einzelnen Körpersegmente (grob: Beine, Rumpf, Arme) zeitlich in optimaler Reihenfolge hintereinander geschaltet werden.
- **Energiebereitstellung:** Bei den kurz andauernden maximalen Kraftleistungen hat der Energieumsatz pro Zeiteinheit eine große Bedeutung. Er wird gewährleistet über die **energiereichen Phosphate ATP und KP**, die den anaerob-alaktaziden Stoffwechsel **abdecken. Bei länger anhaltenden zyklischen Belastungen wird zusätzlich die glykolytische Energiebereitstellung** beansprucht, wobei Laktat anfällt. Durch Training vergrößern sich die energiereichen Phosphatspeicher und die Enzymaktivität wird gesteigert.
- **Motivation und Wille:** Die sehr hohen Muskelanspannungen erfordern vom Sportler und Athleten hohe Willensfähigkeiten. Wettkampfatmosphäre (Zuschauer, Gegner) können verstärkt auf die Motivation wirken.
- **Beherrschungsgrad der sportlichen Technik:** Je perfekter eine sportliche Technik beherrscht wird, umso mehr kann das vorhandene Kraftpotenzial leistungsfördernd eingesetzt werden.

7.2 Maximalkraft

Maximalkraft

Bei Gewichthebern ist die Maximalkraft das dominierende Trainingsziel im Kraftbereich. Wie im Eingangsbeispiel und aus Abb. 7.2 zu ersehen ist, trainieren aber auch Sportler aus anderen Disziplinen und Sportarten ihre Maximalkraft. Das hängt damit zusammen, dass die Maximalkraft eine wichtige Basis für andere Kraftarten darstellt. So trainieren z.B. Fußballer, Handballer, Basketball- oder Volleyballspieler die Maximalkraft, obwohl sie in der Sportart nicht dominierend ist. Bei allen vier Sportarten spielt jedoch die Schnellkraft eine dominierende Rolle, deren Ausprägungsgrad von der Maximalkraft mitbestimmt wird.

In Sportarten, in denen die Maximalkraft nicht dominant ist, muss sie in einem **günstigen Verhältnis zum Körpergewicht** ausgebildet werden. Es muss ein optimales Last-Kraft-Verhältnis erreicht werden, welches als Quotient aus der Maximalkraftleistung und dem Körpergewicht berechnet und als relative Kraftfähigkeit bezeichnet wird:

Relative Kraft

$$\text{Relative Kraft} = \frac{\text{Maximalkraft}}{\text{Körpergewicht}}$$

Die relative Kraft spielt unter anderem in folgenden Sportarten/Disziplinen eine Rolle: Kunstturnen, Skispringen, Freiklettern, Judo, Ringen, Rudern, Radrennsport, Gewichtheben. Im Skispringen ist die relative Kraft besonders wichtig. Je leichter die Springer sind, desto weiter können sie fliegen. Ein schnellkräftiger Absprung am Schanzentisch ist z.B. eine wichtige Voraussetzung, um weit fliegen zu können.

Praxisbeispiel Maximalkraft

Grundsätzlich nimmt die Bedeutung der Maximalkraft in allen Sportarten/Disziplinen in dem Maße zu, wie die zu bewältigenden Widerstände (größere Fremdlasten, hohe Reibungswiderstände) zunehmen. Deshalb spielt die Maximalkraft auch eine wichtige Rolle bei Radrennsportlern (vor allem Bahnradsport), Judokas, Ringern oder auch Ruderern. Bei trainierten Diskuswerfern, Kugelstoßern oder auch Ruderern fällt auf, dass mit zunehmendem Körpergewicht die Fähigkeit zur Entwicklung hoher Maximalkraft ansteigt. Das ist einer der Gründe, weshalb in bestimmten Sportarten/Disziplinen Gewichtsklassen eingeführt wurden.

Definition

Maximalkraft
Die Maximalkraft stellt die höchstmögliche Kraft dar, die das neuromuskuläre System bei maximaler willkürlicher Kontraktion auszuüben vermag.

Dynamische und statische Maximalkraft

Im Sport gibt es Situationen, in denen die Maximalkraft entweder dynamisch oder statisch benötigt wird. Die **dynamische Maximalkraft** ist die höchste Kraft, die das neuromuskuläre System bei willkürlicher Kontraktion bei einer Bewegung realisieren kann. Die **statische Maximalkraft** ist die höchste Kraft, die das neuromuskuläre System bei willkürlicher Kontraktion gegen einen unüberwindlichen Widerstand auszuüben vermag.
Die Maximalkraft hängt von folgenden Faktoren ab:

- Muskelquerschnitt,
- intramuskuläre Koordination,
- intermuskuläre Koordination.

Durch das Training jeder einzelnen Komponente kann die Maximalkraft verbessert werden.

7.2.1 Trainingsmittel zur Verbesserung der Maximalkraft

Methodische Grundüberlegungen zur Maximalkraft

Im Gesundheits- und Fitnesssport trainiert man anders als im **Leistungssport**. Dabei geschieht die Festlegung der Gewichtslasten im Leistungssport in der Regel durch einen Maximalkraftversuch. Von diesem Maximalwert ausgehend, werden die anderen Intensitäten berechnet, mit denen belastet wird. Dabei wird ausgetestet, wie hoch die Anzahl der Wiederholungen mit verschiedenen Gewichten maximal ist. Tab. 7.1 gibt einen Überblick über die Methoden des Maximalkrafttrainings.

IK-Training

Durch IK-Training kann ein Sportler kräftiger werden, ohne an Muskelmasse zuzulegen. Dies ist in einigen Sportarten wichtig wie z.B. Volleyball, Skispringen, Hochsprung, Stabhochsprung, Eiskunstlauf oder Basketball. In diesen Sportarten bzw. Disziplinen würde eine Muskelmassenzunahme ab einem bestimmten Niveau kontraproduktiv zur Sprunghöhe wirken. **Außerdem bleibt das IK-Training wegen der erhöhten Verletzungsgefahr den Leistungs- und Hochleistungssportlern vorbehalten.**

	Standard-methode	Intensive Body-buildingmethode Fitness-/Gesundheitssport	Pyramidenmethode	Maximalkraftmethode Leistungssport
Belastungsgefüge	**Q-Training**	**Q-Training**	**Q-Training**	**IK-Training**
Belastung	Konzentrische submaximale Krafteinsätze	Konzentrische submaximale Krafteinsätze	Konzentrische submaximale Krafteinsätze	Konzentrische maximale Krafteinsätze
Intensität (%)	70–80	80–95	60–95	100
Tempo	Zügig	Langsam	Zügig	Maximal
Wiederholungen	8–12	5–8	20–5	1–2
Serien	3	3–5	Jeweils 1 pro Pyramidenstufe	5
Pause	> 3 min	> 3 min	> 3 min	> 3 min

Tab. 7.1: Trainingsmethoden zur Verbesserung der Maximalkraft (Q-Training: Querschnittsverbesserung des Muskels, IK-Training: intramuskuläre Koordinationsverbesserung; mod. nach *Hohmann* et al. 2007)

Den Zusammenhang zwischen Wiederholungszahl und Muskelmassenzunahme veranschaulicht Abb. 7.4.

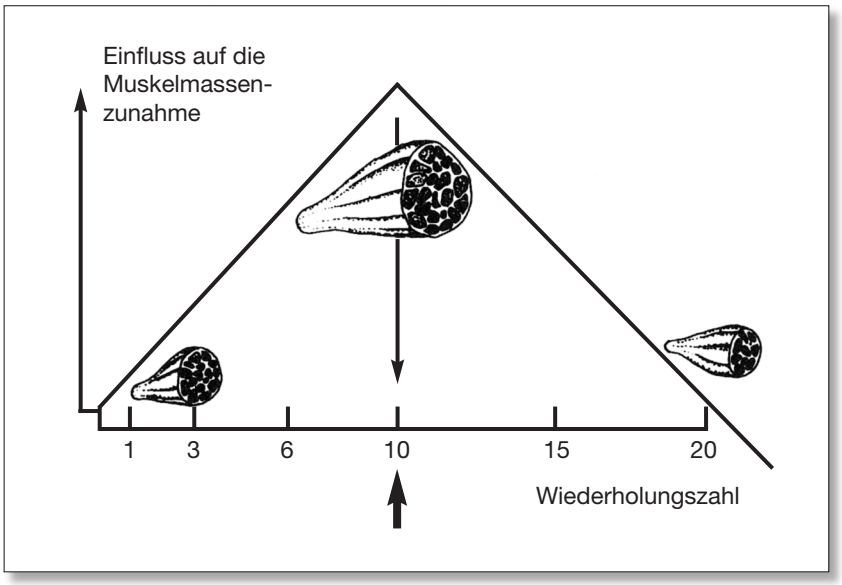


Abb. 7.4: Einfluss der Wiederholungszahl auf die Entwicklung der Muskelmasse (*Weineck* 2004 a)

Wirkung von IK- und Q-Training

Wie zu erkennen ist, liegen alle Methoden von Tab. 7.1 mehr oder weniger im Bereich der optimalen Muskelmassenzunahme. Die Wirkung von IK-Training und Q-Training ist in Abb. 7.5 dargestellt. Zu Beginn eines Krafttrainings (A) gibt es Fasern, die rekrutiert werden können, und in der Abbildung schwarz dargestellt sind. Zu Beginn eines Krafttrainings (B) oder beim IK-Training werden zunächst weitere Muskelfasern rekrutiert. Es findet ein Kraftanstieg ohne Hypertrophie statt. Im weiteren Verlauf eines richtig dosierten Maximalkrafttrainings kommt es dann zu einem Dickenwachstum (Hypertrophie) der einzelnen Muskelfasern (C). Das dauert allerdings bei drei- bis viermaligem Krafttraining Wochen bis Monate.

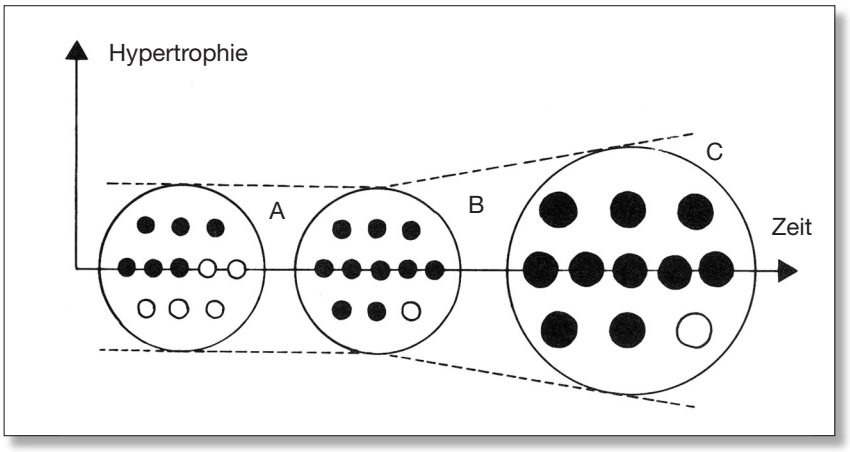


Abb. 7.5: Mechanismus des Krafttrainings (nach *Weineck* 2004 a)

7.3 Kraftausdauer

Arten der Kraftausdauer

Bei der Tour de France entscheidet sich in der Regel die gesamte Tour während der Alpen- oder Pyrenäenetappen. Hier kommt neben der auf ebener Strecke dominierenden aeroben Grundlagenausdauer eine weitere entscheidende konditionelle Fähigkeit zum Tragen, die sog. **Kraftausdauer**, hier in ihrer **dynamischen Form**.

In Schulen finden sich zunehmend Kletterwände. Um sich an einer Kletterwand zu »halten«, wird ebenfalls die Kraftausdauer benötigt, hier in ihrer **statischen Form**.

Definition Kraftausdauer

Definition

Kraftausdauer
Die Kraftausdauer stellt die Ermüdungswiderstandsfähigkeit der Muskulatur bei lang andauernden oder sich wiederholenden Kraftleistungen dar. Sie kann mehr zur Ausdauer oder mehr zur Kraft hin tendieren.

Komponenten der Kraftausdauer

Die Kraftkomponente ist die Basis der Kraftausdauerleistung. Im einzelnen Bewegungszyklus stellt die Maximalkraftfähigkeit die Basis für die Kraftausdauerleistung dar. Mit zunehmender Belastungsdauer im Wettkampf nimmt der Einfluss der Maximalkraft deutlich ab. Die **Ausdauerkomponente** wird von der Belastungsdauer, der Bewegungsfrequenz und den sportartspezifischen Besonderheiten bestimmt (Abb. 7.6).

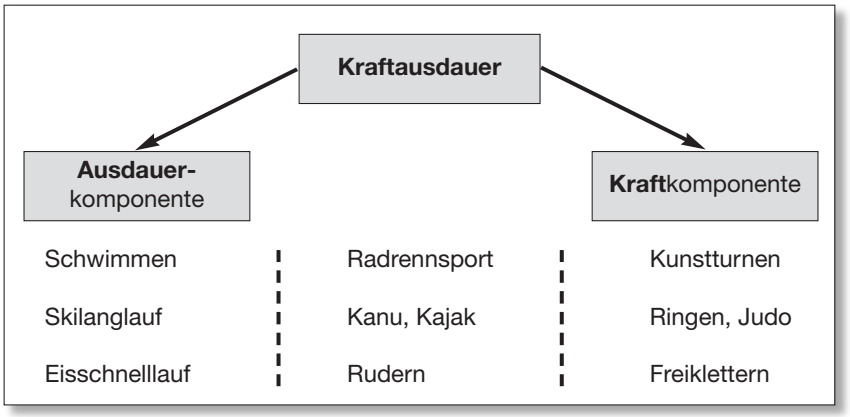


Abb. 7.6: Zuordnungstendenz bestimmter Sportarten/Disziplinen zu den Polen Ausdauer bzw. Kraft im Spektrum der Kraftausdauer. Die gestrichelte Linie bedeutet, dass die Übergänge fließend sind.

Biologische Grundlagen der Kraftausdauer

Biologische Grundlagen der Kraftausdauer sind:

- intra- und intermuskuläre Koordination,
- lokale Durchblutung,
- aerobe und anaerobe Stoffwechselkapazität,
- Muskelfaserart (FT-Fasern).

7.3.1 Training der Kraftausdauer

Training der Kraftausdauer

Das übergeordnete Trainingsziel im Bereich der Kraftausdauer besteht darin, die Höhe der einzelnen Kraftstöße während der Wettkampfdauer möglichst gering zu halten bzw. die Höhe der einzelnen Kraftstöße zu optimieren.

Dynamische Kraftausdauer

Kriterien für das Training der Kraftausdauer sind die Reizstärke in Prozent der maximalen Kontraktionskraft und der Reizumfang als Summe der Wiederholungen. Durch das Training der **dynamischen Kraftausdauer** kommt es zu einer Verbesserung der muskulären Pufferkapazität (Laktat), zu einer Vergrößerung der beanspruchten Energiespeicher, vor allem der energiereichen Phosphate und der Glykogenspeicher, und zu einer besseren Erholungsfähigkeit der Muskulatur.

Statische Kraftausdauer

Die **statische Kraftausdauer** steht in engem Zusammenhang mit der Maximalkraft. Sie wird z.B. beim Kreuzhang an den Ringen, beim Fixieren einer Hantel, beim Ringen oder Freiklettern benötigt. Problematisch beim statischen Krafttraining ist, dass die Durchblutung der Muskulatur bei einer Kraftbelastung zwischen 15 und 50 % der statischen Maximalkraft zunehmend beeinträchtigt wird. Es wird zu wenig Sauerstoff in die Muskelzelle geliefert, sodass die Energiebereitstellung zunehmend anaerob-laktazid erfolgt, wodurch sich die Haltezeit ab 50 % des isometrischen Anspannungsmaximums drastisch verringert. Tab. 7.2 zeigt eine mögliche Trainingsmethode zur Verbesserung der Kraftausdauer auf (vgl. *Weineck* 2004 a).

Arbeitsweise der Muskulatur	Konzentrisch-exzentrisch
Intensität	Last: 50–70 %
Durchführungsgeschwindigkeit	Langsam bis zügig
Dauer der Übung	25–50 Wiederholungen bis zur Ermüdung
Pause	1–3 Minuten bei höherer Last, 0,5–2 Minuten bei niedriger Last
Umfang	5–10 Serien

Tab. 7.2: Kraftausdauer-Trainingsmethode (mod. nach *Steinhöfer* 2003)

Hohmann et al. (2007) schlagen die in Tab. 7.3 dargestellten Trainingsmethoden vor.

Trainings-methoden	Mittelintensive dynamische Kraftausdauermethode	Callanetics (im Fitness-/Gesundheitssport)
Belastung	Dynamische Krafteinsätze	Statische/ dynamische Krafteinsätze
Intensität	50–60 %	15–30 %
Tempo	Zügig	Statisch/langsam
Wiederholungen	25–40	1 bei 30–20 Sekunden Dauer bzw. 80–100
Serien	6–10	3–5
Pause	> 2 Minuten	> 2 Minuten

Tab. 7.3: Kraftausdauertrainingsmethoden im Freizeit- und Fitnesssport

Sportmedizinische Untersuchungen zum Kraftausdauertraining weisen darauf hin, dass es bei gleich bleibendem Gewicht unter Umständen ratsam ist, im Trainingsverlauf die Wiederholungszahlen von Serie zu Serie zu reduzieren oder – wenn die Wiederholungszahlen gehalten werden sollen – die Last entsprechend zu reduzieren (vgl. *Fröhlich* et al. 2003).

7.3.2 Circuittraining

Das Circuit- bzw. »**Zirkeltraining**« stellt eine weitere Möglichkeit des Krafttrainings dar. Je nach Zielsetzung, Alter und Leistungsvermögen werden 6–12 Stationen im Kreis (engl.: circuit) durchlaufen, in denen die für die Sportart **wichtigsten Muskelgruppen in wechselnder Reihenfolge** trainiert werden. Die Arbeitszeit beträgt im Mittel je nach Zielsetzung 20–40 Sekunden. Das Belastungs-Pausen-Verhältnis ist in Tab. 7.4 dargestellt.

Circuittraining

	Belastungsanteil (Zeitdauer)	Pausenanteil (Zeitdauer)
Leistungsstarke Gruppen	1 (z.B. 40 Sekunden)	1 (40 Sekunden)
Leistungsschwache Gruppen	1 (z.B. 30 Sekunden)	2 (60 Sekunden)

Tab. 7.4: Belastungs-Pausen-Verhältnis im Circuittraining bei leistungsstarken bzw. leistungsschwachen Sportlern/Athleten

Vorteile des Circuittrainings

Das Circuittraining hat folgende Vorteile:

- Viele Sportler können auf engem Raum beschäftigt werden.
- Es können mehrere Kraftformen trainiert werden.
- Die Übungsintensität kann variabel gestaltet werden.
- Die Serienanzahl kann flexibel angepasst werden.
- Das Training ist nicht an bestimmte Trainingsphasen gebunden.
- Es kann den Gegebenheiten der Hallen (Geräte) angepasst werden.
- Es bietet von Station zu Station abwechslungsreiche Übungen.
- Die Pausen können aufgrund der wechselseitigen Belastung verkürzt werden.

Durchführungshinweise

Für die optimale Durchführung sind folgende Hinweise zu beachten:

- Genaue Demonstration und Erläuterung der Stationen erforderlich.
- Einteilung leistungsstarker Gruppen > Motivation!
- Stationskarten können ausgelegt werden.
- Persönliche Leistungskarten können zur Leistungsdokumentation angelegt werden.
- Pulsfrequenzmessung durchführbar (vorher üben!).
- Die Belastungs- und Pausenzeiten sind unbedingt einzuhalten.
- Die Muskelgruppen sind alternierend zu belasten.
- Der Coach überwacht die Ausführungsqualität der Teilnehmer.
- Der Coach motiviert die Teilnehmer.
- Bei jüngeren Teilnehmern kann man auch Musik laufen lassen.
- Der Zirkel muss so sicher aufgebaut sein, dass keine Verletzungen provoziert werden können.

Das Zirkeltraining ist zwar vielseitig einsetzbar, eignet sich aber **in erster Linie für das Kraftausdauertraining und die allgemeine Kräftigung**. Die Wiederholungszahlen liegen bei etwa 15–30 bei einer Belastung um 45–50 Sekunden und mittlerer Bewegungsgeschwindigkeit. Es kommt also zu einer mehr oder weniger stark ausgeprägten anaerob-laktaziden Energiebereitstellung. Oft werden Schnellkraft und Kraftausdauer kombiniert trainiert, sodass unterschiedliche Ausführungsgeschwindigkeiten vorliegen.

7.4 Schnellkraft

Schnellkraft

Im Zentrum des Schnellkrafttrainings steht der Kraft-Schnelligkeits-Zusammenhang, vor allem die **Verbesserung der schnellen Kontraktionsfähigkeit** der FT-Fasern der Muskulatur. Vor allem in den Spielsportarten wie Basketball, Volleyball, Handball und Fußball, aber auch in den Rückschlagspielen Tischtennis, Tennis, Badminton oder Squash benötigt der Sportler die Schnellkraft. Tischtennisspieler sind beispielsweise in der Lage, bei einem Schmetterschlag den Zelluloidball auf 180 km/h zu beschleunigen, Tennisspieler erreichen bis zu 200 km/h beim Aufschlag und Handballer werfen mit bis zu 130 km/h einen Ball aufs Tor. Basketball- und Volleyballspieler benötigen die Schnellkraft z.B., um höher springen zu können. In der Leichtathletik ist sie im Hochsprung oder im Hürdenlauf wichtig, und ohne Schnellkraft könnten Fußballer nicht optimal zum Kopfstoß hochsteigen.

Einflussgrößen auf die Schnellkraft

Die Schnellkraft hängt von vielen Einflussgrößen ab (Abb. 7.7). Eine davon ist die **Maximalkraft**, deren Bedeutung jedoch umso geringer ist, je geringer die äußeren Widerstände sind. Bei mittleren Belastungen, wie etwa dem Kugelstoßen, wird die Leistung durch die Geschwindigkeit der Kraftentfaltung bestimmt. Diese Komponente der Schnellkraft, die über 20 % der isometrischen Maximalkraft liegt, wird als **Explosivkraft** bezeichnet. Bewegung gegen geringere Widerstände, wie dies die Schlagbewegung mit den Schlägern in den Partnerrückschlagspielen ist, wird als **Startkraft** bezeichnet.

Definition Schnellkraft

Definition

Schnellkraft
Die Schnellkraft ist die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, dem eigenen Körper oder Gegenständen (Schläger, Bälle, Speere, Disken) einen möglichst hohen Kraftimpuls in möglichst kurzer Zeit zu geben.

7.4.1 Training der Schnellkraft

Hinweise zum Schnellkrafttraining

Mit dem Schnellkrafttraining sollen **möglichst hohe Kraftstöße** erreicht werden. Das Training kann dabei an Krafttrainingsmaschinen, Kurz- oder Scheibenhanteln erfolgen oder kann, was die Sprungkraft der Beine anbelangt, z.B. an Sprungbahnen mit kleinen Kästen stattfinden. Wichtig ist,

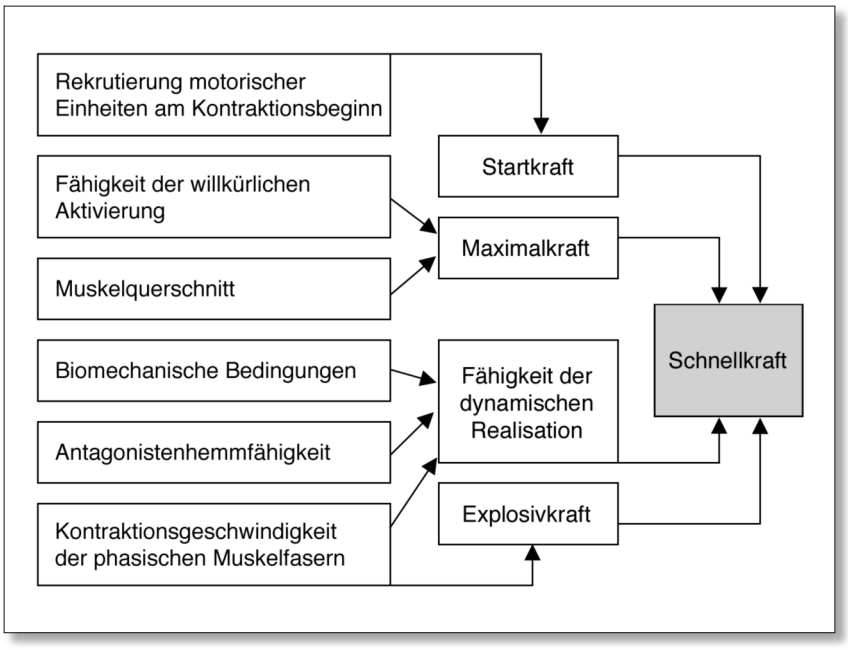


Abb. 7.7: Einflussgrößen und Komponenten der Schnellkraft (vgl. *Weineck* 2004 a)

dass die Übung bei Geschwindigkeitsabfall abgebrochen wird. Sprungkrafttraining bzw. Schnellkrafttraining ist stets in ermüdungsfreiem Zustand zu trainieren. Die Pausen zwischen den Serien sind so zu gestalten, dass die energiereichen Phosphate wieder resynthetisiert werden können. Manche Trainingswissenschaftler sprechen sich sogar für eine 15-sekündige Pause nach jedem einzelnen Kraftstoß aus, um die Resynthese noch gezielter zu unterstützen und somit einen geringeren Kraftstoßverlust während der Übungen zu produzieren.

Abb. 7.8 zeigt die Möglichkeit eines sportartgerichteten Sprungkrafttrainings für einen Basketballspieler auf. Die Durchführung kann nach den Methoden in Tab. 7.4 erfolgen. In der Sportpraxis haben sich dazu verschiedene Methoden entwickelt, die in Tab. 7.4 dargestellt sind.

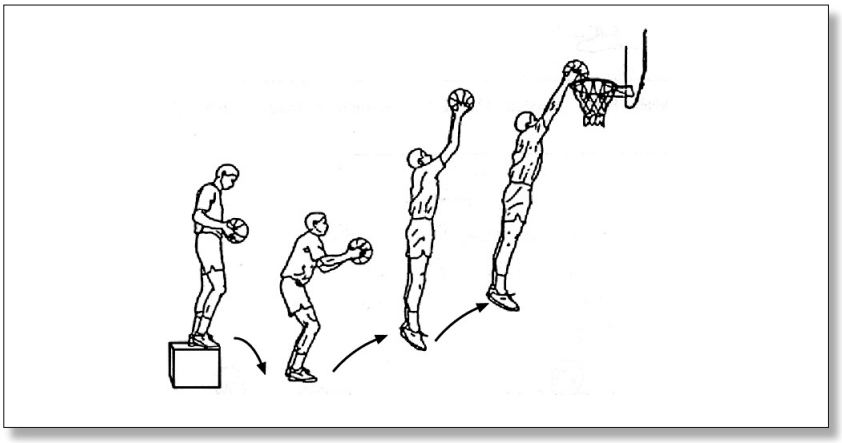


Abb. 7.8: Niedersprung mit Dunking im Basketball (*Weineck* u. *Haas* 1999)

	Schnellkraftmethode 1
Arbeitsweise der Muskulatur	Konzentrisch
Intensität	Last: 80–100 %
Durchführungsgeschwindigkeit	Maximal
Dauer der Übung	6–8 Wiederholungen, Abbruch bei Geschwindigkeitsabfall
Pause	Serienpause: > 3 Minuten
Umfang	3–5 Serien

Tab. 7.4: Schnellkraft-Trainingsmethoden (mod. nach *Steinhöfer* 2003)

7.5 Reaktivkraft

Reaktivkraft

Bei vielen sportlichen Bewegungen wird die eigentliche Bewegung (Abwurf, Absprung, Schlag) durch eine Aushol- oder Gegenbewegung eingeleitet. In diesen Situationen kommt es zu einem extrem schnellen Wechsel zwischen einer abbremsenden/ nachgebenden (exzentrischen) und einer verkürzenden/ überwindenden (konzentrischen) Arbeit der Muskulatur. Man spricht von einem **Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus**. Durch die vorauslaufende exzentrische Muskelaktion sowie die elastischen Speicherungskräfte in der Muskulatur, die Sehnen und Bänder wird die »Anfangskraft« der Bewegung mitbestimmt. Diese Fähigkeit, die exzentrische Muskelaktion zur Verstärkung der konzentrischen Aktion zusätzlich zu nutzen, nennt man Reaktivkraft. Hier arbeiten primär die FT-Fasern. Wichtig für die Durchführung von Reaktivkrafttraining sind:

- harter Untergrund (kein Sand, Rasen),
- Schuhe mit dünner Sohle (keine Joggingschuhe!),
- hohe Konzentration,

- hohe Motivation,
- nur in absolut regeneriertem Zustand durchführen,
- minimale Bodenkontaktzeiten,
- Ferse darf nicht auf dem Boden aufkommen.

Beispiele sind Sprünge zum Block im Volleyball, Sprungwurf im Basketball oder die Sidestep-Bewegungen im Tischtennis (vgl. *Hohmann* et al. 2003). Noch kürzere Kontakte weisen die Bewegungen im Sprint, Weitsprung oder Bodenturnen auf.

Praxisbeispiele zur Reaktivkraft

Beim Training der Reaktivkraft ist auf allmähliche Belastungssteigerung zu achten. Bezüglich der Beinmuskulatur stehen deshalb anfangs ein- oder beidbeinige Hüpfübungen auf dem Trainingsprogramm, später folgen Sprungübungen, z.B. Vertikalsprünge über niedrige Hindernisse oder Horizontalsprünge als Sprungschritte. Als Letztes stehen Tief-hoch-Sprünge (plyometrisches Training) auf dem Programm. Zu berücksichtigen ist, dass für die Tief-hoch-Sprünge eine gute Maximalkraftbasis vorhanden sein muss, weshalb diese Methode im Nachwuchsbereich nicht zum Einsatz kommen sollte. Als Trainingsmethode dient die Wiederholungsmethode.

7.6 Zusammenhang der Kraft mit anderen motorischen Hauptbeanspruchungsformen

Motorische Hauptbeanspruchungsformen und Kraft

Ein offensichtlicher und positiver Zusammenhang ist zwischen **Kraft** und **Schnelligkeit** zu erkennen, wenn man 100-m-Sprinter betrachtet. Das erhöhte Kraftniveau führt zu einer Erhöhung der Kontraktionsgeschwindigkeit der Muskulatur. Wichtig ist jedoch stets, das optimale sportartspezifische Maß zu finden. Ein Bodybuilder macht zum Beispiel keinen schnelleren Tennisaufschlag als die Nr. 1 der Weltrangliste im Damentennis. Mit zunehmender Muskelmasse wird es für Sportler/Athleten zunehmend wichtiger, Dehnungsübungen durchzuführen. Dickere Muskelfasern haben einen erhöhten inneren Reibungswiderstand zur Folge, was zu Energieverlusten bei der Bewegungsausführung führen kann. Nur bei außergewöhnlichen Muskelmassen wie beim Kugelstoßer, Gewichtheber, Hammerwerfer oder auch Bodybuilder kann die **Beweglichkeit** leiden.

Die Koordination wird durch Krafttraining nicht negativ beeinflusst. Die **koordinativen Fähigkeiten** und sportlichen Techniken werden von der Kraftausdauer entscheidend mitbeeinflusst. Ein Basketballspieler muss z.B. auch noch im letzten Viertel zum Korb, ein Volleyballspieler im fünften Satz zum Angriffsschlag am Netz hochspringen können, und der Tennisspieler muss auch nach 4 Stunden noch ein Ass schlagen können. Manche Sportwissenschaftler sprechen in diesem Zusammenhang von der **Schnellkraftausdauer** oder **Sprungkraftausdauer**. Die Kraftausdauer dient dazu, dass der Sportler im Wettkampf seine Technik auch nach längerer Spielzeit noch effektiv ein- und durchsetzen kann.

Ausdauer und **Kraft** sind zwei Dimensionen der Kondition, die sich nicht gleichzeitig maximal entwickeln lassen. Bei einer vom Querschnitt her vergrößerten Muskulatur ist aufgrund der ungünstigen Diffusionsverhältnisse für den Substrate-, Sauerstoff- und Stoffwechselschlackenaustausch bzw. -abtransport die Ausdauerleistung herabgesetzt. Ein Zuviel an Krafttraining kann demnach die Ausdauer negativ beeinflussen. Ausgenommen hiervon ist die Kombination der beiden Komponenten in der Vorbereitungsphase.

In Tab. 7.5 sind die dominierenden Kraftfähigkeiten bei ausgewählten Sportarten/Disziplinen dargestellt. Nicht dargestellt ist, dass z.B. ein Volleyballspieler zur Steigerung seiner Schnellkraft ergänzend ein Maximalkrafttraining durchführen sollte.

Sportart	Maximalkraft	Schnellkraft/ Sprungkraft	Kraftausdauer	Reaktivkraft
Basketball		X		X
Badminton		X		
Beach-Volleyball		X		X
Biathlon		X	X	
Diskuswurf		X		
Eisschnellauf		X	X	
Eishockey		X	X	
Fußball		X	X	
Gewichtheben	X			
Handball		X		X
Hochsprung		X		X
Judo		X	X	
Karate		X		X
Klettern	X		X	
Kugelstoßen	X	X		
Mountainbike			X	
Radsport			X	
Rudern	X		X	
Skirennen		X	X	X
Skispringen		X		
Schwimmen			X	
Tennis		X	(X)	X
Tischtennis		X		X
Volleyball		X		X

Tab. 7.5: Ausgewählte Sportarten/Disziplinen und die Gewichtung bzw. Dominanz einzelner Kraftfähigkeiten.

7.7 Allround-Krafttrainingsprogramm in einem Fitnessstudio

In Abb. 7.9 ist das Allround-Krafttrainingsprogramm in einem Fitnessstudio bildlich dargestellt. Tab. 7.6 zeigt die einzelnen Stationen und ihre Wirkung.

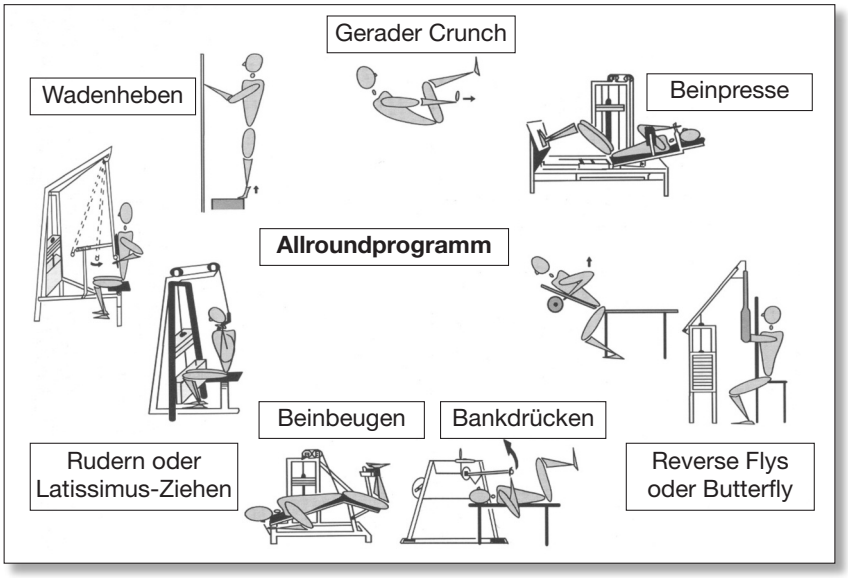


Abb. 7.9: Allround-Krafttrainingsprogramm (*Boeckh-Behrens* u. *Buskies* 1995)

7.8 Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden

Krafttraining nach der Borg-Skala

Neben den oben dargestellten Methoden im Krafttraining kann **vor allem im Jugendbereich** und bei Untrainierten das »sanfte« Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden empfohlen werden (vgl. *Buskies* 1999). Dazu ist es notwendig, das Anstrengungsempfinden entsprechend zu objektivieren. Dies geschieht anhand der sog. **Borg-Skala** zur Einschätzung des Anstrengungsempfindens; sie gilt als eine **zuverlässige Messgröße**, um die subjektiv empfundene Anstrengung eines Menschen zu beurteilen und zu erfassen (Abb. 7.10).

Definition Anstrengungsempfinden

Definition

Anstrengungsempfinden
Das Anstrengungsempfinden ist das subjektive Empfinden einer Person darüber, wie schwer und anstrengend eine vorgegebene Leistung ist (vgl. *Löllgen* 2004).

In der Praxis ist die Skala einfach zu handhaben, da sie unkompliziert aufgebaut und leicht zu verstehen ist.

Station	Primär beanspruchte Muskulatur
Wadenheben	Wadenmuskulatur (M. gastrocnemius, M. soleus)
Gerader Crunch	Gerade Bauchmuskulatur (M. rectus abdominis)
Beinpresse	• Oberschenkelvorderseite (M. quadriceps femoris) • Gesäßmuskulatur (M. glutaeus maximus) • Oberschenkelrückseite (Mm. ischiocrurales)
Reverse Flys	• Rückenstrecker im Brustwirbelsäulenbereich (M. erector spinae pars thoracalis) • Rautenmuskel (M. rhomboideus) • Kapuzenmuskel (M. trapezius)
Butterfly	Siehe Reverse Flys
Bankdrücken	*Mit weitem Griff:* • Brustmuskulatur (M. pectoralis maior) • Oberarmrückseite (M. triceps brachii) • Deltamuskel (M. deltoideus) *Mit engem Griff:* • Oberarmrückseite (M. triceps brachii)
Beinbeugen	Oberschenkelrückseite (Mm. ischiocrurales)
Rudern	• Breiter Rückenmuskel (M. latissimus dorsi) • Ellbogenbeuger (M. biceps brachii) • Kapuzenmuskel (M. trapezius) • Rautenmuskel (Mm. rhomboidei) • Rückenstrecker im Brustwirbelsäulenbereich (M. erector spinae pars thoracalis)
Latissimus-Ziehen	• Breiter Rückenmuskel (M. latissimus dorsi) • Ellbogenbeuger (M. biceps brachii) • Kapuzenmuskel (M. trapezius) • Großer Rundmuskel (M. teres maior)

Tab. 7.6: Stationen des Allroundprogramms und ihre primär beanspruchte Muskulatur (vgl. *Boekh-Behrens* u. *Buskies* 1995)

7.8.1 Praktische Umsetzung im Krafttraining

Praktische Durchführung

Angestrebt werden sollte bei Schülern im Anfängerbereich ein **Belastungsempfinden** zwischen 13 und 16, also etwas anstrengender bis sehr anstrengend, bei ca. 15 ± 3 Wiederholungen. Dazu muss an den jeweiligen Stationen des Krafttrainings von jedem Jugendlichen **individuell ausgetestet** werden, bei welchem Gewicht dieses Anstrengungsempfinden erreicht wird.

Merke

Es sollten jeweils ca. 3–4 Serien zu je 15 ± 3 Wiederholungen durchgeführt werden können. Dabei kann von Serie zu Serie die Wiederholungszahl um ca. 1–2 Wiederholungen reduziert werden, wenn die Belastung als zu stark empfunden wird, ohne dass die Anpassungserscheinungen darunter leiden würden.

Durch das Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden findet in dem Zielbereich der Jugendlichen eine angemessene Beanspruchung statt, welche die individuelle Belastungsverträglichkeit berücksichtigt und eine günstige Reaktion zwischen den positiven Trainingseffekten einerseits und der Minimierung von gesundheitlichen Risiken andererseits gewährleistet.

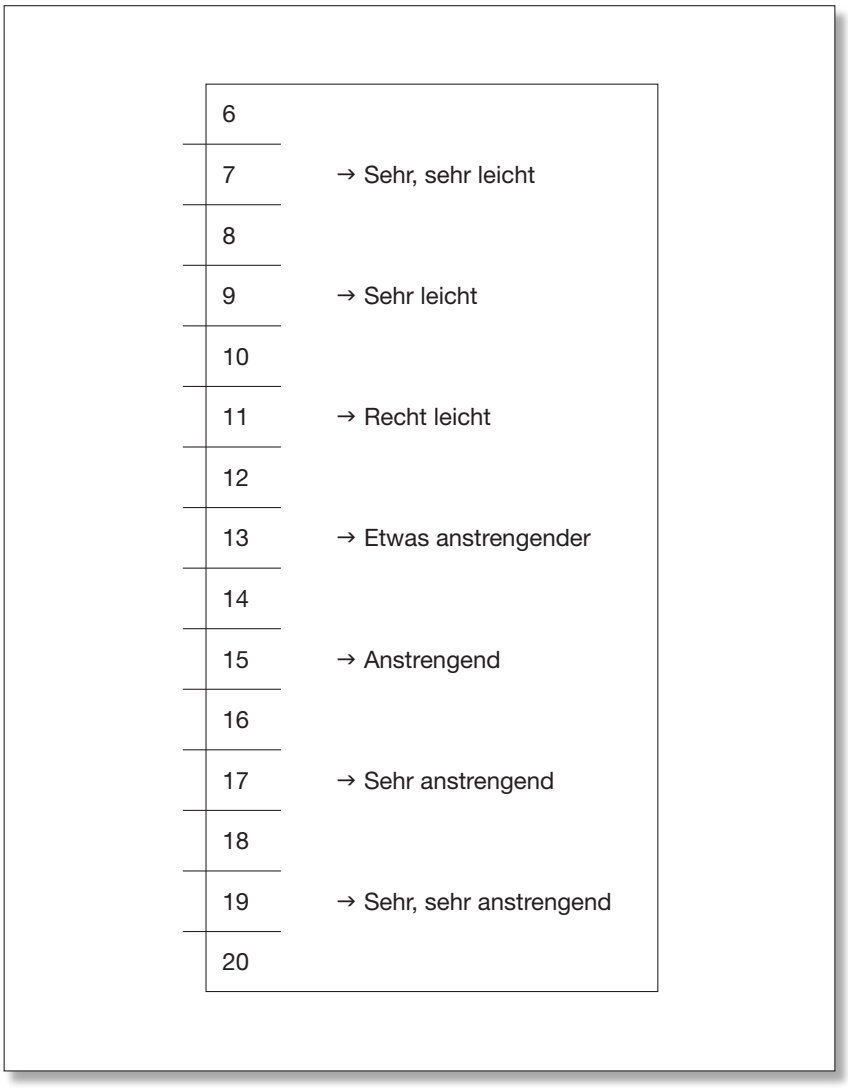


Abb. 7.10: Borg-Skala des Anstrengungsempfindens

Aufgaben

Beispiel A: Bei der Ski-WM 2005 in Bormio gewann der Amerikaner *Bode Miller* den Abfahrtslauf der Herren in einer Zeit von 1:56,55 Minuten.

- Welche Kraftfähigkeiten benötigt man im alpinen Skisport speziell in der Abfahrt? Begründen Sie Ihre Entscheidung.
- Welche Arbeitsweisen der Muskulatur treten während des Rennens auf? Begründen Sie Ihre Entscheidung.

Beispiel B: Ein Bodybuilder und ein Hochspringer treffen sich im Fitnessstudio, um dort ein Krafttraining zu absolvieren.

- Welche Kraftfähigkeit trainieren die beiden gezielt für ihre Sportart/Disziplin? Begründen Sie Ihre Entscheidung.
- Nach welcher Maximalkrafttrainingsmethode trainiert der Bodybuilder, nach welcher der Hochspringer? Beschreiben Sie das Belastungsgefüge der beiden Methoden so genau wie möglich.

Beispiel C: In einer Basketball-Jugendmannschaft (Spieleralter: 17 Jahre) soll ein spezifisches Circuittraining durchgeführt werden.

- Welche Kraftfähigkeiten sind im Basketball wichtig? Begründen Sie Ihre Entscheidung.
- Welche Arbeitsweisen der Muskulatur treten im Basketball auf?

- Beschreiben Sie kurz ein Circuittraining mit 6 Stationen. Geben Sie bei jeder Station die primär beanspruchte Muskulatur an und begründen Sie, wieso diese für den Basketballspieler wichtig ist.
- Welches Belastungs-Pausen-Verhältnis wählen Sie bei einer Freizeitmannschaft, welches bei einer leistungssportlichen Mannschaft?

Weitere Aufgaben zum Thema Kraft:

- Welche Beziehung besteht zwischen Muskelkraft und Muskelquerschnitt?
- Erläutern Sie, weshalb sich durch Training der Maximalkraft beim relativ Untrainierten auch dessen Schnellkraft verbessert.
- Erläutern Sie, welche Bedeutung die relative Kraft für Kletterer, Judoka bzw. Ringer hat.
- Erläutern Sie die möglichen Ursachen der kurzen Haltezeit bei maximaler isometrischer Muskelkontraktion.
- Welche Erscheinungsformen von Kraft kennen Sie? In welchen Sportarten kommen sie vor?
- Nennen und erläutern Sie kurz die Kraft bestimmenden Faktoren.
- Was versteht man unter Pyramidentraining? Wozu dient es?
- Was versteht man unter Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden? Wie funktioniert es?

8 Schnelligkeitstraining

Hinführung zur Thematik über ein Praxisbeispiel

Bei allen olympischen Spielen ist der 100-m-Endlauf im Sprint der Männer einer der Höhepunkte. Schnell zu sein bezieht sich im Sport aber nicht nur auf schnelles Geradeauslaufen, auch in vielen anderen Sportarten/Disziplinen ist die Schnelligkeit ein leistungsbestimmender Faktor. Als schnellste Ballsportart der Welt gilt das Tischtennisspiel, wobei hier Schnelligkeit auf kleinstem Raum verlangt wird und die Spieler vor allem in Verbindung mit der **schnellen Aktion** noch etwas Wichtiges beherrschen müssen, nämlich **schnelles Reagieren**. Analysiert man das Tischtennisspiel im Hinblick auf die Schnelligkeit genauer, so benötigt der Tischtennisspieler schnelle Beine, schnelle Rumpfbewegungen und schnelle Armbewegungen für die Tischtennisschläge. Außerdem wird er während der Ballwechsel permanent zu **schnellem Handeln** gezwungen.
Interessant sind im Zusammenhang mit der Schnelligkeit Untersuchungen im Fußball. Dabei wurden die deutschen Nationalspieler mit Bundesliga- und Regionalligaspielern verglichen. Im Bereich der Grundlagenausdauer unterschieden sich die Nationalspieler nicht von durchschnittlichen Bundesliga- oder zum Teil auch von Regionalligaspielern, aber bei den Schnelligkeitstests waren die Nationalspieler den anderen Fußballern deutlich überlegen.

Definition Schnelligkeit

Definition

Schnelligkeit
Als Schnelligkeit wird die Fähigkeit bezeichnet, unter ermüdungsfreien Bedingungen in maximal kurzer Zeit motorisch zu reagieren und/oder zu agieren bzw. handeln zu können.

Die Schnelligkeit wird heute nach dieser Definition nicht mehr nur als reine konditionelle Fähigkeit, sondern als **koordinativ-konditionelle Fähigkeit** gesehen (Abb. 8.1). Schnell sein bedeutet demnach mehr, als nur in kürzester Zeit von Punkt A nach Punkt B zu rennen. Vor allem in den Ballsportarten entscheidet eine frühzeitige und geschwindigkeitsbetonte Bewegungsausführung häufig über Sieg oder Niederlage.

8.1 Sportbiologische Grundlagen der Schnelligkeit

Sportbiologische Grundlagen der Schnelligkeit

Neben kraftabhängigen, koordinativen und volitiven (vom Willen geprägten) Komponenten spielen für die Schnelligkeit noch folgende Subfaktoren eine wichtige Rolle.

- **Art der Muskulatur:** Die Kontraktionsgeschwindigkeit eines Muskels hängt in hohem Maße davon ab, welchen Anteil sie an schnell zuckenden Muskelfasern aufweisen. Ein hoher Anteil an schnell zuckenden Muskelfasern (FT-Fasern) steht in positivem Zusammenhang mit der Schnelligkeit bzw. Schnellkraft der Athleten (vgl. *Weineck* 2004 a).
- **Kraft der Muskulatur:** Zentral mitbeeinflusst wird die Schnelligkeit vom Maximalkraft- bzw. Schnellkraftniveau. Durch Krafttraining der Beinmuskulatur kann z.B. die Antrittsschnelligkeit verbessert werden.

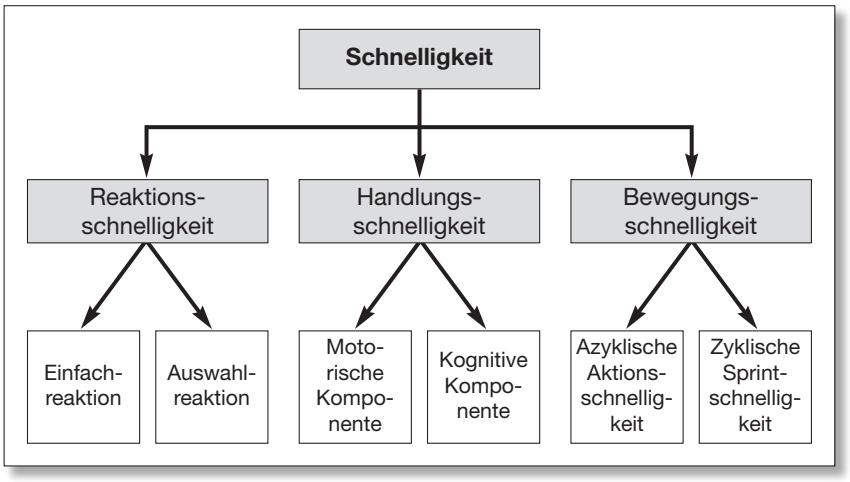


Abb. 8.1: Allgemeine Fähigkeitsstruktur der Schnelligkeit

- **Biochemie der Muskulatur:** Die Maximalgeschwindigkeit hängt in hohem Maße von der Höhe und der Art der Energievorräte in der Arbeitsmuskulatur sowie ihrer möglichen Mobilisationsgeschwindigkeit ab. Die Energieflussrate (= Energiefreisetzung pro Zeiteinheit) nimmt mit zunehmender Belastungsdauer ab. Der ATP-Vorrat reicht nur ca. 2 Sekunden, während der KP-Vorrat (Kreatinphosphat) bei Untrainierten ca. 6 Sekunden und bei Hochtrainierten maximal etwa 10–12 Sekunden reicht (*Hohmann* et al. 2007).

Merke

Die Sofort-Resynthese von Kreatinphosphat wird durch die Verfügbarkeit von Sauerstoff limitiert. Eine gut trainierte Grundlagenausdauer über die aerobe Energiebereitstellung kann hier die schnelle Wiederauffüllung dieses Speichers optimieren.

Weitere schnelligkeitsbestimmende Faktoren

Zwischen Schnelligkeits- und Schnellkraftsportlern sowie Sportlern aus anderen Sportarten liegen bezüglich der **Nervenleitgeschwindigkeit** gesicherte Unterschiede vor. Ebenfalls beeinflusst wird die Schnelligkeit von der **Elastizität** und **Entspannungsfähigkeit** der Muskulatur. Die Muskulatur sollte zuvor entsprechend **aufgewärmt** sein, wobei neuere Untersuchungen zeigen, dass gehaltene Dehnungsübungen für schnellkraft- und schnelligkeitsbetonte Sportarten kontraproduktiv wirken. Von entscheidender Bedeutung für die Durchführung von Schnelligkeitstraining ist eine maximale Willensanspannung. *Weineck* (2004 a) spricht in diesem Zusammenhang von der **Willensstoßkraft**.

Die Fähigkeit, maximale Bewegungsintensitäten gut koordiniert umzusetzen, wird bestimmt durch eine optimale Kombination neuronaler und muskulärer Faktoren sowie entsprechender biochemischer Prozesse.

8.2 Aktionsschnelligkeit (Bewegungsschnelligkeit)

8.2.1 Azyklische Aktionsschnelligkeit

Ballspieler benötigen für ihre Bewegungsausführung, z.B. bei Volleyballschlägen, die azyklische Aktionsschnelligkeit. Diese Schnelligkeit hängt bei fehlenden oder geringen äußeren Bewegungswiderständen (unter 30 % der maximalen) nicht von der Maximalkraft ab.

Definition azyklische Bewegungsschnelligkeit

Definition

Azyklische Bewegungsschnelligkeit
Azyklische Bewegungsschnelligkeit ist die Schnelligkeit von Einzelbewegungen des gesamten Körpers oder einzelner Teile (vgl. *Steinhöfer* 2003).

Sie ist somit bei Tischtennis-, Tennis-, Badminton- oder Volleyballschlägen leistungsbestimmend. Um diese Schnelligkeit zu verbessern, werden die in Tab. 8.1 genannten **Trainingsmethoden** empfohlen.

Trainingsmethoden für die Bewegungsschnelligkeit

Trainingsmethoden	Belastung	Intensität (%)	Tempo	Wiederholungen	Serien	Pause
Einzelwiederholungen	Einfache sportartspezifische Bewegungen	100	Maximal	10–12	1	> 30 Sekunden
Serienmethode	Einfache sportartspezifische Bewegungen	100	Maximal	6–10	3–5	> 2 Minuten

Tab. 8.1: Trainingsmethoden zur Verbesserung der azyklischen Aktionsschnelligkeit (vgl. *Hohmann* et al. 2007)

8.2.2 Zyklische Aktionsschnelligkeit

Zyklische Aktionsschnelligkeit

Diese Art der Schnelligkeit kann als **Sprintschnelligkeit** definiert werden, bei der es darum geht, dass man eine bestimmte Wegstrecke zurücklegt. Tab. 8.2 zeigt **Trainingsmethoden** für die Sprintschnelligkeit.

Trainingsmethoden für die Sprintschnelligkeit

Trainingsmethoden	Belastung	Intensität (%)	Tempo	Wiederholungen	Serien	Pause
Wiederholungsmethode (z.B. fliegende Sprints)	Sportartspezifische Bewegungen	100	Maximal	2–4	2–4	> 2 bzw. 10 Minuten
Wiederholungsmethode (z.B. Steigerungssprints, Ins-and-Outs)	Sportartspezifische Bewegungen	100	Maximal	6–10	3–5	> 2 Minuten

Tab. 8.2: Trainingsmethoden zur Verbesserung der zyklischen Sprintschnelligkeit (*Hohmann* et al. 2007).

Definition zyklische Aktionsschnelligkeit

Definition

Zyklische Aktionsschnelligkeit
Zyklische Aktionsschnelligkeit ist die Schnelligkeit hintereinander folgender gleicher Bewegungen des gesamten Körpers oder einzelner Körperteile (z.B. Sprinten oder Radfahren, vgl. *Steinhöfer* 2003).

8.2.3 Antrittsschnelligkeit

Antrittsschnelligkeit

Bei den meisten Spielsportarten wie Fußball, Basketball oder Handball geht es nicht darum, z. B. 100 m in einer minimalen Zeit zurückzulegen, wie es bei den leichathletischen Sprintern der Fall ist. Die Bedingungen des jeweiligen Spiels bestimmen in diesem Fall den Ausprägungsgrad der Schnelligkeit.

Biochemisch kommt der **anaerob-alaktazide Stoffwechsel** zum Einsatz, der über die energiereichen Phosphate ATP und KP abläuft. **Dieser Speicher stellt nach neueren Erkenntnissen Energie für insgesamt ca. 6 bis maximal 10/12 Sekunden zur Verfügung** (siehe Abb. 8.2).

8.3 Belastungsgefüge im Schnelligkeitstraining

Belastungsgefüge im Schnelligkeitstraining

Die exakte Einhaltung des Belastungsgefüges ist für die Wirksamkeit eines Schnelligkeitstrainings von höchster Bedeutung.

- **Reizintensität:** Sie muss beim Schnelligkeitstraining stets **maximal** (d.h. 100 %) sein. Mit »angezogener Handbremse« kann man keine Schnelligkeit trainieren. Entsprechend müssen die Sportler für das Schnelligkeitstraining hoch motiviert sein.
- **Reizdichte:** Das Schnelligkeitstraining macht **nur in erholtem Zustand** Sinn. Es müssen **passive Pausen** eingehalten werden. Es müssen grundsätzlich vollständige Erholungspausen eingelegt werden.
- **Reizdauer:** Sie betrifft die Einwirkungsdauer eines einzelnen Reizes bzw. einer Reizserie und sollte der individuellen Leistungsfähigkeit entsprechend gewählt werden. Die Übungsdauer bzw. die Streckenlänge müssen so gewählt werden, dass die Geschwindigkeit gegen Ende der Übung nicht absinkt. Sie ist **in der Regel sehr kurz**, d.h. nur wenige Sekunden. Es sollten maximal 6–8 kurze Antritte gemacht werden. Bei einem Absinken der Geschwindigkeit sollte das Schnelligkeitstraining abgebrochen werden.
- **Reizumfang:** Er richtet sich beim Schnelligkeitstraining ebenfalls nach der Leistungsstärke der Sportler. Nach jedem Sprint erfolgt pro 10 m Sprintstrecke eine **vollständige Erholungspause** von mindestens 1–1,5 Minuten Dauer. Nach jeder Serie erfolgt eine ca. 5- bis 10-minütige Pause, da die Ermüdung sonst zu stark werden kann.

Methodische Forderung

Merke

Daher gilt als methodische Forderung: Kein Schnelligkeitstraining in ermüdetem Zustand! Trainingsabbruch bei Ermüdungserscheinungen!

Abb. 8.2 zeigt, dass sich die energiereichen Phosphate ATP und KP – entgegen früheren Auffassungen – beim Sprinttraining schneller regenerieren, wenn man eine **passive Pause** macht.

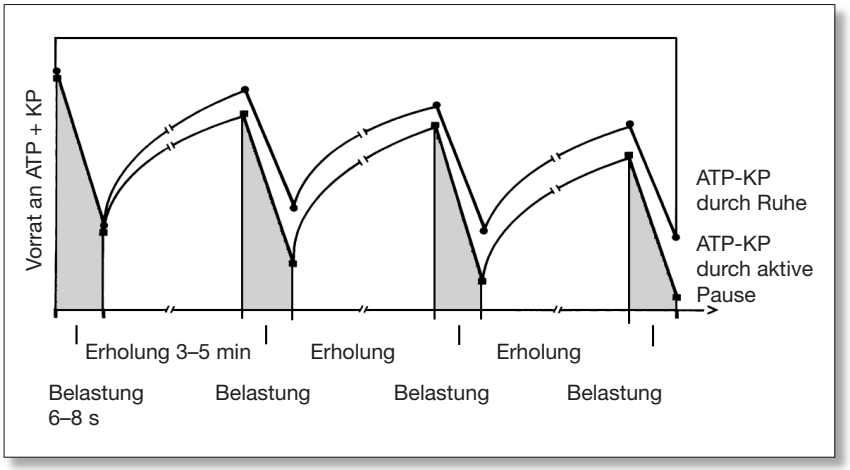


Abb. 8.2: Resyntheserate der energiereichen Phosphate ATP und KP (*Janssen* 2003)

8.4 Schnelligkeitsausdauer

Schnelligkeits-ausdauer

Bei einem 400-m-Lauf oder einem 400-m-Hürdenlauf in der Leichtathletik ist die Schnelligkeitsausdauer (auch: **Stehvermögen**) der leistungsbestimmende Faktor. Hierbei können Laktatwerte um 24 mmol/l im Blut gemessen werden. Die Läufer müssen trotz einer sich maximal entwickelnden **Azidose** versuchen, optimal schnell zu laufen.

Definition Azidose

Definition

Azidose
Eine Azidose liegt vor, wenn durch biochemische Vorgänge die Reaktion des Blutes sauer wird, wodurch der pH-Wert fällt. Der pH-Wert des Blutplasmas beträgt normalerweise 7,4, bei einer Azidose fällt er z.B. auf 7,2 bzw. 7,1.

Bereits beim 200-m-Sprint spielt die Schnelligkeitsausdauer eine Rolle. Auch der Sprint über 500 m im Eisschnelllauf wird von dieser konditionellen Fähigkeit bestimmt. Bei den Ballspielen ist es vor allem das Fußballspiel, bei dem von den Spielern auch Schnelligkeitsausdauer abverlangt wird. So wird die Schnelligkeitsausdauer von Stoffwechselparametern des Organismus ganz wesentlich bestimmt. Schnelligkeitsausdauer kann durch die Wiederholungsmethode oder die intensive Intervallmethode trainiert werden (Tab. 8.3).

Trainings-methoden	Belas-tung	Intensität (%)	Wiederho-lungen	Serien	Pause
Wiederholungs-methode	Läufe, Sprints	90–100	1– 6	2–4	vollständige Pause
Intensive Intervall-methode	Läufe, Sprints	ca. 80	Maximal 10–12	3–5	unvollständige Pause

Tab. 8.3: Methoden zum Training der Schnelligkeitsausdauer

Definition Schnelligkeits-ausdauer

Definition

Schnelligkeitsausdauer
Schnelligkeitsausdauer ist die Fähigkeit, die maximale Bewegungsschnelligkeit möglichst lange aufrechterhalten zu können.

Biochemisch wird die Schnelligkeitsausdauer von der **Speichergröße der energiereichen Phosphate** und des **intramuskulären Glykogens** sowie einer Zunahme der **Enzymaktivität** bestimmt. Dadurch kann der Sportler seine maximale Schnelligkeit über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten.

8.5 Handlungsschnelligkeit

Handlungs-schnelligkeit

Im Sport hat man sich bisher wenig mit der Handlungsschnelligkeit beschäftigt (Abb. 8.3). Besonders in den Sportspielen kommt es darauf an, sporttechnische und taktische Handlungen situationsangemessen und erfolgreich auszuführen. Ausdruck des Niveaus der Handlungsschnelligkeit ist die Gesamtzeit, die für die kognitiven Prozesse (geistige Schnelligkeit) und die motorische Lösung der Handlungsaufgabe benötigt wird.

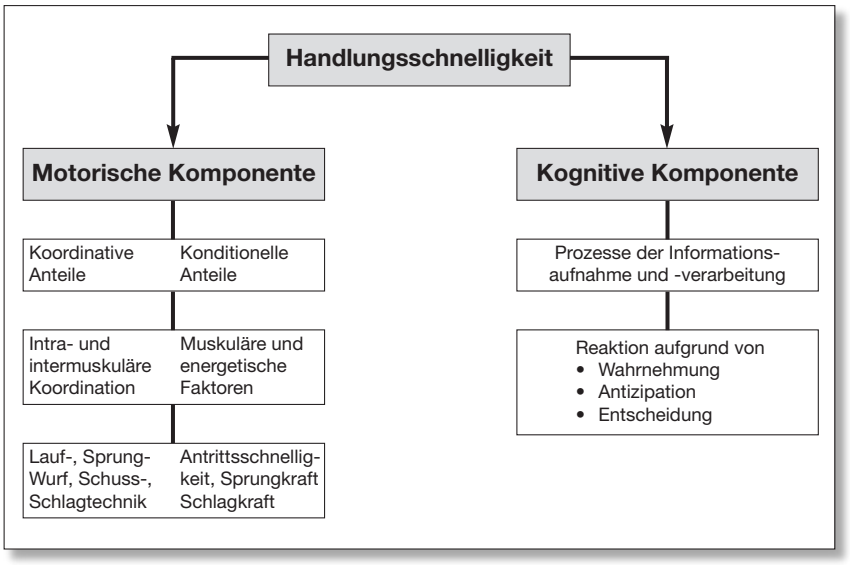


Abb. 8.3: Komponenten der Handlungsschnelligkeit (mod. nach *Steinhöfer* 2003)

Geistige Schnelligkeit

Von besonderem Interesse beim Training der Handlungsschnelligkeit ist die **geistige Schnelligkeit**, da sie etwa 70–80 % des Zeitbedarfs für die Lösung von technotaktischen Aufgaben ausmacht. Diese geistige Schnelligkeit kann dadurch geschult werden, dass man im Training vor allem Prozesse der **Informationsaufnahme** und **-verarbeitung** trainiert.

Um die Handlungsschnelligkeit zu trainieren, müssen folgende Faktoren geschult werden:
- Wahrnehmungsfähigkeit,
- Antizipationsfähigkeit,
- Entscheidungsfähigkeit,
- Reaktionsfähigkeit.

Die Qualität der Handlungsschnelligkeit wird auch wesentlich durch emotionale Zustände beeinflusst. Erfolgsdruck, Misserfolg und Angst führen zur Entscheidungsunsicherheit und somit zur Zunahme der Zeitdauer, vor allem für kognitive Entscheidungsprozesse (vgl. *Weineck* 2004 a).

Praxisbeispiel

Wie sich Misserfolg auswirken kann, soll ein Beispiel aus dem Fußball zeigen. Wenn eine Fußball-Bundesligamannschaft im Abstiegskampf steckt, kann sie durch die psychisch belastende Situation in ihren taktischen Möglichkeiten eingeschränkt sein. Andererseits kann der Erfolg eine schwächere Mannschaft z.B. im UEFA-Pokalwettbewerb im Hinblick auf das taktische Verhalten geradezu »beflügeln«. Der Erfolg setzt ungeahnte körperliche und geistige Kräfte frei!

8.6 Reaktionsschnelligkeit

Verbesserung der Reaktionsschnelligkeit

Der Bereich, der im Gehirn für die Bewegungen des Körpers zuständig ist (= motorischer Aktionsbereich), ist viel kleiner als der Bereich, der Informationen übermittelt (= sensorischer Wahrnehmungsbereich). Aus diesem Grund kann die Reaktionsleistung kaum über die Verbesserung des Informationsflusses, sondern nur über die Optimierung der motorischen Programme erreicht werden. Das heißt, dass durch die Perfektionierung der sportlichen Techniken die Geschwindigkeit der Abrufbarkeit verbessert wird. Der Sportler lässt optische und akustische Informationen in seine Reaktion einfließen. Für viele Spitzenspieler sind auch die akustischen Informationen, die sie erhalten, wichtig. Für die **Auswahlreaktion** benötigt ein Sportler mehr Zeit als für eine **Einfachreaktion** (Abb. 8.4).

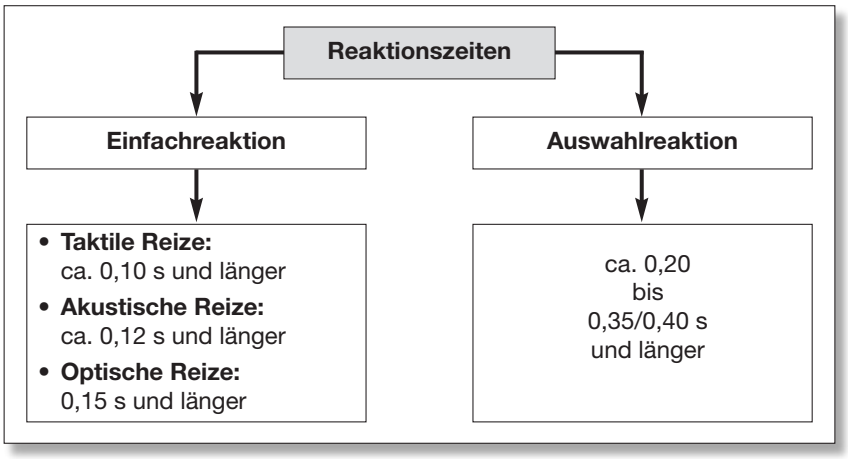


Abb. 8.4: Reaktionszeiten bei motorischen Handlungen (mod. nach *Steinhöfer* 2003)

Bei einer Einfachreaktion, wie z.B. bei einem Schwimmstart, werden kürzere Reaktionszeiten erreicht als bei einer Auswahlreaktion, z.B. bei der Abwehr eines Schlagwurfes im Handball durch den Torhüter. Die Auswahlreaktion wird wesentlich vom Erfahrungs- und Lernstand des Sportlers im Umgang mit der Situation bestimmt. Einfachreaktionen kann man kaum, Auswahlreaktionen hingegen stark verbessern.

8.7 Training der Schnelligkeit

8.7.1 Wiederholungsmethode

Wiederholungsmethode

Für die konkrete methodische Umsetzung in der Praxis gibt es eine dominierende Trainingsmethode für das Schnelligkeitstraining, die Wiederholungsmethode. Diese Trainingsmethode gewährleistet die Bedingungen, um das Schnelligkeitstraining optimal ausführen zu können. Nach kurzen, hochexplosiven Sprintbelastungen z.B. über 5–10 Sekunden ist eine passive Pause von 1–1,5 Minuten einzulegen. Durch die Art der Durchführung kommt es zu einer Zunahme der Beinkraft sowie einer Zunahme der schnelligkeitsbestimmenden muskulären Energiespeicher ATP und KP. Es ist auf eine der jeweiligen Sportart angemessene Streckenlänge zu achten (siehe auch Kap. 5).

Merke

Die trainingsmethodische Grundforderung des Schnelligkeitstrainings lautet: Zur Sicherung der neurophysiologischen Anpassungen sind sowohl Reaktionen als auch Aktionen mit maximaler Geschwindigkeit auszuführen (vgl. *Hohmann* et al. 2007).

8.8 Schnelligkeitstraining im Kindes- und Jugendalter

Schnelligkeit im Kindes- und Jugendalter

Unter Praktikern ist noch immer die Auffassung weit verbreitet, die Schnelligkeit im **frühen und späten Schulkindalter** (6/7–12/13 Jahre) ausschließlich durch Spielsportarten zu trainieren. Aber gerade für Kinder ist es wichtig, vielfältige Trainingsreize nicht nur im Sportspiel und durch spezifische Übungen zu setzen, sondern diese durch genau auf die Bedürfnisse abgestimmte Trainingsmaßnahmen zu ergänzen.

Das Wissen um die Belastbarkeit und Trainierbarkeit von Kindern und Jugendlichen hat sich in den letzten Jahren stark erweitert. Dabei erweist sich die Schnelligkeit als koordinations- und kraftab-

hängig. Die kontinuierliche Verbesserung der Schnelligkeit verläuft bereits vom 3. Lebensjahr an bei Jungen und Mädchen parallel bis zur Pubertät. Unstrittig ist zudem, dass vielseitiges Schnelligkeitstraining positive neuromuskuläre Anpassungen bewirkt. Diese frühe Lebensphase scheint für die Ausbildung der »schnellen Zeitprogramme« für zyklische und azyklische Bewegungen besonders gut geeignet zu sein (vgl. *Steinhöfer* 2003).

Ein gezieltes Schnelligkeitstraining setzt ein gut ausgebildetes **Muskelkorsett** voraus, da dadurch die zu erwartenden Belastungsspitzen muskulär abgefangen werden können. Unter dieser Voraussetzung können Kinder und Jugendliche Schnelligkeitsfähigkeiten in Staffeln, komplexen Spiel- und Übungsformen spielerisch schulen, wenn die Belastungsnormative richtig gewählt wurde.

Merke

Schnelligkeitstraining bei Kindern und Jugendlichen setzt stets eine ausgewogene Kraftbasis voraus. Voraussetzung für Schnelligkeitsleistung ist vor allem die koordinativ beherrschte Zielübung. Die Koordination ist ein grundlegender Bestandteil der Schnelligkeit (vgl. *Steinhöfer* 2003).

Aufgaben

- Welches sind die sportbiologischen Grundlagen für die Schnelligkeit?
- Welche weiteren schnelligkeitsbestimmenden Faktoren neben den biologischen kennen Sie?
- Was versteht man unter azyklischer Aktionsschnelligkeit? In welchen Sportarten/Disziplinen kommt sie vor?
- Wie kann man azyklische Aktionsschnelligkeit trainieren?
- Was versteht man unter zyklischer Aktionsschnelligkeit? In welchen Sportarten/Disziplinen kommt sie vor?
- Wie kann man zyklische Aktionsschnelligkeit trainieren?
- Was versteht man unter Schnelligkeitsausdauer? In welchen Sportarten/Disziplinen kommt sie vor?
- Wie lautet die Trainingsmethode der Schnelligkeitsausdauer? Wie sieht das Belastungsgefüge aus?

9 Beweglichkeitstraining und Dehnung

In vielen Sportarten bzw. Disziplinen ist die Beweglichkeit eine eigenständige Leistungsvoraussetzung, die mehr oder weniger stark die sportliche Leistung der Athleten beeinflusst. Leistungsdeterminierend ist die Beweglichkeit beispielsweise im Ballett, Geräteturnen, in der rhythmischen Sportgymnastik, in der Sportakrobatik oder beim Hürdenlauf in der Leichtathletik. Hier hat die Beweglichkeit einen sehr hohen Stellenwert. In den letzten Jahren kamen Zweifel an der Wirksamkeit des Dehnens auf, was mitunter zu der Meinung führte, man könne gänzlich darauf verzichten. Hintergrund für diese Forderung waren Studien, bei denen sehr intensiv (20–60 Minuten) gedehnt wurde, also in einer Art, wie sie in der Praxis eher unüblich ist (*Klee* 2013). Um es gleich von vorneherein klarzustellen: **Die positiven Auswirkungen von Muskeldehnungen auf die Beweglichkeit sind unstrittig** (*Wottschel* et al. 2012/2013).

Definition

Die Beweglichkeit stellt die maximal mögliche Amplitude in einem Gelenk dar (*Freiwald* 2009).

Wichtige Funktion der Beweglichkeit im Sport

Es stellt sich die Frage, welcher Sportler in seiner Sportart / Disziplin wie viel Beweglichkeit benötigt. Generell stellt der Sport im Vergleich zum Alltag höhere Anforderungen an die Beweglichkeit. Während beispielsweise eine eingeschränkte Beweglichkeit der Beine im Alltag nicht unbedingt als hinderlich empfunden wird, so wäre dies z. B. für einen Hürdensprinter stark leistungseinschränkend.

Im Sport sollte die Beweglichkeit so gut ausgeprägt sein, dass alle sportlichen Techniken unter Berücksichtigung individueller Voraussetzungen ohne Probleme ausgeführt werden können.

Fußball und Ballett

Auch von Sportart zu Sportart gibt es große Unterschiede. Die Hüftbeugefähigkeit von Fußballspielern liegt nach *Freiwald* (2013) durchschnittlich bei ca. 75–105 Grad, bei Balletttänzern durchschnittlich bei ca. 125–155 Grad.

9.1 Was ist eine »normale« Beweglichkeit?

Die Antwort auf diese Frage ist von sehr vielen Faktoren abhängig. Einflussfaktoren, die für die Einschätzung einer »normalen« Beweglichkeit eine Bedeutung haben, sind (nach *Freiwald* und *Klee/Wiemann* (2013 bzw. 2005):

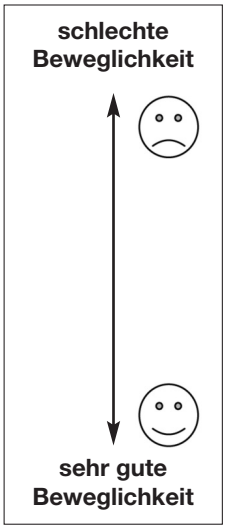
- Alter des Menschen
- Geschlecht
- Allgemeiner Leistungsstand (Leistungssportler/Breitensportler/Nichtsportler)

- Auf welchem Leistungsniveau wird die Sportart/Disziplin betrieben?
- Sportart (Bedeutung der Beweglichkeit als Leistungsfaktor in der Sportart bzw. Disziplin)
- Physiologisch: Gelenke, Muskeln, Faszien
- Ist es eine einseitige Sportart? (Schlagarmseite im Tischtennis oder Badminton, Wurfarmseite im Handball oder Speerwurf usw.)
- Umgebungstemperatur sowie Körper- und Muskeltemperatur
- Psychische Beanspruchung (Stress, Entspannung usw.)
- Tageszeit und Biorhythmus
- Erkrankung bzw. Vorerkrankung/Verletzung

Sportler können davon ausgehen, dass Übungen, bzw. bestimmte Elemente, die eine hohe Beweglichkeit voraussetzen, im Wettkampf besser gelingen als im Training. Im Hinblick auf die Beweglichkeit besteht also im Wettkampf eine höhere Leistungsfähigkeit als im Training (*Wottschel* 2012).

Bei der Beurteilung, welche Werte der Beweglichkeit als »normal« für den jeweiligen Sportler angesehen werden können, hat Freiwald (2013) 4 Normbereiche für das Hüftgelenk definiert (Tab. 9.1).

Normbereiche der Beweglichkeit



Minimalnorm	wichtige alltägliche Verrichtungen ohne wesentliche Einschränkungen erledigen können, wie z. B. Treppenlaufen, vom Stuhl aufstehen, Schuhe binden, Verkehrsmittel benutzen
Majoritätsnorm	alle alltäglichen Verrichtungen ohne Einschränkungen erledigen können • Breitensportler
Optimalnorm	• leistungssportliche Techniken ohne Einschränkungen erledigen können • erhöhte Beweglichkeit ohne Instabilitätskennzeichen
Spezialnorm	hochgradige Ausprägung der Beweglichkeit in einzelnen oder allen Gelenksystemen Beweglichkeit ohne / mit Instabilitätskennzeichen

Tab. 9.1: Einteilung der Beweglichkeit im Hüftgelenk in Orientierungsnormen (mod. nach *Freiwald* 2013)

Die **Minimalnorm** ist in ihren Beweglichkeitsmaßen zu gering für die allgemeine Norm eines jungen, gesunden Menschen. Auch für den Bereich Gesundheits- oder Fitnesssport ist diese Beweglichkeitsnorm nicht ausreichend.

Die **Majoritätsnorm** wird entsprechend dem mittleren Bereich einer Normalverteilung definiert. Sie bildet ca. 70 % der Menschen ab. **In diesem Bereich sollten sich z. B. gesunde Sportler im leistungssportlichen Bereich befinden, die keinen besonderen Anforderungen der Beweglichkeit ausgesetzt sind**. Beispiele: Tischtennisspieler, Tennisspieler, Volleyballer, Handballer, Fußballspieler, Basketballer, Judoka, Leichtathleten; auch Fitness- und Gesundheitssportler sind hier einzustufen.

Die **Optimalnorm** repräsentiert ca. 8 % der Bevölkerung. Turner oder Schwimmer beispielsweise sollten für eine gute Leistungsfähigkeit Beweglichkeitswerte der Extremitätengelenke haben, die in diesem Normbereich anzusiedeln sind. Die Entwicklung von turn- oder schwimmspezifischer Technik wird dadurch erleichtert.

Für eine gute Leistungsfähigkeit sind sowohl die Balletttänzer als auch die rhythmische Sportgymnastin oder Sportakrobaten auf Beweglichkeitswerte im Bereich der **Spezialnorm** angewiesen. Diese Art der Beweglichkeit benötigen nur sehr wenige Sportler, man geht von ca. 2 % aus.

Beweglichkeit variiert je nach Sportart

Je höher die **Qualifikation eines Sportlers** (Leistungsniveau) ist, desto mehr muss sich seine Beweglichkeit im Übergangsbereich von der Majoritätsnorm zur Optimalnorm bewegen. Dies trifft auf **Top-Volleyballer**, **Handballtorwarte** oder **Tischtennisspieler**, **Speerwerfer** oder auch **Schwimmer** für die Schultergelenke allgemein oder die Schultergelenke des Wurf- bzw. Schlagarmes bzw. beim Handballtorwart für seine Beine zu. Für eine optimale Ausholbewegung kommt es auch auf die **Torsionsmöglichkeit der Wirbelsäule** an.

Ebenso wie eine **zu geringe Beweglichkeit** kann auch eine **zu große Beweglichkeit** negative Auswirkungen haben. Wenn die Freiheitsgrade des betreffenden Gelenks koordinativ und / oder wegen mangelnder Kraftfähigkeit der das Gelenk umgebenden Muskeln nicht oder nur ungenügend kontrolliert werden können, besteht ein erhöhtes Verletzungsrisiko. Wann das optimale Maß erreicht ist, kann vom Trainer bei der Technikausführung festgestellt werden. Jede Sportart stellt eigene Anforderungen an die Beweglichkeit ihrer Sportler. Häufig orientiert man sich bei dem Maß an den jeweiligen Spitzenathleten der betreffenden Sportart / Disziplin.

Leistungsbegrenzende Faktoren für die Beweglichkeit sind:

- Gelenkstruktur,
- Umfang der Muskelmasse,
- Dehnungsfähigkeit des Muskels,
- Dehnungsfähigkeit der Sehnen,
- Dehnungsfähigkeit der Bänder,
- Dehnungsfähigkeit der Gelenkkapseln und der Haut.

Die genannten Faktoren sind mechanischer Art, wobei Gelenkstruktur und die im Wege stehende Muskelmasse nach *Hollmann/Strüder* (2009) nicht beeinflussbar sind, während die anderen Faktoren wie Muskeln, Sehnen, Bänder, Gelenkkapseln und Haut durch entsprechende Übungen beeinflussbar sind. Neuere Untersuchungen weisen darauf hin, dass den entscheidenden Widerstand nicht die Muskelfasern selbst, sondern die Faszienhüllen darstellen. Auch die Gelenkkapseln und Sehnen spielen dabei eine Rolle.

9.2 Wirkungen von Dehnmethoden

Dehnen und Beweglichkeit

Der aktuelle Forschungsstand zeigt, dass es keine absolut negativen Wirkungen einer bestimmten Dehnmethode gibt. Genauso wenig gibt es eine einzige wahre Dehnmethode. Daher ist es wichtig, bei der Anwendung der Dehnmethode zu differenzieren zwischen (vgl. *Gärtner* 2016):

- der Zielsetzung,
- dem Sportler,
- der Sportart,
- dem Leistungsstand.

Bei den Wirkungen muss unterschieden werden zwischen jenen, die durch **Kurzzeitdehnen** (Dehndauer zwischen 10 und 15 Sekunden) und jenen, die durch **Langzeitdehnen** (Dehndauer > 30 Sekunden) ihr gewünschtes Dehnziel erreichen. Zunächst gilt es festzuhalten, dass beide Arten des Dehnens die Beweglichkeit verbessern. Diese Wirkung bleibt beim Kurzzeitdehnen mehrere Minuten bis zu einer Stunde bestehen. Kurzzeitige Dehntreatments verbessern die Beweglichkeit im Aufwärmen kurzzeitig. Dies ist wichtig für das Training oder das Aufwärmen vor dem Wettkampf.

> Das Dehnen vor dem Sport ist grundsätzlich eine sinnvolle Maßnahme, welche die Rezeptoren sensibilisiert und das Körpergefühl verbessert.

Nach einem regelmäßigen Dehnprogramm, welches täglich oder mehrmals wöchentlich durchgeführt wird, hält die Verbesserung der Beweglichkeit sogar wochen- bis monatelang an. Dadurch kann man z. B. im Badminton oder Tischtennis einen größeren Beschleunigungsweg ausnutzen, um eine Erhöhung der Schlaggeschwindigkeit zu erzielen.

9.2.1 Ruhespannung und Muskellänge

Kurzzeitdehnen

Im Verlauf einer Dehnung nehmen die Dehnungsreflexe zu, das heißt der Muskel kontrahiert. Zu erkennen ist dies daran, dass **die Muskeln zu zittern beginnen**. Es hat sich beim Kurzzeitdehnen (Gesamtdauer des Dehnprogramms ca. 10–20 Minuten) gezeigt, dass die Ruhespannung im Verlauf der ersten 5 Dehnungen absinkt. Nach ca. 60 Minuten ist dieser Effekt völlig abgeklungen. Wird die Ruhespannung nach einem mehrwöchigen Dehnungstraining nach einer entsprechenden Pause gemessen, ist sie nicht reduziert und kann sogar ansteigen (vgl. *Klee/Wiemann* 2012).

Kennwerte	Kurzzeitdehnen (10–20 min)	Mehrwöchiges Dehnen
1. Bewegungsreichweite	+8 %	+15 %
2. Max. Dehnungsspannung	+23 %	+30 %
3. Ruhespannung	-20 %	keine Veränderungen, bzw. +13 %
4. Muskellänge	keine Veränderungen	keine Veränderungen
6. Maximalkraft	-7 %	keine Veränderungen, bzw. +13 %
6. Schnellkraftleistung	-5 % bei intensivem statischem Dehnen; keine Veränderung beim dynamischen Dehnen	Zunahme
7. Verletzungsvorbeugung	Alle Verletzungen: -5 %, Muskelverletzungen: Abnahme um -20–50 %, auf 5–9 Jahre gesehen;	Es liegen keine Erkenntnisse dazu aus Studien vor
8. Muskelkater	Keine Veränderungen, Zunahme	Es liegen keine Erkenntnisse dazu aus Studien vor

Tab. 9.2: Kurzfristige und langfristige Effekte von unterschiedlichen Dehnmaßnahmen (mod. nach *Klee* 2013)

9.2.2 Maximalkraft und Schnellkraft

Durch intensives statisches Langzeitdehnen mit über 30 Sekunden Dehndauer können Leistungseinbußen bei der Maximalkraft von bis zu 7 % und bei Sprungtests von bis zu 5 % auftreten. Diese Ergebnisse führten dazu, dass in den letzten Jahren vom Dehnen abgeraten wurde. Neuere Studien zeigten jedoch, dass sich weder ein kurzes Dehnen mit 4 x 15 Sekunden noch ein dynamisches Dehnen leistungsmindernd auswirken und dass **Pausen und tonisierende Übungen** diese Negativeffekte wieder ausgleichen. Auch führt Langzeitdehnen nicht zu einer Abnahme der Maximalkraft. Im Gegenteil: Es ist langfristig sogar förderlich für Schnellkraftleistungen, was sich in schnelleren Sprints oder einer besseren Sprungkraftleistung zeigen kann.

Statisches Dehnen

Bei 63 männlichen **Handballspielern** wurde der Einfluss von statischem Dehnen auf die Wurfgeschwindigkeit beim Schlagwurf untersucht. Die Probanden durchliefen ein Aufwärmprogramm mit Laufformen und Armkreisen sowie 20 Pässen über 9 Meter und absolvierten danach vier statische Dehnübungen mit jeweils 30 Sekunden Dauer. Dann wurde der Schlagwurf durchgeführt. **Das Ergebnis: Es konnte kein negativer Effekt des statischen Dehnens auf die Wurfgeschwindigkeit festgestellt werden**. Die Autoren berichten, dass auch bei Studien zum Bankdrücken, der Kraft der Schultermuskulatur, der Wurfleistung beim Baseball und der Leistung beim Aufschlag im Tennis kein negativer Effekt von statischem Dehnen auf die Leistungsfähigkeit der oberen Extremitäten festgestellt werden konnte. Bei diesen Untersuchungen lag die Dehndauer pro Muskel zwischen 15 und 20 Sekunden (vgl. *Strauß/Wydra* 2010).

Cohen (1994) konnte zeigen, dass Dehnprogramme, die innerhalb des Aufwärmens gemacht werden sowie Langzeitdehnen über mehrere Wochen hinweg, über einen vergrößerten Beschleunigungsweg zu einer Erhöhung der Schlaggeschwindigkeit beim Tennis führten. Diese Erkenntnisse sind auch für **Tischtennis**, **Badminton**, **Squash** oder **Volleyball** bzw. den leichtathletischen Speerwurf relevant.

Langfristiges Dehnen über Wochen oder Monate hinweg

In der Praxis ist es nicht üblich, unmittelbar nach Dehnungsübungen sofort sportliche Leistungen zu absolvieren. Kein Hochspringer dehnt sich intensiv passiv und geht danach sofort zum Anlauf über. Auch Speerwerfer dehnen sich unmittelbar vor ihrem Wurf nicht lange und intensiv. Meist erfolgt nach dem Dehnen noch eine Aktivierungsphase, in der sportartspezifische Bewegungen, wie z. B. kurze Antritte, Sprünge, Schläge oder Würfe ausgeführt werden. Diese Aktivierungsmaßnamen, durch die man die Muskeln wieder auf Spannung bringen kann, werden auch **Movement Preparation** oder **tonisierende Übungen** genannt. Sie gleichen eventuelle kurzfristige Negativeffekte des Dehnens sofort wieder aus. Untersuchungen zeigten nicht nur bezüglich des passiven Dehnens, sondern auch bezüglich des dynamischen Dehnens eine Leistungsminderung, die durch Pausen und tonisierende Übungen wieder ausgeglichen wurden (*Klee/Wiemann* 2012). **Langfristiges Dehnen**, welches über Wochen oder Monate ausgeführt wurde, führte auch nicht dazu, dass die Muskeln »ausleierten« oder die Maximalkraft abnahm.

9.2.3 Dehnen und Muskeltonus

Spannungszustand des Muskels

Die Skelettmuskeln kann man mehr oder weniger stark anspannen, manche verfügen über eine bestimmte Ruhespannung, beispielsweise die Bauch- und Rückenmuskulatur für die aufrechte Haltung. Durch Steigerung des Muskeltonus ohne Bewegung kommt es beispielsweise zur verstärkten Wärmebildung. Sportler sprechen häufig von verspannter Muskulatur. Zwischen dem Muskeltonus und der Beweglichkeit im Sinne der maximalen Gelenkbeweglichkeit besteht kein direkter Zusammenhang (*Freiwald* 2013).

Definition

Muskeltonus: Der Muskeltonus beschreibt den Spannungszustand des Muskels.
Er besteht aus 2 Komponenten:
1. viskös-elastische Komponente
2. kontraktile Komponente

In einem ruhenden Muskel liegt grundsätzlich ein viskoelastischer Muskeltonus vor, der durch folgende Eigenschaften des Muskelgewebes beeinflusst wird:
1. Flüssigkeiten
2. Fetteinlagerungen
3. Bindegewebsspannungen

Von einem kontraktilen Muskeltonus spricht man, wenn eine elektrische Aktivierung der Muskulatur vorliegt. Ist diese höher, zieht sich der Muskel zusammen und die Härte der Muskulatur nimmt zu.

Einflussfaktoren auf den Muskeltonus (MT) sind folgende:

1. Blockierte Gelenke: führen zu einer reflektorischen Anspannung
2. Erkrankungen und Störungen der inneren Organe: MT steigt an
3. Stress (psychische Belastungen): MT steigt an
4. Entzündungen: z. B. Rheuma, MT steigt an, oder
5. Faszienverklebungen

Dehnen und Muskeltonus

Wichtig ist festzuhalten, dass durch Dehnung kurzfristig der kontraktile Muskeltonus beeinflusst werden kann. Ebenso kann durch Dehnung auch kurz-, mittel- und langfristig der viskoelastische Muskeltonus beeinflusst werden.

Wie kann Dehnung zur Reduzierung des MT bei den obigen Beispielen beitragen?

1. Indem die Blockade aufgehoben wird, dies führt in der Regel sofort zu einer Entspannung der verspannten Muskulatur.
2. Bei Erkrankungen ist Dehnung wirkungslos.
3. Bei Stress und psychischer Anspannung kann Dehnung einen wichtigen Beitrag zur Entspannung leisten.

Für den Sport ist noch interessant: Nach Verletzungen wird durch Dehnung die übermäßige Einlagerung von Bindegewebe in die Muskulatur verhindert, Narben vorgebeugt und die Beweglichkeit erhalten (vgl. *Freiwald* 2013).

9.2.4 Verletzungsvorbeugung

Dehnen als Verletzungsprophylaxe

Eines der gewichtigsten Argumente für das Dehnen war früher die verletzungsvorbeugende Wirkung. Dann ergab eine Untersuchung an 2630 australischen Soldaten, dass ein Mensch sich 23 Jahre lang dehnen müsste, um eine Verletzung zu verhindern (vgl. *Herbert/Gabriel* 2002). Neuere Studien lassen hingegen den Schluss zu, dass Muskel- und Sehnenzerrungen durch Dehnen reduziert werden können. *Cross* und *Worrell* (1999) fanden heraus, dass Muskelverletzungen durch Dehnen halbiert werden konnten, bei anderen gingen die **Muskelverletzungen** bei der Dehngruppe um ca. ein Viertel zurück. Nach momentanem Forschungsstand ist es daher nicht ganz korrekt zu schlussfolgern, dass Dehnen im Zusammenhang mit der Verletzungsvorbeugung keinerlei Bedeutung hätte.

Anders sieht es beim **Muskelkater** aus. Hier ist eindeutig bewiesen, dass dieser weder durch Dehnen vor noch nach der Belastung verhindert werden kann (vgl. *Klee* 2013).

9.3 Dehnmethoden

Welche Dehnmethode angesagt ist, hängt von der jeweiligen Zielsetzung ab. Es können sich auch mehrere Dehnmethoden dazu eignen, ein bestimmtes Ziel zu erreichen.

Die Orientierung erfolgt grundsätzlich an folgendem Raster:

Zeitpunkt der Trainingseinheit	Zielsetzung durch Dehnung
Stundenbeginn: Aufwärmen	• Beweglichkeitssteigerung (kurzfristig), • Beweglichkeitserhalt • Vorbereitung • Körperwahrnehmung • Körpergefühl • Durchblutungssteigerung, muskuläre Verletzungsprophylaxe
Hauptteil	Verbesserung der Beweglichkeit, evtl. bis zur Spezialnorm
Stundenabschluss: Cool Down	• Regeneration • Durchblutungsförderung • Senkung des Muskeltonus

Tab. 9.3: Unterschiedliche Zielsetzungen von Dehnungsübungen im Stundenverlauf

5 Dehnmethoden

Die folgende Systematik orientiert sich an *Freiwald* (2013). Es wird auf 5 Dehnmethoden eingegangen, die von praktischer Bedeutung sind:

- *Statisches Dehnen: (Static Stretching = SS)*

Für die praktische Anwendung im Sport wird das statische Dehnen mit kurzer Dauer (10–15 Sekunden) vom statischen Dehnen mit verlängerten Dehnzeiten (bis zu 60 Sekunden) unterschieden. Die Muskulatur und das Bindegewebe werden durch das Einnehmen einer endgradigen Gelenkstellung auf maximale Länge gebracht. Bei dem verlängerten Dehnen werden auch strukturelle Anpassungen der gedehnten Gewebe angestrebt (*Freiwald* 2013). Bei dieser Methode kann die Dehnung sehr gut kontrolliert werden. Außerdem kann es zu einer ausgeprägten psychischen Entspannung kommen.

- *Dynamisches Dehnen: (Dynamic Stretching = DS)*

Dynamische Dehnmethoden eignen sich zur Vorbereitung auf sportliche Belastungen. Durch dynamische Dehnungen beim Aufwärmen kann z. B. die Ausholbewegung eines Handballers zum Torwurf, eines Volleyballers zum Schmetterschlag, eines Leichtathleten zum Speerwurf oder eines Tischtennisspielers zum Vorhand-Topspin sehr gut vorbereitet werden.
Im Gegensatz zum statischen Dehnen wird hier die Endposition nicht gehalten, sondern durch leichtes Federn ständig erweitert. Da die meisten Sportarten dynamischer Natur sind, sollte bei diesen zur Vorbereitung auch dynamisch gedehnt werden. Verletzungen durch diese Dehnungsmethode bzw. das Auslösen von Reflexen sind nicht bekannt.
In der Praxis werden beim dynamischen Dehnen 3–15 federnde Bewegungen im endgradigen Bereich individuell durchgeführt. Die Bewegungen sollen kontrolliert rhythmisch-federnd sein. Die Bewegungsgeschwindigkeit ist gering. Die Intensität innerhalb einer Serie ist zunehmend (Erweiterung der Dehnposition).

- *Passives Dehnen: Anspannen – Entspannen – Dehnen (Contract-Relax = CR)*

Das charakteristische Kennzeichen dieser Methode besteht darin, dass die Muskulatur, die nachfolgend gedehnt werden soll, zunächst isometrisch (= gehalten) kontrahiert wird. Diese Anspannung sollte submaximal bis maximal sein und ca. 2–10 Sekunden gehalten werden. Nach der Kontraktion wird die Muskulatur entspannt, die Dehnposition eingenommen und die zuvor isometrisch angespannte Muskulatur gedehnt. Dies ist eine Variation des statisch-passiven Dehnens.
Durch die vorherige Anspannung findet eine Mehrdurchblutung sowie Kräftigung der darauffolgend gedehnten Muskulatur statt. Durch die vorherige Anspannung des zu dehnenden Muskels steigert der Übende seine Aufmerksamkeit und sein Körpergefühl.

- *Aktives Dehnen: Agonistische Kontraktion und Dehnen (Agonist Contract = AC)*

Der Sportler nimmt aktiv unter Kontraktion des Agonisten die Dehnposition ein, um die antagonistische Muskulatur zu dehnen. Die Position wird weniger als 10 Sekunden gehalten. Diese Dehnmethode wird auch als aktives Dehnen bezeichnet.
Diese Dehnmethode (AC) hat sich zur Beweglichkeitsverbesserung, insbesondere der aktiven Beweglichkeit als besonders erfolgreich erwiesen. Der zu dehnende Muskel wird verstärkt durchblutet und der Agonist gekräftigt. Dies kann vor Trainings- und Wettkampfbelastungen von Vorteil sein. Die aktive Beweglichkeit erfordert mehr Aufmerksamkeit vom Sportler und kommt der Wettkampfleistung sehr nahe.

- *Aktiv-dynamische Dehnung: Anspannen – Entspannen – Agonistische Kontraktion und Dehnen*

Diese Dehnmethode ist mit der zuvor beschriebenen AC-Methode identisch, jedoch wird der Dehnung eine Kontraktion der zu dehnenden Muskulatur vorgeschaltet. Sie kann auch als aktiv-dynamische Dehnung bezeichnet werden.
Der Sportler spannt zuerst die zu dehnende Muskulatur an. Die Intensität soll dabei stark sein und zwischen 2 und 10 Sekunden andauern. Darauf folgt ein kurzes Entspannen. Anschließend wird die Dehnposition eingenommen und durch Unterstützung des Agonisten der Antagonist gedehnt. Diese Methode ist zur Beweglichkeitsverbesserung sehr gut geeignet.

Empfehlungen für die Praxis

Merke

Als sehr gut geeignet zum Dehnen vor dem Sporttreiben (im Aufwärmen) hat sich das aktiv-dynamische Dehnen erwiesen.

Als sehr gut geeignet zum Dehnen im Cool Down (Ende des Trainings oder Wettkampfes) hat sich das statische Dehnen mit ca. 15–20 Sek. Dauer erwiesen.

Ob und nach welcher Methode man dehnt, hängt von folgenden Faktoren ab:

- Wirkung, die erzielt werden soll
- Sportart bzw. Disziplin
- persönliche Ziele

Empfehlungen zum richtigen Dehnen

Nach *Klee* (2013) können folgende praktische Empfehlungen ausgesprochen werden:

1. Intensives Dehnen **zum Aufwärmen** ist bei Sportarten bzw. Disziplinen, die eine maximale Beweglichkeit erfordern, unabdingbar. Dazu zählen beispielsweise Turnen, Hürdenlauf, Schwimmen, rhythmische Sportgymnastik oder Sportakrobatik.
2. Bei Sportarten, in denen es zu schnellkräftigen Bewegungen oder zu großen Gelenkausschlägen kommt, ist wegen der Leistungssteigerung (z. B. durch Vergrößerung des Beschleunigungswegs) und wegen der Verletzungsvorbeugung (Muskelzerrungen) ein **submaximales Dehnen** zu empfehlen. Geeignet wären z. B. 10 rhythmisch-federnde Wiederholungen. Zu befürchtende Leistungseinbußen werden durch **tonisierende Übungen und durch eine Pause verhindert**. Beispielsportarten: Handball, Tischtennis, Volleyball, Badminton, Fußball, Tennis, Judo, Karate und Basketball. Sollen die Muskeln, die am häufigsten zu Zerrungen neigen, gedehnt werden, so wären dies **beim Aufwärmen** nur 6 Übungen: hintere und vordere Oberschenkelmuskulatur, Adduktoren, Waden, Hüftbeuger und Brustmuskel.

3. Für Bewegungsformen, bei denen es zu keinen maximalen Gelenkausschlägen und zu keinen schnellkräftigen Bewegungen kommt, wie z. B. beim Radfahren, Joggen oder Nordic Walking, ist Dehnen von geringerer Bedeutung.
4. **Nach einer Belastung** ist ein Auslaufen zu empfehlen, eine Lockerung und ein kurzes submaximal statisches Dehnen (SS).
5. Das **Langzeitdehnen** zur Verbesserung der Beweglichkeit sollte wenn möglich in einer eigenen Trainingseinheit absolviert werden. Hierbei sollten auch die Methoden des Anspannungs-Entspannungs-Dehnens und des Agonisten-Anspannungs-Dehnens eingesetzt werden, da diese effektiver sind als die anderen Methoden
6. In einseitig belastenden Sportarten, wie z. B. Tischtennis oder Badminton, ist zur **Vermeidung muskulärer Dysbalancen** ein ausgewogenes Krafttraining für die Antagonisten wichtiger als ein Dehnungstraining.
7. Von einem zeitlich umfangreichen Dehnen mit maximaler Intensität ist beim **Aufwärmen** abzuraten. Es könnte hierdurch zu einer Leistungsminderung kommen und das Verletzungsrisiko könnte sogar ansteigen.

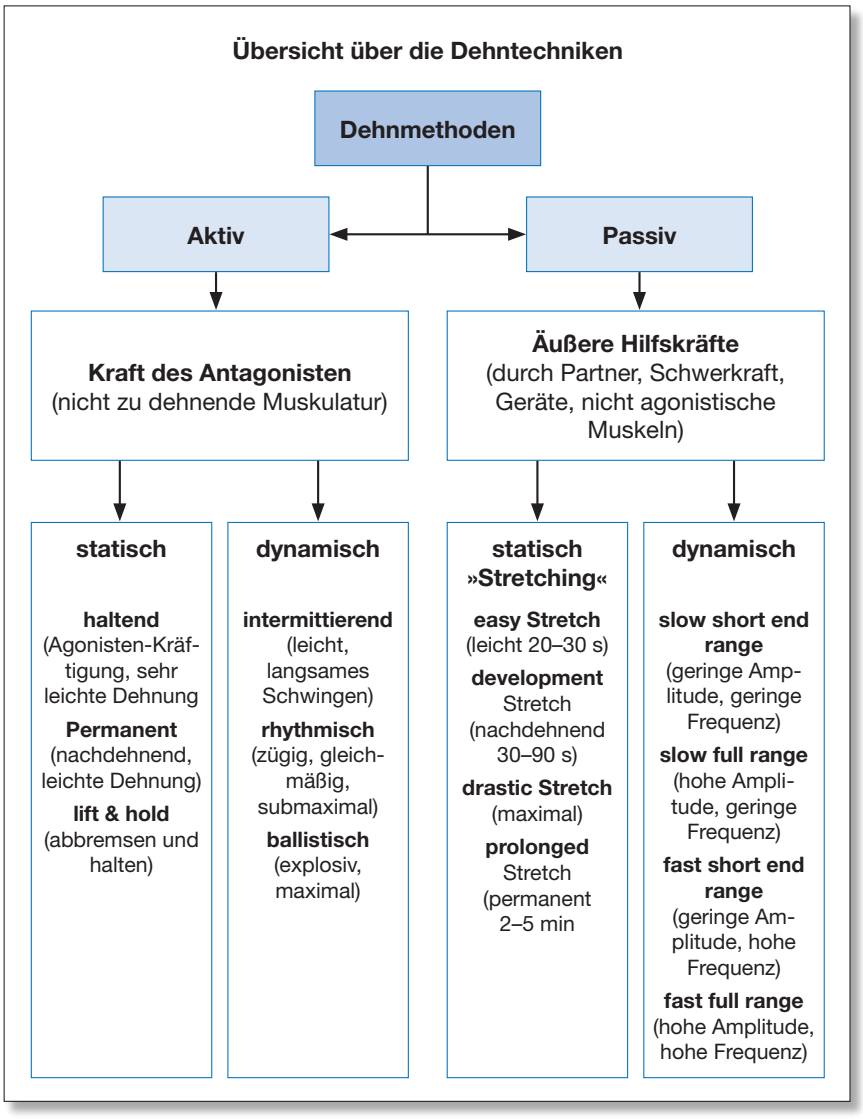


Abb. 9.1: Dehnmethoden (mod. nach *Gärtner* 2016)

Tabelle 9.4 zeigt einen Überblick über die praktische Anwendung und Eignung der in diesem Kapitel beschriebenen Dehnungsmethoden.

In einer umfangreichen Übersichtsarbeit hat *Wiemann* die Wirksamkeit der unterschiedlichen Dehnmethoden folgendermaßen zusammengefasst:

- Alle Dehnungsmethoden führen zu einer verbesserten Gelenkbeweglichkeit.
- Fünf Dehnmethoden haben sich in der sportlichen Praxis bewährt: Statisches Dehnen (SS), Dynamisches Dehnen(DS), Anspannen- Entspannen- Dehnen(CR), Agonistische Kontraktion und Dehnen(AC) sowie Anspannen-Entspannen Agonistische Kontraktion und Dehnen (CR-AC)
- Die effektivste Methode um die Gelenkamplitude zu erweitern ist die CR-AC, gefolgt von AC, DS und CR sowie SS.

Dehnmethoden und ihre Ziele

Ziel / Dehnmethode	Aufwärmen/ Vorbereitung	Hauptteil/ Langfristiges Beweglichkeits-training	Stundenausklang/ Cool Down/ Regeneration/ Tonusregulation
Statisches Dehnen (SS)	lange Dauer (60 s), nur geeignet bei Sportlern, die höchste Bewegungsamplituden benötigen	zur Beweglichkeits-steigerung geeignet	kurze Dauer (10–15 s), geeignet, um Muskeltonus zu senken
Dynamisches Dehnen (DS)	besonders zur Vorbereitung auf sportliche Leistung geeignet, da erhöhte Muskeldurchblutung	sehr gute Wirksamkeit zur langfristigen Steigerung der Beweglichkeit	sehr gut geeignet zur Regeneration, da durchblutungsfördernd
Anspannen – Entspannen – Dehnen (CR) = statisch passives Dehnen	besonders zur Vorbereitung auf sportliche Leistung geeignet, da erhöhte Muskeldurchblutung	zur Beweglichkeits-steigerung geeignet	sehr gut geeignet zur Regeneration, da durchblutungsfördernd
Agonistische Kontraktion und Dehnen (AC) = aktives Dehnen	sehr gut zur Vorbereitung auf Training und Wettkampf geeignet, da erhöhte Muskeldurchblutung	sehr gute Wirksamkeit zur langfristigen Steigerung der Beweglichkeit	bei dynamischer Ausführung: sehr gut geeignet zur Regeneration, da durchblutungsfördernd
Anspannen – Entspannen – Agonistische Kontraktion und Dehnen (CR-AC) = aktiv dynamische Dehnung	sehr gut zur Vorbereitung auf Training und Wettkampf geeignet, da erhöhte Muskeldurchblutung	sehr gute Wirksamkeit zur langfristigen Steigerung der Beweglichkeit	sehr gut geeignet zur Regeneration, da durchblutungsfördernd

Tab. 9.4: Eignung verschiedener Dehnungsmethoden für unterschiedliche Ziele. Legende: SS: Static Stretching; DS: Dynamic Stretching; CR: Contract Relax; AC: Agonist Contract; CR-AC: Contract Relax – Agonist Contract) (mod. nach *Freiwald u. Klee* 2013)

9.4 Faszientraining

In den letzten Jahren ist neben der Muskulatur das Fasziengewebe immer stärker in den Fokus gerückt. Dazu haben in erster Linie die Anwendungen z. B. mit den BlackRolls® beigetragen, mit denen die Faszien trainiert werden können.

Faszienhüllen des Muskels

Anatomisch gesehen macht dieses Bindegewebe ca. 30 % des gesamten menschlichen Gewebes aus. In den letzten Jahren hat man herausgefunden, dass das Fasziengewebe kein totes Gewebe ist, sondern dass die Faszien reichlich innerviert sind. Sie enthalten verschiedene Typen von sensorischen Nervenendigungen. Dies erklärt, weshalb offensichtlich die Faszienhüllen des Muskels ebenfalls am Schmerzempfinden beim Muskelkater beteiligt sind. Das Fasziengewebe durchzieht den gesamten menschlichen Körper und besteht primär aus:

Bestandteile

- Kollagen
- Elastin
- Bindegewebszellen
- Flüssigkeit (68 %)

Die Faszien reagieren auf Reize und passen sich an Belastungen an. Das Fasziengewebe degeneriert, wenn es nicht gefordert wird. Bei körperlicher Passivität und bei älteren Menschen verfilzen und verkleben die Faszien und verlieren ihre natürliche Wellenstruktur. Dadurch wird die Muskelarbeit beeinträchtigt, denn die Muskelfaserbündel können dann nicht mehr richtig gegeneinander gleiten und

1. die Kraftübertragung von Muskel zu Muskel funktioniert nicht mehr reibungslos
2. die Koordination leidet.

Für Sportler sind sie auch deshalb so wichtig, weil z. B. die Sehnen Bewegungsenergie aufnehmen und abgeben können. Sie bilden damit die Grundlage für die Sprungkraft- und Schnellkraft.

Was kann Faszientraining bewirken?

Wirkung von Faszientraining

- Erhöhung der Belastbarkeit von Sehnen und Bändern
- schützt Muskulatur vor Verletzungen
- Vermeidet schmerzhaftes Reiben in Hüftgelenken und Bandscheiben
- strafft den Körper

Ziele des Faszientrainings sind:

Ziele des Faszientrainings

- elastische Dehnfähigkeit und Spannkraft der Faszien herstellen
- das reibungslose Funktionieren der langen Faszienbahnen gewährleisten
- eine intakte und natürliche Netz- und Wellenstruktur herstellen
- eine schnelle Regeneration der Muskel-Faszien-Einheit nach dem Sport erreichen

Die Zellen werden dadurch zur Produktion von neuem Kollagen angeregt. Das Fasziengewebe reagiert auf Training anders als die Muskeln. Die Anpassung dauert bei den Faszien etwas länger, sie können dadurch jedoch ihre natürliche Wellenstruktur wieder zurückgewinnen.

BlackRoll®-Übungen (Self myofascial Release)

Eine Möglichkeit, den Fasern durch Training in ihre ursprüngliche Form zurückzuverwandeln besteht in der Anwendung der Blackroll-Übungen. Es werden mit Hilfe der Faszienrollen aus Hartschaumstoff die mehr oder weniger schmerzhaften Regionen »massiert« und »durchgerollt«, um dadurch die Verfilzungen in den Fasern aufzulösen. Im Prinzip wird dadurch auch Flüssigkeit aus den Faszien herausgepresst, und es kann danach wieder umso besser damit aufgefüllt werden. Dadurch gewinnt das Fasziengewebe seine Elastizität zurück.

Abb. 9.2 und 9.3: Das obere Bild zeigt eine Regenerationsübung mit der BlackRoll®, das untere Bild eine stabilisierende Übung; Quelle ©BLACKROLL / *Sebastian Schöffel*

Außerdem konnte in Studien belegt werden, dass durch BlackRoll®-Training sich die Regenerationszeit nach einer sportlichen Belastung erheblich verkürzen lässt. Ein guter Faszienzustand bietet zusätzlich Schutz vor Verletzungen (vgl. *Schleip* 2015).

Ziele und Wirkungen des Black-Roll-Trainings

Sportlich aktive Erwachsene und junge Menschen haben eine regelmäßige Netzstruktur, ihre Faszien sind sehr elastisch. Durch Training z.B. mit einer BlackRoll® kann man negative Symptome stark beeinflussen sowie verlangsamen und sich somit gesunde Faszien erhalten.

Fasziales Dehnen

Häufig bringt man mit dem Faszientraining lediglich das Training mit der Schaumstoffrolle BlackRoll® in Verbindung. Doch auch die Dehnung spielt im Faszientraining eine sehr wichtige Rolle. Das Dehnen und damit verbunden der Dehnimpuls auf das Gewebe führt zu einer Ausrichtung der kollagenen Strukturen in eine parallele Verlaufsrichtung. Die dabei neu gebildeten Kollagenfasern richten sich entsprechend der auf sie einwirkenden Zugbelastung aus. Wenn Dehnspannungen auf das Fasziengewebe einwirken, wird die Kollagenneubildung (Kollagensynthese) angeregt. Dem Dehnen kommt somit eine sehr wichtige Funktion zu.

> Das Dehnen verbessert die mechanischen Eigenschaften der Faszien.

Grundsätzlich unterscheidet man das statische und das dynamische Dehnen. Das statische Dehnen wird durch die Haltephase gekennzeichnet, während sich das dynamische Dehnen durch die Bewegung auszeichnet (vgl. *Slomka* 2014).

Besonderheiten des faszialen Dehnens:

- Dehnaufgaben über mehrere Gelenke hinweg **für die ganze Faszienlinie**
- Hohe bis sehr hohe **Dehnintensität**
- In Dehnposition durch wippende und geführte Impulse in verschiedene Richtungen dehnen = **mehrdimensionales Dehnen**
- **Lange Dauer** der Dehnaufgaben
- **Nur bei dieser Durchführung ergeben sich entsprechende Effekte auf die Faszien, die Kollagensynthese und Kollagenstruktur**

Yoga

Beim Yoga wird primär langsames, schmelzendes Dehnen angewendet, wobei die Dehnposition lange eingehalten wird. Dabei werden der Blutdruck und der Puls messbar abgesenkt. Wenn Faszengewebe gedehnt wird, wirkt dies auf den Parasympathikus, woraufhin eine Entspannungsreaktion im Körper erfolgt. So lässt sich die »entstressende« Wirkung von Yoga erklären. Bei Rückenschmerzen können aus dem Yoga stammende Dehnungsübungen wesentlich zur Linderung beitragen. Das wippende Dehnen gilt mittlerweile in der Trainingswissenschaft als voll rehabilitiert, nachdem es vor Jahren in Verruf geraten war. Beim faszialen Dehnen sollten beide Dehntechniken (statisch und dynamisch) angewendet werden (vgl. *Schleip* 2015).

Aufgaben

- Welche Faktoren, die Einfluss auf die normale Beweglichkeit haben, sind Ihnen bekannt?
- Welche Unterschiede zwischen kurzfristigem und mehrwöchigem Training durch Dehnen sind Ihnen bekannt?
- Man kann zum Stundenbeginn, im Hauptteil oder im Schlussteil dehnen. Welche Ziele werden jeweils damit verfolgt?
- Welche praktischen Empfehlungen sind Ihnen im Zusammenhang mit dem Dehnen bekannt?
- Welche Dehnungsmethoden kennen Sie? Wozu eignen sich diese im Besonderen?
- Welche Ziele verfolgt das Faszientraining?
- Welche Wirkungen kann man durch das Ausrollen mit einer BlackRoll® erreichen?

10 Koordinationstraining

10.1 Koordinative Fähigkeiten

Aufgaben zum Einstieg ins Thema

- Warum ist es – im Gegensatz zur Kondition – so schwierig zu sagen, was man unter Koordination versteht und wie sie gezielt trainiert werden soll?
- Notieren Sie, bevor Sie weiterlesen, möglichst genau, was Koordination ihrer Meinung nach ist, ob und wo in Ihrer Sportart diese Fähigkeiten besonders wichtig sind.

Voraussetzungen für Bewegungsabläufe

Alle **Bewegungsabläufe** können letztlich nur gut gelingen (d.h. »funktionieren«), wenn neben genügend Kraft, Ausdauer und Willen folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die Tätigkeit der Muskeln muss im Krafteinsatz dosiert und zeitlich abgestuft erfolgen können.
- Es muss auf ein möglichst großes und mit einfachen Teilbewegungen/ Bewegungsteilen gefülltes »Depot« zurückgegriffen werden können (»Bewegungsrepertoire«).
- Es muss auf ein inneres Bild (»Innensicht«) der Bewegung zurückgegriffen werden können.
- Die Ausführung der Bewegung muss zweckentsprechend verändert werden können.
- Die Situation, in der die Bewegung ausgeführt werden soll, muss umfassend, schnell und richtig eingeschätzt werden können usw.

Zusammenwirken Muskeln/ Nervensystem

Um über all diese Voraussetzungen verfügen zu können, ist das geordnete **Zusammenwirken verschiedener Muskeln mit verschiedenen Sinnesorganen und verschiedenen Bezirken des Nervensystems** erforderlich. Dieses Zusammenwirken erst macht den Sportler lern- und leistungsfähig und führt zu sportbezogener Handlungsfähigkeit.

In dem hier beschriebenen Teilbereich, der von entscheidender Bedeutung für das beobachtbare Bewegungsverhalten ist, geht es allgemein um Fragen der **Bewegungskoordination** und speziell um die verschiedenen **koordinativen Fähigkeiten**.

Definition koordinative Fähigkeiten

Definition

Koordinative Fähigkeiten
Koordinative Fähigkeiten sind Leistungsvoraussetzungen, die in verschiedenen Phasen sportlicher Handlungen wirksam werden. Sie bauen auf Bewegungserfahrungen auf und umfassen das Vermögen, aufgrund komplizierter Steuerungs- und Regelungsvorgänge Bewegungshandlungen in vorhersehbaren sowie unvorhersehbaren Situationen sicher und wirkungsvoll auszuführen (Abb. 10.1).

Bei der Frage, was jeweils gezielt trainiert werden soll, lassen sich einerseits verschiedene Zielbereiche des Koordinationstrainings unterscheiden (Abb. 10.2). Andererseits können die einzelnen Fähigkeiten, die trainiert werden, einer Skala zwischen allgemeinem und speziellem Koordinationstraining zugeordnet werden (Abb. 10.3).

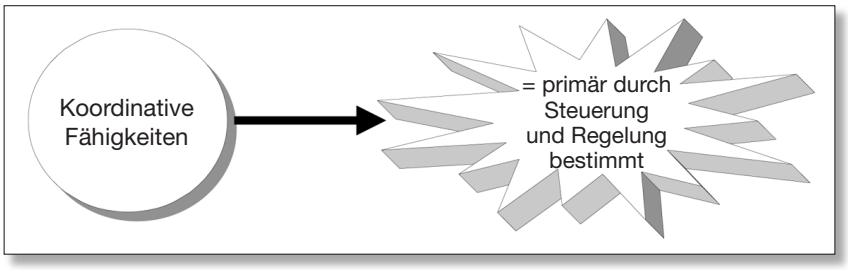


Abb. 10.1: Koordinative Fähigkeiten sind durch Steuerung und Regelung bestimmt

Zielbereiche des Koordinationstrainings

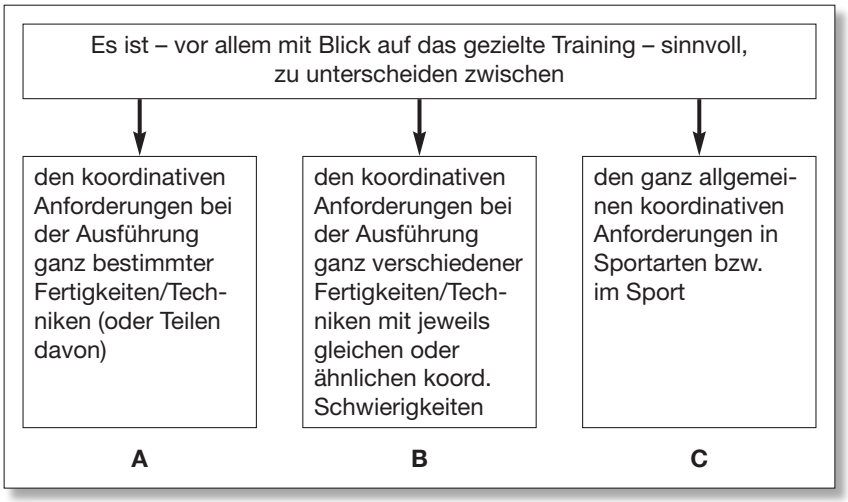


Abb. 10.2: Zielbereiche des Koordinationstrainings

Allgemeines und spezielles Koordinationstraining

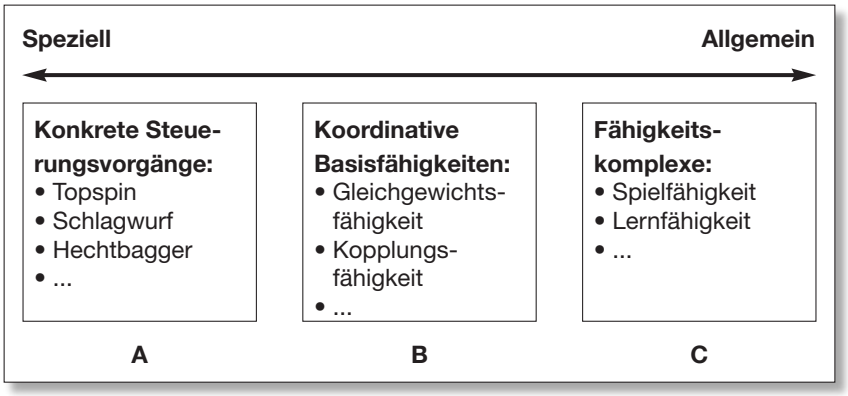


Abb. 10.3: Spezielles und allgemeines Koordinationstraining im Vergleich

Dazu zwei Beispiele aus der Sportpraxis:

Praxisbeispiel: Eiskunstlauf

Wir beobachten die Kür einer Eiskunstläuferin, die einen Zweifachsprung ausführt.

A Sie muss diesen **konkreten Sprung** (hier den Doppellutz) technisch-koordinativ auf hohem Niveau »beherrschen«.

B Sie muss in der Flugphase jederzeit wissen, wo sie ist **(räumliche Orientierungsfähigkeit)** und muss sicher auf einer Schlittschuhkufe landen können (Gleichgewichtsfähigkeit) usw.

C Sie muss durch ihre gesamte Darbietung bei den Wertungsrichtern einen möglichst guten künstlerischen Eindruck erwecken, braucht also **choreographische Fähigkeiten** usw.

Praxisbeispiel: Volleyball

Wir beobachten ein Volleyballspiel; die Aufschlagannahme kommt zum Zuspieler, der einen hohen Pass auf die Position IV spielt

A Der Angriffsspieler muss über mehrere **konkrete Techniken** (z.B. frontaler Angriffsschlag, Drehschlag, Lob) verfügen.

B Er muss unter anderem abschätzen können, wo er selbst steht, wohin der Ball fliegt, wo die gegnerischen Blockspieler stehen und vieles mehr **(Orientierungsfähigkeit)**; er muss Anlauf- und Stemmschritt sowie Armzug-, Sprung- und Schlagaktion räumlich-zeitlich und dynamisch-zeitlich organisieren können (u.a. **Kopplungs- und Differenzierungsfähigkeit**).

C Er muss die »passende« Schlagtechnik auswählen, sie gegebenenfalls reaktionsschnell variieren oder gar durch eine andere ersetzen; er muss Präzisionsanforderungen erfüllen und gleichzeitig unter ständigem Zeitdruck entscheiden, was zu tun ist und wie es zu tun ist usw. (er braucht Spielfähigkeit).

Zusammenhang Technik – Koordination

Die meisten Übungsleiter bzw. Trainer ordnen das gezielte Schulen und Vervollkommnen konkreter koordinativer Steuerungsvorgänge dem Bereich »Technik« zu. In den Beispielen wird deutlich, dass Techniktraining auf allen Stufen auch als spezielles Koordinationstraining bezeichnet werden könnte. Bei aller Klarheit in den Bereichen Technikerwerb, Technikvariation und Technikanwendung darf aber Folgendes nicht übersehen werden:

Merke

- Ziele und Inhalte des Koordinationstrainings dürfen nicht auf die Verbesserung spezifischer Koordinationsvorgänge beschränkt werden.
- Auf jeden spezifischen Koordinationsvorgang hat – neben vielen anderen Faktoren – jeweils mindestens eine koordinative (Basis-)Fähigkeit einen entscheidenden Einfluss.

Merke

Die vielseitig zielgerichtete Schulung koordinativer (Basis-)Fähigkeiten verkürzt die Lernzeiten und verbessert die Lernleistungen; sie sollte dem speziellen Üben vorangehen oder es ergänzen → **fähigkeitsorientierter Fertigkeitserwerb**.

Leider ist gerade die mittlere Ebene (vgl. B) der koordinativen (Basis-)Fähigkeiten für viele Übungsleiter und Trainer problematisch. Dies hat folgende Hauptursache: Mit dem in der Vereinspraxis auch heute noch verbreiteten Begriffspaar »**Gewandtheit** und **Geschicklichkeit**«, mit dem der Bereich der koordinativen Fähigkeiten abgedeckt werden soll, kann die Forderung nach klaren Zielen nicht erfüllt werden. (Wie sollte ein Übungsleiter bzw. Trainer ein **gezieltes** Training durchführen, wenn die Ziele nur unscharf zu beschreiben sind?)

Koordinative Fähigkeiten

Ein einfaches, klares und praxisbezogenes System koordinativen Fähigkeiten wird von *Harre* (1982) vorgeschlagen. Es unterscheidet **koordinative Fähigkeiten** und gibt dadurch Übungsleitern und Trainern eindeutige Trainingsziele vor (Abb. 10.4).

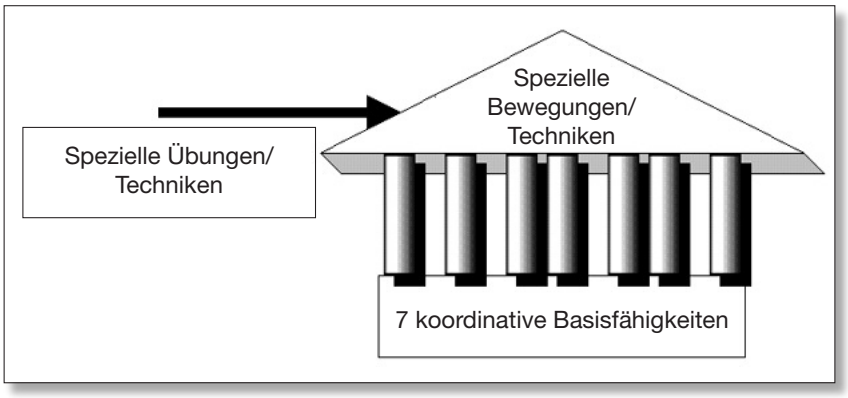


Abb. 10.4: Zusammenhang zwischen speziellen Techniken, den 7 koordinativen Basisfähigkeiten sowie den Übungen

10.1.1 Orientierungsfähigkeit

Definition Orientierungsfähigkeit

Definition

Orientierungsfähigkeit
Die Orientierungsfähigkeit bestimmt die Lageveränderungen des Körpers in Raum und Zeit und ist damit die Fähigkeit zur Raum und Zeit orientierenden Antizipation (siehe Kap. 10.1.8) sowie zur Bewegungssteuerung (vgl. *Martin* et al. 2001).

Diese Fähigkeit beruht auf der schnellen, genauen und umfassenden Wahrnehmung der Position bzw. Lage des eigenen Körpers im Raum (z.B. Trampolinspringen, Schwimmwenden) bzw. zum umgebenden Raum (Mitspieler, Gegenspieler, Bälle, Feldmarkierungen usw.). Der Sportler mit guter Orientierungsfähigkeit kann beispielsweise jederzeit Spiel-, Kampf- und Zweikampfsituationen erfassen. Er kann dadurch sein eigenes Bewegungsverhalten der jeweiligen Situation anpassen (z.B. den Passierschlag im Tennis ins »Aus« lassen, den Pass zum **freien** Mitspieler spielen).

Gerade in den Spielsportarten hängt die komplexe Leistungsfähigkeit in hohem Maße von dem Niveau der räumlichen Orientierungsfähigkeit ab. Ihr gezieltes Training ist hier eine unverzichtbare Aufgabe vor allem des Grundlagentrainings, aber auch aller späteren Trainingsabschnitte. Im Geräturnen hat der Turner eine enge Orientierungsfähigkeit, wenn er z.B. am Reck turnt, während sie etwas weiter gefasst ist, wenn er sich auf dem relativ großen Feld des Bodenturnens bewegt. Verlässt der Turner das Feld, führt dies zu Punktabzügen. Auch im Karate, Judo oder Ringen kann nur gepunktet werden, wenn man die Kampffläche nicht verlässt.

10.1.2 Differenzierungsfähigkeit

Definition Differenzierungsfähigkeit

Definition

Differenzierungsfähigkeit
Die Differenzierungsfähigkeit macht das Erreichen genauer Feinabstimmungen einzelner Bewegungsphasen möglich und unterscheidet präzise Kraft-, Raum- und Zeitparameter innerhalb eines Bewegungsablaufs (vgl. ebd.).

Diese Fähigkeit ermöglicht es, Bewegungen mit genau dosiertem und abgestuftem (d.h. differenziertem) Krafteinsatz auszuführen (z.B. beim Tischtennisschlag mit dem nur ca. 3 g leichten Ball, bei Korbwürfen im Basketball aus verschiedenen Distanzen, bei Pässen über verschiedene Entfernungen). Der Sportler mit guter Differenzierungsfähigkeit ist dazu in der Lage, weil er die Informationen der zahlreichen Sinnesorgane im Körperinneren (in Gelenken, Muskeln, Sehnen)

präzise empfinden (= kinästhetische Empfindungen) und zu ablauf- und zielgenauen Bewegungen »verarbeiten« kann.

In der Sportpraxis bezeichnen viele Übungsleiter und Trainer diese Fähigkeit als »Bewegungsgefühl« (Wassergefühl, Ballgefühl, Kantengefühl). Häufig wird die Meinung vertreten, man habe dieses Gefühl oder habe es nicht. Diese Auffassung ist jedoch falsch. Die Differenzierungsfähigkeit kann durch gezieltes Training wesentlich verbessert werden. Ein solches Training ist insbesondere überall dort notwendig, wo es auf Präzisionsleistungen ankommt, wo also hohe Anforderungen an die Bewegungsgenauigkeit bestehen.

10.1.3 Kopplungsfähigkeit

Definition Kopplungsfähigkeit

Definition

Kopplungsfähigkeit
Die Kopplungsfähigkeit ist die Fähigkeit, Teilkörperbewegungen, Einzelbewegungen und Operationen zu einer zielgerichteten Gesamtbewegung zu koordinieren (vgl. ebd.).

Ist diese Fähigkeit vorhanden, gelingt die Verbindung (»Organisation«) der Bewegungen einzelner Körperteile (Beine, Rumpf, Arme, Kopf usw.) mit- und untereinander. Die Einzelbewegungen und/oder Teilkörperbewegungen werden dabei in räumlicher, zeitlicher und dynamischer Hinsicht zu einer zielgerichteten Gesamtbewegung »gekoppelt«.
In den verschiedenen Sportarten kommt diese Fähigkeit unter anderem zum Ausdruck bei der

- **Verbindung verschiedener Bewegungsphasen** (z.B. Stemmschritt, Armschwung, Absprung, Aushol- und Schlagbewegung im Volleyball),
- **Kopplung zentraler Teilbewegungen** (z.B. bei Wenden im Schwimmen, Laufen und Schlagen im Tennis, Badminton, Tischtennis, Squash),
- **Kombination einzelner Bewegungsaktionen** (z.B. Ballannahme in der Bewegung, Täuschungshandlung, Torwurf im Handball).

Dabei ist es unerheblich, ob die Teilbewegungen und Bewegungsaktionen gleichzeitig oder nacheinander vollzogen werden. Dass die präzise Wahrnehmung der kinästhetischen Empfindungen besonders wichtig ist, verdeutlicht das nachfolgende Beispiel aus dem Schwimmsport.

Praxisbeispiel Schwimmsport

Ein perfekter Startsprung kann nur gelingen, wenn die Ausholbewegung der Arme, das Vorschwingen der Arme und der kraftvolle Abdruck vom Block zeitlich präzise mit dem Erfühlen des Abkippens nach vorne-unten verbunden werden.

10.1.4 Gleichgewichtsfähigkeit

Definition Gleichgewichtsfähigkeit

Definition

Gleichgewichtsfähigkeit
Die Gleichgewichtsfähigkeit erlaubt es, Formen des statischen und dynamischen Gleichgewichts während und nach Bewegungsvollzügen beizubehalten und wiederherzustellen (vgl. ebd).

Praxisbeispiele Gleichgewichtsfähigkeit

Ist diese Fähigkeit gut ausgeprägt, bewegt man sich sicher auf dem Ski, dem Skateboard oder beim Wellenreiten. Der Fußball-, Handball- oder Basketballspieler lässt sich von Rempelungen durch den Gegner nicht beeindrucken und findet schnell wieder seine Balance. Beim Bogenschießen steht der Schütze fest und sicher.

Die Gleichgewichtsfähigkeit hat also **statische** und **dynamische Anteile**. Am Beispiel der Gleichgewichtsfähigkeit lassen sich zwei wesentliche Punkte zum Komplex der koordinativen Fähigkeiten deutlich aufzeigen:

- Die verschiedenen koordinativen Fähigkeiten bedingen sich zum Teil gegenseitig. Die Gleichgewichtsfähigkeit z.B. steht in einer ausgeprägten Wechselbeziehung zur räumlichen Orientierungs- und kinästhetischen Differenzierungsfähigkeit. Bei den komplexen Bewegungshandlungen im Sport werden immer verschiedene und sich überlappende koordinative Fähigkeiten wirksam, die häufig sogar in einer Art Abhängigkeitsverhältnis zueinander stehen.
- Viele verschiedene Gleichgewichtsleistungen in zahlreichen Sportarten bzw. Disziplinen stellen im Kern die gleichen spezifischen Anforderungen an die Bewegungssteuerung. An dieser Stelle wird die Theorie durch das in der Trainingspraxis erworbene Erfahrungswissen eindrucksvoll bestätigt. In Abgrenzung zu den Fertigkeiten bzw. Techniken macht den Charakter der Fähigkeiten aus, dass sie verallgemeinerte koordinative Leistungsvoraussetzungen sind: Sie werden in diversen Bewegungssituationen erworben (z.B. Pedalo, Kreisel, umgedrehte Bank) und können dann auf alle gleichartigen oder ähnlichen Bewegungssituationen übertragen werden (z.B. Ski, Skateboard, Surfen).

10.1.5 Rhythmisierungsfähigkeit

Definition Rhythmisierungsfähigkeit

Definition

Rhythmisierungsfähigkeit
Die Rhythmisierungsfähigkeit erlaubt es, Bewegungen von außen und von innen vorgegebenen Rhythmen anzupassen (vgl. ebd.).

Sie befähigt Tänzer z.B. im Standard- oder Lateinbereich dazu, sich im Rhythmus zur Musik zu bewegen, ihre Bewegungen dem Rhythmus der Musik anzupassen, Rhythmen zu erfassen und in der Bewegung zu realisieren. Insbesondere spielen dabei dynamisch-zeitliche Gliederungen eines Bewegungsablaufs und der Wechsel in der Dynamik von Bewegungsabläufen eine Rolle. Akzente und Impulssetzungen im Bewegungsablauf werden auf der Grundlage dieser Fähigkeit nicht nur wahrgenommen (Auge, Ohr, Bewegungsempfindungen), sondern im Bewegungsvollzug durch den Wechsel zwischen Anspannung und Entspannung der Muskulatur gesteuert.

Eine besondere Komponente dieser Fähigkeit ist sicherlich das Erfassen musikalischer Rhythmen – speziell von Rhythmuswechseln – und ihr Ausdruck in Bewegung. Die Rhythmisierungsfähigkeit ist darüber hinaus in der Ausführung aller zyklischen (z.B. Schwimmen, Skilanglauf, Hürdenlauf) und azyklischen Bewegungen (z.B. in der Kombination Laufen-Springen bzw. Laufen-Werfen, also beim Anlaufrhythmus, Zweier-, Dreier- und Fünferschrittrhythmus) von Bedeutung.

Die frühzeitige Schulung unterschiedlicher Anlauf-, Schritt- und Bewegungsrhythmen führt später zu kürzeren Lernzeiten bei allen Techniken, die auf diesen Rhythmen beruhen. Dass sie nicht nur in den Sportarten von Bedeutung ist, die mit Musik kombiniert sind, zeigen viele alltägliche Redewendungen, z.B. »den Laufrhythmus gefunden«, »den Spielrhythmus verloren«, »aus dem Takt gebracht«.

10.1.6 Reaktionsfähigkeit

Definition Reaktionsfähigkeit

Definition

Reaktionsfähigkeit
Die Reaktionsfähigkeit ermöglicht es, zum zweckmäßigsten Zeitpunkt mit einer aufgabenbezogenen Geschwindigkeit auf Signale zu reagieren (vgl. ebd.).

Praxisbeispiele Reaktionsfähigkeit

Der Handball- oder Fußballtorwart muss sehr schnell reagieren, um den Ball zu halten. Tennis- oder Tischtennisspieler müssen ebenfalls sehr schnell reagieren, um rechtzeitig zum Ball zu laufen um ihn dann zu schlagen. Sprinter beim 100-m-Lauf müssen auf den Startschuss und Schwimmer auf den Pfiff reagieren.

Die **auslösenden Signale** sind fast immer bekannt und können erwartet (z.B. Startschuss) oder unerwartet auftreten (z.B. alle Auswahlreaktionen in den Sportspielen, abgefälschte Bälle in den Rückschlagspielen). Bei der gezielten Schulung der Reaktionsfähigkeit kann das Signal vom Mitspieler, Gegner, Schiedsrichter, Starter, von einem Gerät oder vom Gelände ausgehen. Die Bewegungsreaktion kann vorher bereits festliegen oder muss aus mehreren Möglichkeiten ausgewählt werden.

Meist verspricht das maximal schnelle Reagieren den größten Erfolg. Entsprechend eng ist die Verbindung zu den Schnelligkeitsfähigkeiten im konditionellen Bereich. Die Reaktionsfähigkeit ist in allen direkt **gegnerorientierten Sportarten besonders wichtig.** Sie beruht vor allem auf der Aufnahme und Verarbeitung von Signalen über das Auge, aber auch Zurufe, Geräusche oder Berührungen können Reaktionsauslöser sein.

10.1.7 Umstellungsfähigkeit

Definition Umstellungsfähigkeit

Definition

Umstellungsfähigkeit
Die Umstellungsfähigkeit stellt die Grundlage, das Handlungsprogramm bei Situationsveränderungen den neuen Gegebenheiten anzupassen (vgl. ebd.).

Praxisbeispiel Umstellungsfähigkeit

Das bekannteste Beispiel für Umstellungsfähigkeit im Fußball war wohl der entscheidende Elfmeter, den der Torwart des FC Bayern München, *Oliver Kahn*, gegen den FC Valencia hielt, wodurch die Mannschaft 2001 Champions-League-Sieger wurde. *Kahn* war bereits mit beiden ausgestreckten Armen in eine Ecke unterwegs, als er erkannte, dass der Ball relativ zentral ins Tor geschossen wurde. Er löste daraufhin den oberen Arm aus der Standardposition, zog ihn nach oben und hielt den Ball. *Kahn* hatte erkannt, dass er den Ball nicht wie geplant halten konnte, stellte um und hielt den Ball auf andere Weise.

Eine ungenügende oder sogar fehlende Schulung dieser Fähigkeit kann der Trainer z.B. an folgenden Verhaltensweisen des Sportlers erkennen:

- (vorausberechenbares) Standardverhalten, das sich nicht oder unzureichend an der jeweilig gegebenen Situation orientiert,
- Festhalten an vorher festgelegten (taktischen) »Marschrouten« trotz Erfolglosigkeit,
- Fehler in der Wahl der Technik und/oder Auswahl der »falschen« Technikvariante.

Um die Sportler zu befähigen, sich schnell und richtig zu entscheiden, müssen vor allem zwei wesentliche Voraussetzungen in frühen Phasen des Trainings geschaffen werden:

- Es müssen Variationen der Grundtechniken gezielt erarbeitet werden, damit sie verfügbar sind.
- Es müssen Situationen im Training organisiert werden, in denen gezielt eine Entscheidung über die Auswahl der situationsgemäßen Technik und Technikvariante abverlangt wird.

Im Zusammenhang mit einem derartigen Training und der jeweiligen Rückmeldung über das Handlungsergebnis lernt der Sportler, sich schnell (auch unter Zeitdruck) zu entscheiden und richtig (situationsangemessen) zu verhalten.

Merke

Während **technische Fertigkeiten** verfestigte, teilweise bzw. vollständig automatisierte und konkrete Bewegungshandlungen sind, stellen **koordinative Fähigkeiten** verfestigte, jedoch verallgemeinerte (d.h. für eine ganze Reihe von Bewegungshandlungen grundlegende) allgemeine und konkrete Leistungsvoraussetzungen dar.
Hirtz bezeichnet die koordinativen Fähigkeiten als (relativ) verfestige und übertragbare »Verlaufsqualitäten« der Bewegungssteuerung, da die Koordination der Bewegungstätigkeit dabei stets auf ganz bestimmte Art und Weise (also in einer bestimmten Qualität) verläuft. Durch die wiederholte Bewältigung gleicher oder ähnlicher koordinativer Anforderungen bilden sich die Verlaufsqualitäten heraus und werden zur Fähigkeit. Diese wiederum ist dann Voraussetzung für alle Bewegungshandlungen mit entsprechenden koordinativen Anforderungen.

10.1.8 Exkurs: Antizipation

Antizipation

Ein weiterer Fähigkeitskomplex, der im Bereich der Koordination eine Rolle spielt, ist die Antizipation. Sie ist keine koordinative Fähigkeit und ist aber in der sportlichen Taktik von Bedeutung, wenn es beispielsweise darum geht, Spielzüge des Gegners vorauszuahnen. **Sie wirkt in einer Bewegungshandlung zusammen mit der Reaktionsfähigkeit, der Umstellungsfähigkeit und der Orientierungsfähigkeit** (siehe Kap. 10.1.1).

Praxisbeispiel Antizipation

Einer der weltbesten Eishockeyspieler, der Amerikaner *Wayne Gretzky*, hat einmal gesagt: »Die meisten Spieler, mit denen ich spiele, sind ziemlich gut, denn sie laufen dahin, wo der Puck ist. Ich laufe dahin, wo der Puck sein wird!«. *Gretzky* »ahnt voraus«, wo der Puck sich gleich befinden wird. Dieses Voraussehen oder Vorausahnen ist quasi die Antizipation.

Definition

Antizipation
Unter Antizipation im Sport wird in erster Linie die vorstellungsmäßige Vorausnahme fremder Bewegungen verstanden, die beim Bewegungsentwurf der folgenden eigenen Bewegung berücksichtigt wird (*Gabler* et al. 2004).

Erläuterungen zum Antizipationstraining

Es geht genau genommen um die Fähigkeit des einzelnen Sportlers, Aktionen des Gegners vorherzusehen und bereits während deren Ablauf eine zielgerichtete Entscheidung zu treffen. Eine gute Antizipation bringt hier dem Sportler unter Umständen einen entscheidenden Zeitgewinn. **Eine wichtige Rolle spielen dabei gespeicherte technomotorische Erfahrung und das eigene sportliche Niveau.** Generell kann man sagen, dass das Antizipationsvermögen umso besser ist, je erfahrener der Sportler ist. Aus genau diesem Grund hatten z.B. die deutschen Fußball-Nationaltorhüter der letzten Dekaden ein für Feldspieler eher hohes Alter.

Zudem sind **Aufmerksamkeitszuwendung** und **Blickverhalten** für Antizipationsleistungen mitverantwortlich. Insbesondere diese beiden letztgenannten Faktoren müssen vom Trainer bewusst in die Schulung der Antizipation im Trainingsprozess eingebunden werden. Das bedeutet, dass der Trainer einem jungen, noch unerfahrenen Sportler erklären muss, auf welche körperlichen Signale oder Signale des Sportgeräts (z.B. Tischtennis- oder Tennisschläger) er sein »Augenmerk« lenken soll. Eine weitere methodische Maßnahme kann darin bestehen, dass vom Trainer Situationen in Spiel- und/oder Übungsformen geschaffen bzw. arrangiert werden, die zwangsläufig die Antizipation schulen. Man spricht in diesem Fall von **zwingenden methodischen Maßnahmen**.

10.2 Analysemodell nach Neumaier

Möchte man im Sport erfolgreich sein, so ist die **koordinative Handlungskompetenz** die notwendige Leistungsvoraussetzung, um anspruchsvolle Bewegungsaufgaben motorisch lösen zu können. Denn: »Die Qualität der koordinativen Handlungskompetenz bestimmt den Grad der Leistungseffizienz!« (*Hotz* 2000). Für die Praxis fordert *Hotz*, dass sich das Koordinationstraining stets am **Anforderungsprofil der Sportart** messen muss. »Die Sportartanalyse zeigt den Weg, den es im Training einzuschlagen gilt. Bei der Koordination gilt es zu überlegen, welche Aspekte der koordinativen Handlungskompetenz besonders wichtig sind, um den Bewegungsablauf – die entsprechenden koordinativen Fähigkeiten – optimieren zu können.« (*Hotz* 2000).

Neumaier-Modell

Beim Training der Koordination oder koordinativen Fähigkeiten muss man stets von der Praxis ausgehen. *Neumaier* (1999) entwickelte ein Modell, um zu analysieren, welche Anforderungen eine Sportart an die Koordination stellt. Er betrachtet die Koordination nicht mehr unter dem Gesichtspunkt der individuellen Leistungsvoraussetzung, sondern geht von der **zu bewältigenden motorischen Aufgabe** aus. Die Aufgabe, die ein Handballspieler zu bewältigen hat, unterscheidet sich von der eines Basketballspielers und diese wiederum von der eines Leichtathleten, gleich welcher Disziplin. Aus dem koordinativen Anforderungsprofil leitet *Neumaier* seine Maßgaben für das Koordinationstraining ab. Die beiden Kategorien, die er dazu verwendet, sind die **Informationsanforderungen** und **Druckbedingungen**.

Der Sportler bzw. Athlet bezieht vor und während einer Bewegung Informationen von seinen Analysatoren, die für die Qualität der Bewegungsausführung mitverantwortlich sind. Es sind nach *Neumaier* im Wesentlichen fünf Analysatoren, die für die Bewegungssteuerung und -regelung wichtig sind.

10.2.1 Optischer Analysator

Optischer Analysator

Die Sehfähigkeit ist für den Sportler wichtig, da ca. 90 % der Informationen das Gehirn über die Augen erreichen. Somit ist der optische Analysator das **dominante Sinnessystem** des Menschen. Es informiert über die Umgebung sowie Eigen- und Fremdbewegungen. Bei vielen Bewegungen spielen die Augen eine führende Rolle. Um sich gut orientieren zu können, wohin z.B. beim Tischtennis der nächste Ball gespielt werden sollte, damit ihn der Gegner nicht erreicht, ist ein entsprechendes Blickverhalten notwendig. Auch Reaktionsfähigkeit oder Antizipation hängen in extremem Maße vom optischen Analysator ab. Dieses Blickverhalten kann trainiert werden. Eine besondere Rolle spielt der optische Analysator im **Bewegungslernen**, und hier besonders bei Kindern. Kinder sehen die neue Bewegung und versuchen, sie nachzuvollziehen.

Akustischer Analysator

10.2.2 Akustischer Analysator

Die Bedeutung des Hörens wird deutlich, wenn man einmal Sport mit Ohrstöpseln betreibt. Es gibt Sportarten bzw. Disziplinen, bei denen der akustische Analysator wichtig ist, etwa bei den Ballspielen. Im Fußball müssen die Spieler auf akustische Informationen der Mitspieler (z.B. »Vorsicht Hintermann!«) reagieren können. Auch Tischtennisspieler berichten, dass sie den akustischen Analysator für wichtig erachten. Sie können am Klang des Balles auf dem gegnerischen Schläger sowie beim Auftreffen auf der eigenen Tischhälfte hören, ob der Ball mit sehr viel Rotation gezogen oder mit wenig Rotation geschlagen wurde.

10.2.3 Kinästhetischer Analysator

Kinästhetischer Analysator

Der kinästhetische Analysator liefert dem ZNS Informationen aus den Muskeln, Bändern, Sehnen und Gelenken. Er informiert z.B. über Gelenkstellungen oder Muskelkontraktionen sowie über Stellungen des Rumpfes und der Extremitäten. Während der Pubertät kann es zu Problemen in der Bewegungssteuerung und der Bewegungsregelung kommen, da sich der jugendliche Organismus immer wieder neu auf die veränderten Hebel- und Längenverhältnisse »einstellen« muss. Je mehr Sport in dieser Phase getrieben wird, umso geringer scheinen diese Probleme zu sein.

10.2.4 Vestibulärer Analysator

Vestibulärer Analysator

Die Orientierung im Raum sowie die Kontrolle und Korrektur von Körperhaltung und Bewegung werden auch durch den vestibulären Analysator, den Gleichgewichtssinn wesentlich beeinflusst. Der Vestibularapparat ist im Innenohr lokalisiert. Der adäquate Reiz für die Sensoren des Vestibularapparates ist die Beschleunigung, die Rotationsbeschleunigung und die Translationsbeschleunigung (vgl. *de Marées* 2003).

10.2.5 Taktiler Analysator

Die Rezeptoren des taktilen Analysators liegen in der Haut und übermitteln dem ZNS Informationen über Gegenstände oder Oberflächen, die der Sportler berührt. Der taktile Analysator der Füße funktioniert optimal, wenn sich der Sportler barfuß bewegt. Je dicker z.B. die Sohle eines Sportschuhs ist, desto weniger Informationen erhält das ZNS von den Analysatoren. Tischtennisspieler achten bei der Auswahl ihres Schlägers z.B. sehr genau darauf, dass sie entsprechend viele Informationen über den Hautsinn ihrer Hände vermittelt bekommen. Dies ist wichtig für das »Ballgefühl« in dieser Sportart.

10.3 Entwicklung der Koordination vom frühen Schulkindalter bis ins Seniorenalter

Trainierbarkeit der Koordination

Die Koordination ist beim Menschen **bis ins hohe Alter trainierbar**. Eine sehr gute Phase der Trainierbarkeit ist das frühe und späte Schulkindalter (6/7–12/13 Jahre). In diesem Altersabschnitt entwickelt sich die Koordination von der Trainierbarkeit her gesehen bei Mädchen und Jungen unterschiedlich, was aus Abb. 10.5 zu ersehen ist. Das **koordinative Optimum** erreichen junge Erwachsene zwischen 17 und 20 Jahren. Danach folgt eine Phase relativen Erhalts bis etwa 30–35 Jahre. Erst jenseits von 40 bzw. 50 Jahren kommt es zu einem langsamen Abfall der koordinativen Fähigkeiten. Wie stark dieser Abfall ist, hängt unter anderem davon ab, ob und auf welche Weise der Mensch in dieser Phase Sport treibt.

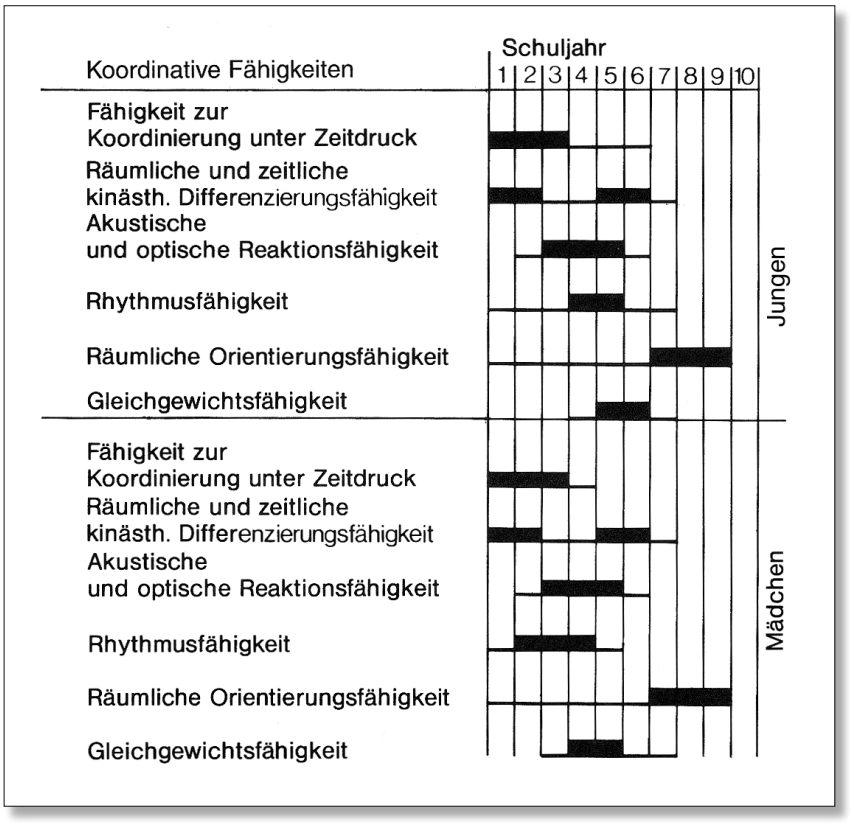


Abb. 10.5: Schwerpunktmäßige Vervollkommnung koordinativer Fähigkeiten im Sportunterricht der Klassen 1–10 (*Weineck* 2004 a).

Aufgaben

- Suchen Sie typische Beispiele (allgemein und sportartspezifisch), in denen die besondere Bedeutung einzelner koordinativer Fähigkeiten deutlich wird.
- Gewichten Sie die Bedeutung der verschiedenen koordinativen Fähigkeiten für Ihre Sportart und begründen Sie »Ihre« Rangfolge.
- Analysieren Sie Ihre Sportart im Hinblick auf die Informationsanforderungen. Diskutieren Sie die Ergebnisse mit Ihren Mitschülern.
- Analysieren Sie Ihre Sportart im Hinblick auf die Druckbedingungen. Diskutieren Sie die Ergebnisse mit Ihren Mitschülern.
- Gibt es auf unterschiedlichem Könnensniveau Unterschiede im Hinblick auf die Druckbedingungen bzw. Informationsanforderungen? Erläutern Sie Ihre Erkenntnisse mit Ihren Mitschülern.

10.4 Methodische Grundsätze und methodische Maßnahmen im Koordinationstraining

Bei der Förderung und gezielten Verbesserung koordinativer Fähigkeiten kann nicht auf die zuvor beschriebenen Methoden der Belastungssteuerung zurückgegriffen werden. Entscheidend ist hier vielmehr die Konzentration auf die zu verbessernden **Prozesse der Bewegungssteuerung**.

Dabei müssen die koordinativen Anforderungen über das »normale« Maß hinaus erhöht werden. Es sind vielfältige, ungewohnte und schwierige Bewegungsaufgaben zu stellen sowie veränderte, neue und »knifflige« Übungsbedingungen zu schaffen. Die grundsätzliche Formel ist in Abb. 10.6 dargestellt.

Methodische Grundsatzformel

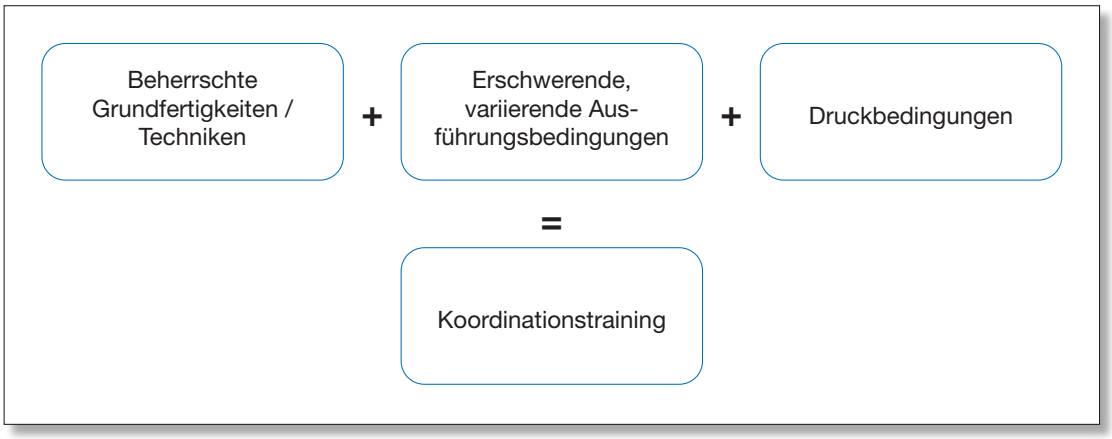


Abb. 10.6: Grundformel für das Koordinationstraining

Ausführungsbedingungen

Es geht um die Erschwerung der Bewegungsausführung selbst durch die Anwendung der Prinzipien der Variation und Kombination. Weiterhin ist methodisch der Erhalt der ursprünglichen Bewegungsausführung bei (bzw. trotz) veränderten Bedingungen und höheren Situa- tionsanforderungen möglich. Die Druckbedingungen werden unter 10.4.3 erläutert.

Selbstverständlich anwendbar – wenn auch in der Regel besonders anspruchsvoll – sind kombinierte Maßnahmen.

Merke

Wir müssen nicht Bewegungskoordination lernen, sondern in erster Linie Problemlösungsstrategien erwerben und entwickeln. Denn dann können wir auch Bewegungen effizienter koordinieren (vgl. *Hotz* 2000).

Die folgenden Vorschläge sollen als Anregung für den Trainer dienen. Sie können nur dann zur vollen Wirkung gelangen, wenn die trainierten Sportler

- **konzentriert** üben,
- koordinative Schwierigkeiten **aktiv** bewältigen,
- sich **bewusst** mit ihren Bewegungsausführungen auseinandersetzen,
- durch Fragestellungen und Anregungen beim bewussten Erfahren sowie beim Verarbeiten ihrer Erfahrungen Hilfe vom Trainer bekommen.

10.4.1 Maßnahmen zur Variation der Bewegungsausführung

Variation der Bewegungsausführung

- Veränderung der Ausgangs- und Endstellungen,
- Veränderung der Bewegungsrichtung,
- Veränderung des Bewegungstempos,
- Veränderung des Bewegungsumfanges,
- Veränderung des Krafteinsatzes,
- Betonung einzelner Bewegungsphasen und/oder Teilbewegungen,
- Üben mit verschiedenen Körpergliedern,
- spiegelbildliches Üben,
- Kombination von Übungen,
- Zusatzaufgaben während der Bewegungsausführung,
- Anpassen von Bewegungen an Vorgaben,
- Imitationsübungen u.v.m.

10.4.2 Maßnahmen zur Variation der Übungsbedingungen

Variation der Übungsbedingungen

Die Variation erfolgt allgemein durch Üben unter ungewohnten Bedingungen:

- Veränderung des Bewegungsraumes,
- Veränderung der Anzahl der Mitspieler und/oder Gegner,
- Veränderung des Geländes, der Stützflächen etc.,
- Veränderung der Signalgebung,
- Veränderung der Informationsaufnahme,
- Veränderung von (taktischen) Aufgabenstellungen,
- Üben nach Vorbelastung,
- Verwendung von Handgeräten, Hilfsmitteln, Gerätebehinderungen etc.,
- Üben unter Zeitdruck, mit Zeitvorgaben etc.,
- Üben mit Partnerwechsel, Gegenwirkung durch Partner etc.,
- zusätzliche Aufgaben während des Übens,
- Veränderung von Entfernungen, Abständen, Zielvorgaben, Wurf-, Schuss- und Schlagwinkeln etc.,
- Üben mit geschlossenen Augen,
- Üben nach Reizung des Gleichgewichtssinnes,
- Veränderung von Spiel-, Kampf- und Wettkampfregeln,
- Üben bei Störeinflüssen u.v.m.

10.4.3 Druckbedingungen

Druckbedingungen

Die Druckbedingungen nach *Neumaier* (1999) ermöglichen eine differenzierte Einschätzung des koordinativen Schwierigkeitsgrades von Bewegungsaufgaben. Sie beschreiben typische Druckbedingungen, unter denen Koordinationsleistungen zu erbringen sind. Gleichzeitig ermöglichen sie eine methodische Variabilität von Koordinationsübungen.

Präzisionsdruck: Darunter versteht man die Anforderungen hinsichtlich der Bewegungsgenauigkeit

Zeitdruck: Darunter versteht man die Anforderungen hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Bewegungszeit und/oder zu erreichender Bewegungsgeschwindigkeit Komplexitätsdruck: Darunter versteht man die Anforderungen hinsichtlich der gleichzeitig ablaufenden (simultanen) und/oder aufeinanderfolgenden (sukzessiven) Bewegungsteile sowie des Umfangs der dabei einzubeziehenden Muskelgruppen (feinmotorisch, grobmotorisch)

Situationsdruck: Darunter versteht man die Anforderungen hinsichtlich der Variabilität und der Komplexität der Umgebungs- bzw. Situationsbedingungen

Belastungsdruck: Darunter versteht man die Anforderungen hinsichtlich der physisch-konditionellen und psychischen Belastungsbedingungen

10.5 Koordination im Gesundheitssport

Koordination im Gesundheitssport

Der Koordination kommt hier eine wichtige Bedeutung zu. Durch die Verbesserung der Koordination kann man bei Untrainierten schon nach wenigen Trainingstagen einen Kraftanstieg feststellen. Durch gezieltes Koordinationstraining kann der Sauerstoffverbrauch für sportliche Belastungen reduziert werden. Die Leistungsfähigkeit kann effizient angehoben werden. Gleiches gilt für den Herzsport, wo Koordinationstraining z.B. von Beginn an empfohlen wird. Auch im Alltag können die Menschen von der verbesserten Koordination profitieren. Hier wurden in den letzten Jahren große Erfolge in der Sturzprophylaxe, vor allem bei älteren Menschen, erzielt.

10.6 Koordination im Bewegungslernen/Techniktraining

Bewegungslernen/Techniktraining

Eine überragende Bedeutung hat das Koordinationstraining im Bewegungslernen und dem Techniktraining. In allen Sportarten, in denen die Technik ein wichtiger Faktor der Leistungsfähigkeit darstellt, ist die Koordination entsprechend wichtig. In der Nachwuchsarbeit nimmt in den Spielsportarten die Koordination eine zentrale Stellung ein. Diesem Anspruch wird man durch vielseitiges koordinativ anspruchsvolles Training gerecht, mit dem nicht früh genug begonnen werden kann. Ein wichtiges Teilziel des Koordinationstrainings ist die Erhöhung der Wirksamkeit im qualitativen Umgang mit den aufzunehmenden, zu verarbeitenden und umzusetzenden Informationen. Das Koordinationstraining dient auf jeder Lernstufe der qualitativen Verbesserung der Leistung. Dies kann in einer verbesserten Bewegungspräzision und/oder einer größeren Bewegungsökonomie zum Ausdruck kommen. Wer eine gute Koordination hat, dem fällt beispielsweise das Neulernen oder Umlernen von Techniken leichter (vgl. *Hotz* 2000).

10.7 Risiken und Gefahren des Koordinationstrainings

Gefahren des Koordinationstrainings

Folgt man dem methodischen Postulat, dass eine Koordinationsverbesserung lediglich über schwierige und knifflige Übungen zu erreichen ist, besteht grundsätzlich das Risiko, sich dabei zu verletzen. Um dieses Risiko zu minimieren, wäre es methodisch sinnvoll, das Koordinationstraining zu Beginn der Trainingseinheit zu platzieren und nicht an deren Ende, wenn der Sportler bereits mehr oder weniger stark ermüdet ist. Die Koordinationsübungen sollten zudem stets niveauangepasst sein: Forderung ja, Überforderung nein! Eine realistische Einschätzung des eigenen Könnens ist bei zum Teil gefährlichen Übungen genauso wichtig wie falscher Ehrgeiz.

Aufgaben

- Wie lautet die methodische Grundsatzformel des Koordinationstrainings?
- Nennen Sie fünf Maßnahmen zur Variation der Übungsbedingungen.
- Nennen Sie fünf Maßnahmen zur Variation der Bewegungsausführung.

11 Fitness und Fitnesstraining

Wenn eine Gruppe von Klassenkameraden eine mehrtägige Mountainbike-Tour plant und sich ein Bekannter anschließen möchte, so wird er gefragt, ob er fit sei. Möchte man eine Bergtour durchführen, bei der auch schwierige und technisch anspruchsvolle Passagen zu klettern sind, so würde auch hier die Frage an einen weiteren Teilnehmer lauten, ob er denn fit sei. Plant die Familie eine Tagestour auf dem Fahrrad und die Großeltern möchten mitfahren, so stellt man sich auch hier die Frage, ob die beiden Senioren fit genug seien.

Eignung für eine beabsichtigte Handlung

Dass Sport fit hält, ist allgemein bekannt. Was versteht man aber unter Fitness? Der Begriff der Fitness leitet sich sprachlich gesehen vom englischen Verb **»to fit = passend sein«** ab. Wie zu sehen ist, geht es bei der Frage nach der Fitness immer um die Beiwörter »fit wofür?« Fitness drückt im Sport die Eignung für eine beabsichtigte Handlung aus, in unseren Beispielen für die Mountainbike-Tour, für das Bergklettern und für den Familienausflug mit dem Rad. Fitnesstraining gehört in Deutschland mit ca. 6 Millionen Aktiven zu den am häufigsten ausgeübten sportlichen Aktivitäten. Die Motivation, ein Fitnessstudio zu besuchen, wird dominiert von dem Motiv Gesundheit, das sowohl bei Männern als auch bei Frauen mit weitem Abstand an erster Stelle steht. Dieses Ziel wird am häufigsten durch Formen von Ausdauer- und Krafttraining angestrebt.

Fitness- und Gesundheitssport

Der Fitnesssport ist sehr schwer vom Gesundheitssport zu trennen. Mit einer guten Fitness ist in der Regel auch ein guter Gesundheitszustand verbunden. Deshalb stellt sich die Frage: Was versteht man heute unter Gesundheit?

Definition von Gesundheit

Definition

Nach Definition der Weltgesundheitsorganisation bedeutet Gesundheit: »Zustand völligen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens.«

Die Konsequenz dieser Definition des Gesundheitsbegriffes ist eine Entkoppelung der Gesundheit von der Krankheit als zentralem Bezugspunkt aller Gesundheitsbetrachtungen. Gesundheit ist mehr als die Abwesenheit von Krankheit: Sie gehört zur Selbstverantwortung und zu dem Lebensstil jedes Einzelnen.

Man ist sich heute mehr denn je bewusst, dass regelmäßige körperliche Betätigung eine notwendige Voraussetzung für den Erhalt der Gesundheit und des Wohlbefindens sowie der Leistungsfähigkeit – der persönlichen Fitness – ist.

Merke

Fitness und Gesundheit müssen stets neu erarbeitet werden, da sie sich bei körperlicher Inaktivität schnell zurückbilden (nach *Keul/Hamm* 1998).

Innerhalb von wenigen Wochen bzw. Monaten nehmen z. B. Herzgröße und Leistungsfähigkeit bei völliger Inaktivität um 20 bis 30 Prozent ab. Langfristig kann Bewegungsmangel zu Krankheiten

führen. Nachfolgend sind in Tabelle 11.1 Erkrankungen aufgelistet, die durch Bewegungsmangel hervorgerufen werden können.

Bewegungsapparat		
Gelenke	→ Instabilität → Bewegungseinschränkung	→ Arthrose
Wirbelsäule	→ Muskelungleichgewichte → Fehlhaltung	→ Bandscheibenleiden
Knochen	→ ungenügende Druck- und Biegebelastungen	→ Osteoporose
Muskulatur	→ Muskelschwäche → schlechte Motorik	→ Verletzungsneigung
Herz-Kreislauf-System		
Blutdruck	→ Bluthochdruck → Schädigung der Herzkranzgefäße	→ Herzinfarkt
Arterien	→ Arteriosklerose → Schädigung der hirnversorgenden Gefäße	→ Schlaganfall
Venensystem	→ ungenügende Muskelpumpe	→ Venenstauung
Stoffwechsel		
Fettstoffwechsel	→ Cholesterinerhöhung (HDL / LDL)	→ Arteriosklerose
Blutzuckerspiegel	→ Typ-II-Diabetes → Blutzuckeranstieg	→ Arteriosklerose
Metabolisches Syndrom*	→ Fettstoffwechselstörung / Blutzuckeranstieg	→ Arteriosklerose
Übergewicht	→ Fettstoffwechselstörung	→ Arteriosklerose
Nervensystem		
Psyche	→ Dauerstress → Angst → Bluthochdruck	→ Depression
Vegetatives Nervensystem	→ Dauerstress → Bluthochdruck	→ Herzschädigung
Immunsystem		
Abwehrverhalten	→ Schwächung → Erkrankungsneigung	→ Infektion

Tab. 11.1: Durch Bewegungsmangel geförderte Erkrankungen (mod. nach *Geiger* 2003).
*Das *metabolische Syndrom* ist eine Kombination von Diabetes mellitus Typ II, Fettstoffwechselstörung, Bluthochdruck und Übergewicht. Es erhöht das Sterberisiko sehr stark.

Gesunde Sportarten

Besonders gesund sind dynamische, lang andauernde Sportarten wie Laufen, Radfahren, Inline-Skating, Bergwandern, Schwimmen und Ballspiele mit ihren unterschiedlichen Beanspruchungsformen. Sie fördern nicht nur die Fitness, sondern wirken auch lebensverlängernd, vor allem wenn eine vernünftige Ernährung und ein aktiver Lebensstil hinzukommen. Es entstehen 70 Prozent der gesamten Ausgaben für die Heilung oder die Verhinderung des Fortschreitens einer Krankheit im letzten Lebensjahrzehnt eines Menschen. Bei körperlich Aktiven und regelmäßig Sporttreibenden ist laut Statistik die Phase des Krankseins gegenüber bewegungsarmen Menschen auf die Hälfte verkürzt und die Behandlungskosten sind entsprechend gemindert. Diese Kostenminderung ist einer der Gründe, weshalb heutzutage manche Krankenkassen das Sporttreiben sowie den richtigen BMI (**B**ody-**M**ass-**I**ndex, siehe Kapitel 14 zu Ernährung) ihrer Mitglieder mit Beitragsrückzahlungen belohnen. Sport ist eine Möglichkeit, weit über die Schulzeit hinaus bis ins hohe Alter fit zu bleiben.

Um in jeder Altersphase ein möglichst gesundes Leben zu führen, rückt die **Prävention**, eine von uns selbst zu gestaltende Gesundheitsvorsorge, in den Blickpunkt. Die Erkenntnisse über eine

gesunde Lebensführung sollten von der Gesellschaft, von jedem Einzelnen, angenommen und umgesetzt werden. Die beiden tragenden Säulen der Prävention sind eine gesunde, bedarfsgerechte Ernährung sowie die körperliche Bewegung bzw. der Sport.

Merke

Sport hebt nicht nur den Risikofaktor Bewegungsarmut auf, sondern beeinflusst günstig das Gewicht, den Bluthochdruck, zu hohe Blutfettwerte und Diabetes mellitus.

Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Viele Erfolge durch Prävention sind bereits nachweisbar: Die Anzahl der Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind z. B. in den USA in der Zeit von 1980 bis 2000 um 45 Prozent, die Anzahl der Schlaganfälle sogar um 55 Prozent zurückgegangen. Diese deutliche Abnahme von Herz-Kreislauf-Erkrankungen wird an erster Stelle der Verminderung von Risikofaktoren wie z. B. Bewegungsarmut und Fehlernährung in der Bevölkerung zugeschrieben und gilt als entscheidender Beweis, dass eine Prävention bei Herzerkrankungen wirksam ist. Hauptursache für diese Erkrankungen ist die Arteriosklerose, ein langsam voranschreitender Verschluss von Blutgefäßen. Die Hauptrisiken der Arteriosklerose sind neben dem Übergewicht und der Bewegungsarmut der Bluthochdruck, zu hohe Blutfettwerte, der Diabetes mellitus und das Rauchen!

Sport ist die beste Prävention

Durch Sport, einem aktiven Lebensstil mit viel Bewegung und einer entsprechenden Ernährung, verbessert man die in der Abbildung 11.1 aufgeführten Stoffwechselparameter und kann so das Fortschreiten einer Arteriosklerose verhindern bzw. sogar rückgängig machen. Es sollten präventive Sportarten betrieben werden, die den Nutzen körperlicher Aktivität für unsere Gesundheit gewähr-

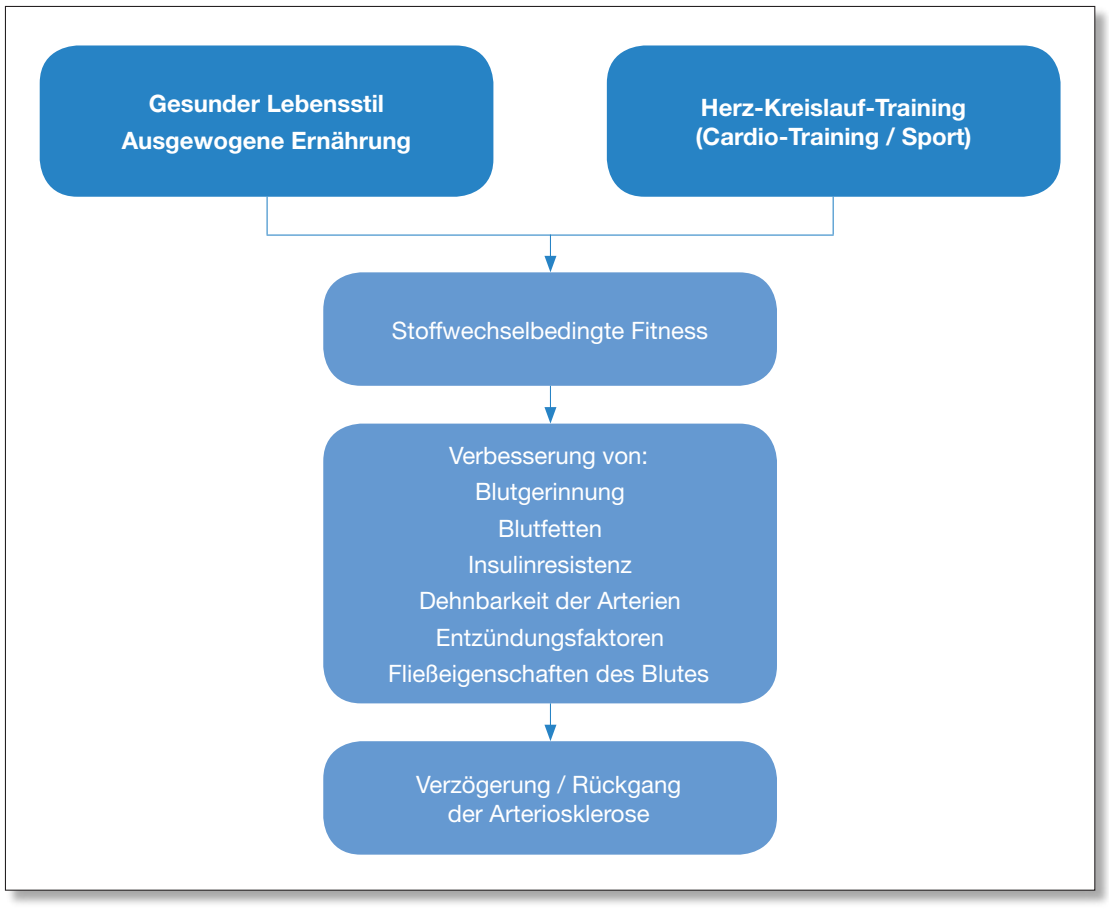


Abb. 11.1: Einfluss-Faktoren und ihre möglichen Wirkungen auf chronische Erkrankungen (mod. nach *Keul/Hamm* 1998)

Soziale Komponente des Sports

leisten und zugleich bewirken, dass eine ausreichende Fitness erworben wird. Das Sporttreiben in der freien Natur mit Licht, Luft und Sonne wirkt über unser Nervensystem positiv auf unser seelisches Gleichgewicht und unsere Entspannung. Auch die Bedeutung der sozialen Komponente darf nicht außer Acht gelassen werden. Sport fördert zwischenmenschliche Beziehungen: Gute Freunde findet man oft im Sportverein. Sport kann mit der ganzen Familie oder mit Freunden unterschiedlichen Alters betrieben werden. In den letzten Jahren wurden mosaikartig die vielen bunten Steinchen zusammengetragen, welche das Bild der Gesundheitsförderung durch Sport vervollständigen.

Studie: Motorische Tests mit Schülern

Bös hat bei Schülern 1976 und 1996 identische motorische Tests durchgeführt. Die Leistungsfähigkeit war 1996 in der Größenordnung von 10 bis 20 Prozent geringer als 20 Jahre zuvor. In einem 6-Minuten-Lauf liefen die Schüler 1976 noch über 1000 Meter weit, 1996 liefen sie im Durchschnitt 100 Meter weniger. Während der Prozentanteil der Übergewichtigen 1976 bei 16 Prozent lag, stieg er auf 31 Prozent im Vergleichsjahr 1996 – also fast eine Verdoppelung. Mögliche Folgen von Übergewicht können sein: negative Veränderungen der Insulinsensitivität, erhöhtes Risiko an Typ-II-Diabetes (eigentlich Altersdiabetes!) zu erkranken, Herz-Kreislauf-Probleme, Fußdeformitäten und erhöhter Blutdruck, um nur einige zu nennen.

Diese Erkrankungen können Folgen von Bewegungsarmut und gleichzeitiger Fehl- bzw. Übererernährung sein. Die Bewegungsarmut lässt sich nach Bös bei Schülern folgendermaßen darstellen:

Tätigkeit	Dauer
Liegen	9 Stunden/Tag
Sitzen	9 Stunden/Tag
Stehen	5 Stunden/Tag
Bewegung	1 Stunde/Tag
davon Sport bzw. intensive Bewegung	15–30 min/Tag

Tab. 11.2: Bewegungstagebuch zur Beschreibung der körperlich-sportlichen Aktivität von Schülern (nach *Bös* 2005)

Sitzverhalten bei Schülern

Die Zeit vor dem Computer und Fernsehapparat ist eine bewegungs- sowie kontaktarme Zeit, bei der häufig noch nebenbei Ungesundes gegessen oder getrunken wird. Die in Tabelle 11.2 aufgeführten 15 bis 30 Minuten Sport wurden noch genauer analysiert. Die Schüler wurden nun gefragt, wie sehr sie sich beim Sporttreiben anstrengen, wobei zwischen Freizeitsport, Schulsport und Vereinssport unterschieden wurde.

Die Ergebnisse sind ernüchternd. Vor allem Mädchen scheinen darauf zu achten, dass sie sich beim Sport nicht so richtig anstrengen und nicht zu sehr ins Schwitzen kommen.

Die Bedeutung der Fitness für Gesundheit und Wohlbefinden

Ausdauersport und Bluthochdruck

Wenn Bewegungsarmut sich – auch schon in jungen Jahren – nachteilig auf die Gesundheit und unser körperliches sowie seelisches Wohlbefinden auswirkt, müssen wir uns natürlich ebenfalls umgekehrt fragen, wie vernünftig betriebener Sport sich auf unseren Körper und unsere Fitness auswirkt. Dies soll hier exemplarisch am Beispiel des Risikofaktors **Bluthochdruck** gezeigt werden. Zahllose Untersuchungen belegen, dass sich ein kontinuierliches Ausdauertraining mittlerer Intensität günstig auf verschiedenste Formen des Bluthochdruckes auswirkt. Besonders die leichten Formen des Bluthochdrucks lassen sich gut durch Ausdauertraining beeinflussen. Deshalb stellt auch in der modernen Medizin die Bewegungstherapie die Basistherapie der Bluthochdruckerkrankung dar.

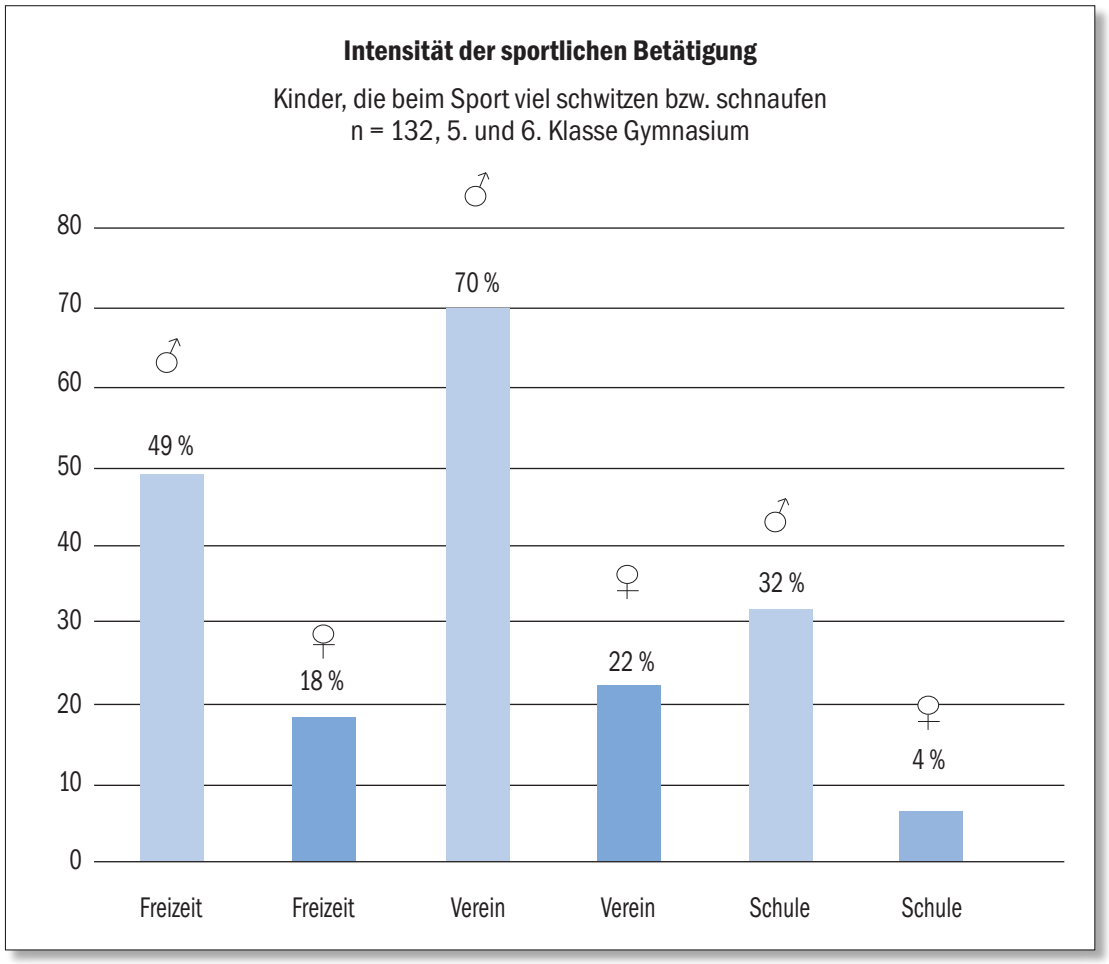


Abb. 11.2: Prozentanteil der Schüler, die sich beim Sport anstrengen (nach *Bös* 2005)

Systolischer und diastolischer Druck

Der Blutdruck kennt zwei Phasen: Der maximale Blutdruck wird als systolischer Druck bezeichnet und entsteht durch die Austreibung des Blutes aus dem Herzmuskel in die Aorta. Der minimale Blutdruck, der so genannte diastolische Druck, entspricht der Erschlaffungsphase des Herzmuskels, wenn also das Herz wieder Blut ansaugt. Der Blutdruckwert wird in einer historischen Maßeinheit angegeben: in Millimeter Quecksilbersäule (= mm Hg). Wie in Abbildung 11.3 zu erkennen ist, liegt der systolische Druck von Ausdauertrainierten bis ins hohe Alter deutlich unter dem Wert der Gesamtbevölkerung. Dies bedeutet für Ausdauertrainierte eine Schonung des Herzmuskels und als Folge ein geringeres Herzinfarktrisiko (siehe auch Tabelle 11.1). Der normale Wert des systolischen Blutdrucks beträgt 120 mm Hg, der diastolische Wert 80 mm Hg. Als noch normal gilt der Druck von 140 zu 90 mm Hg, als grenzwertig die Bereiche ab 140 bis 160 zu 90 bis 95 und als krankhaft ein Wert über 160 zu 95 mm Hg. Die Herz-Kreislauf-Erkrankungen stellen mit ca. 50 Prozent der Todesfälle in Deutschland den »man killer« Nummer eins dar.

Wenn man im Sport Leistung bringen möchte, muss man dafür trainieren. Trainieren tun alle Sportler, vom Anfänger über den Fortgeschrittenen bis zum Leistungssportler, vom Grundschüler über den Jugendlichen bis zum Seniorensportler. Dabei gibt es ganz unterschiedliche Motive: Die einen möchten ihre Leistung steigern, andere ihre Fitness erhalten und Wiedereinsteiger möchten diese erneut zurückgewinnen. Jedoch unterscheiden sich die Zielsetzungen des jeweiligen Trainings. So ist es zwar auch ein Ziel des Schulsports, die körperliche Leistungsfähigkeit zu verbessern, er hat aber nicht, wie der Spitzensport, das Erreichen der absoluten individuellen Höchstleistung zum Ziel. Für die Motivation ist es außerdem wichtig, dass Sport mit Freude betrieben wird.

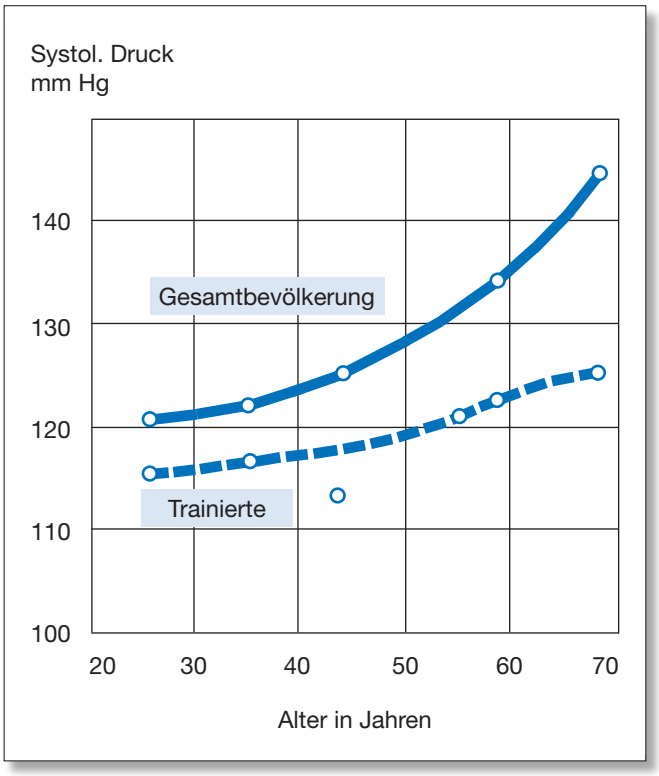


Abb. 11.3:
Das Blutdruckverhalten bei Ausdauertrainierten im Vergleich zur Normalbevölkerung (nach *Weineck* 2010)

Merke

Sportliches Training ist aus sportpraktischer Sichtweise ein komplexer Handlungsprozess mit dem Ziel der planmäßigen und systematischen Entwicklung der sportlichen Leistungsfähigkeit hin zur optimalen individuellen Leistung.

11.1 Voraussetzungen für ein gelingendes Training

Das Training muss, wenn es erfolgreich sein soll, **planmäßig**, **systematisch und auf ein Trainingsziel** hin ausgerichtet werden. Dies ist dann gegeben, wenn Trainingsziele, Trainingsmethoden, Trainingsinhalte und Trainingsaufbau sowie Trainingsorganisation unter Beachtung trainingswissenschaftlicher Erkenntnisse und trainingspraktischer Erfahrungen im Vorhinein festgelegt sind und sich der Trainingsvollzug an diesen Vorgaben orientiert. Es existiert also in der Trainingslehre ein Wissen, welches dem Trainierenden sagt: »Mache es so – und es wird gut!«

11.2 Die motorischen Hauptbeanspruchungsformen

Wenn man seine Fitness trainieren möchte, so betrifft dies in erster Linie die Bereiche der **Kondition** und **Koordination**. Dabei stellen die motorischen Hauptbeanspruchungsformen Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit sowie die koordinativen Fähigkeiten zentrale Leistungsvoraussetzungen für das Erlernen und Realisieren von sportlichen Bewegungshandlungen dar. Die konditionellen Fähigkeiten beruhen vor allem auf energetischen Prozessen, die koordinativen überwiegend auf zentralnervösen (informationellen) Steuerungs- und Regelungsprozessen. Da z. B. ein Tischtennisschlag (eine koordinative Leistung) nicht ohne den Einsatz von Muskelkraft machbar ist, wird in

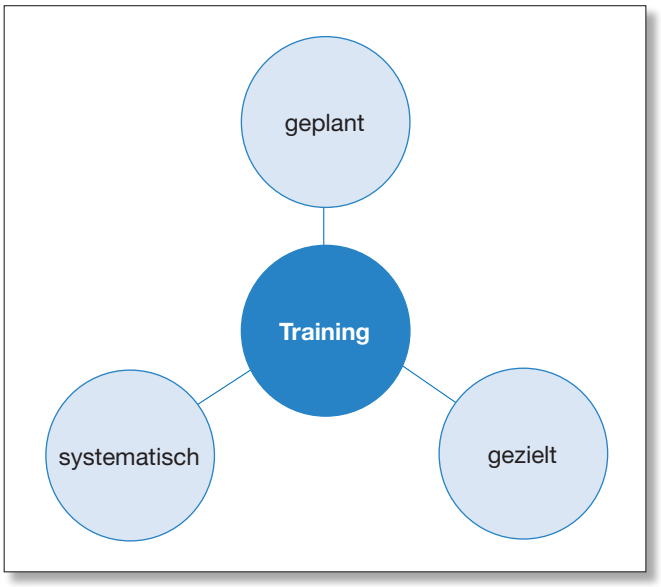


Abb. 11.4:
Voraussetzungen für ein gelingendes Training

Abbildung 11.5 ein kombiniertes Modell vorgestellt. Beweglichkeit, Schnelligkeit und Kraft sind Fähigkeiten, welche sowohl energetisch als auch informationell bestimmt sind. Informationell heißt in diesem Kontext, dass der Sportler auf Informationen angewiesen ist, z. B. akustischer, optischer oder taktiler Natur (= den Hautsinn betreffend).

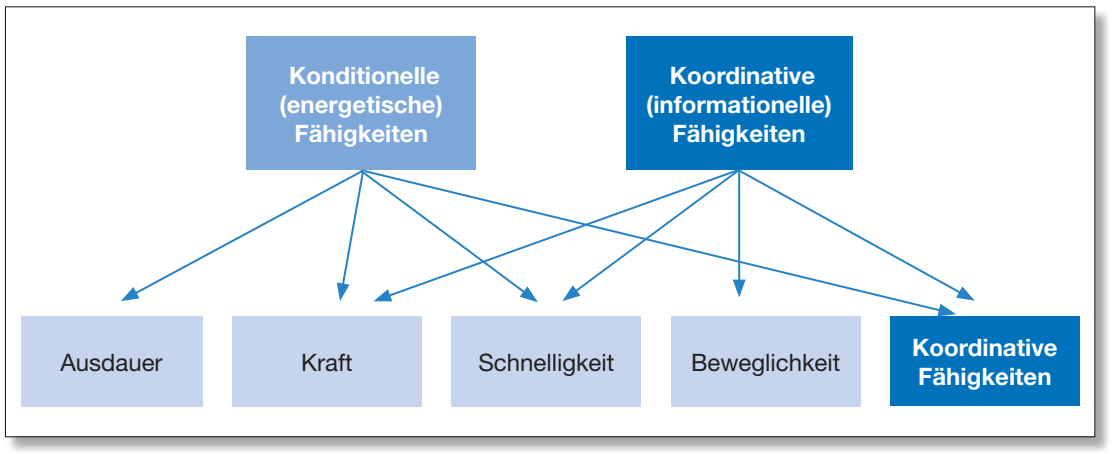


Abb. 11.5: Systematik der Kondition und Koordination unter Berücksichtigung der Wechselbezüge bei der Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit (nach *Hohmann/Lames/Letzelter* 2007)

Fitnessschulung im Sportunterricht

Für den Fitnessbereich im Schulsport gilt die Aufmerksamkeit primär den konditionellen Fähigkeiten, wobei darauf hingewiesen werden soll, dass es kaum Sportarten bzw. Disziplinen gibt, bei denen nur eine einzige Fähigkeit leistungsbestimmend ist.

Fallbeispiel Tischtennis

Schauen wir uns exemplarisch die konditionellen Fähigkeiten des siebenfachen Europameisters, Vizeweltmeisters (2010) und Olympiamedaillengewinners (2008) im Tischtennis, Timo Boll, an. Timo verfügt über eine sehr gute Ausdauerleistung, die es ihm erlauben würde, in diesem Bereich mit Fußballbundesligaprofis mitzuhalten. Die im Kniegelenk gebeugte Grundstellung erfordert – über ein ganzes Spiel gesehen – ein entsprechendes Maß an Kraftausdauerfähigkeit. Da Tischtennisschläge Ganzkörperschläge sind, benötigt er zusätzlich eine entsprechende Rumpfkraft. Tischtennis ist das schnellste Rückschlagspiel, daher verfügt Timo Boll über herausragende Reaktions- und Bewegungsschnelligkeit. Auf seinem Niveau sind Bälle manchmal nur mit sehr guter Gelenkbeweglichkeit zu erreichen. Zu diesem Zweck führt er täglich ein gezieltes Beweglichkeitstraining durch.

Das versteht man unter den einzelnen konditionellen Fähigkeiten:	
Kraft	ist die konditionelle Basis für Muskelleistungen mit Krafteinsätzen, deren Werte über ca. 30 Prozent der jeweils individuell realisierbaren Maximalwerte liegen. **Beispielsportarten:** Gewichtheben, Ringeturnen, Klettern, Kugelstoßen, Hammerwurf
Ausdauer	ist die Fähigkeit, eine bestimmte Leistung über einen möglichst langen Zeitraum aufrechterhalten zu können. **Beispielsportarten:** Radrennsport, Marathonlauf, Skilanglauf, Inline-Skating
Schnelligkeit	ist die Fähigkeit, auf einen Reiz bzw. ein Signal schnellstmöglich zu reagieren und / oder Bewegungen bei geringen Widerständen mit höchster Geschwindigkeit durchzuführen. **Beispielsportarten / -sportler:** 100-Meter-Sprint, Tischtennis, Tennis, Badminton, Fußball- und Handballtorwarte
Beweglichkeit	ist die Fähigkeit, Bewegungen willkürlich und gezielt mit der erforderlichen bzw. optimalen Schwingungsweite der beteiligten Gelenke ausführen zu können. **Beispielsportarten:** Turnen, rhythmische Sportgymnastik, Schwimmen

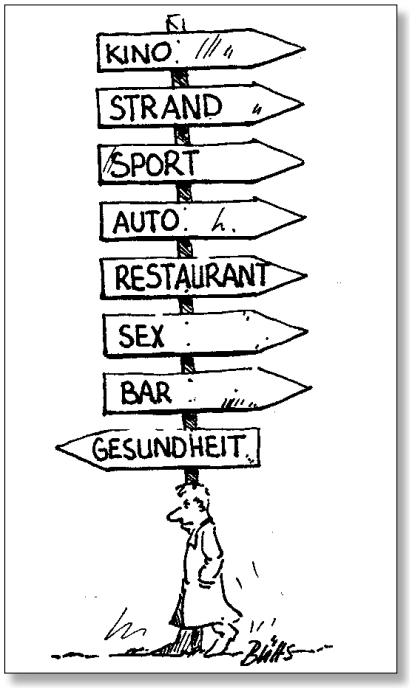
Tab. 11.3: Definition der Hauptbeanspruchungsformen und beispielhafte Sportarten

Aufgaben und Fragen

- Was versteht man unter Gesundheit?
- Ist Gesundheit etwas, das man beeinflussen kann? Wenn nein, warum nicht?
- Wenn ja, wodurch?
- Welche Erkrankungen kann man auf Bewegungsmangel zurückführen?
- Was kann man tun, um die Arteriosklerose zu verzögern bzw. um ihren Rückgang zu beeinflussen?
- Wie wirkt sich Sporttreiben auf den Blutdruck aus?
- Was kennzeichnet Training, welche Voraussetzungen sind wichtig?
- Was versteht man unter den konditionellen Fähigkeiten?
- Nennen Sie Sportarten bzw. Disziplinen, in denen einzelne Fähigkeiten dominieren!

12 Gesundheitssport

Die präventiven Effekte von Sport und Bewegung sind sehr vielfältiger Art und umfassen sowohl physische als auch psychische Wirkungsbereiche. Eine Vielzahl von Studien bestätigt die eindeutigen Zusammenhänge zwischen sportlicher Aktivität und der Ausprägung verschiedener körperlicher und seelischer Gesundheitsmerkmale. Die Nurses Health Study (1999) zeigte beispielsweise auf, dass alleine durch einen aktiven Lebensstil (ca. 30 min/Tag forciertes Gehen) bis zu 30 % aller Adipositas- und 43 % aller Diabetesfälle verhindert werden könnten.



Körperliche Inaktivität hingegen wird nun schon seit mehreren Jahren von verschiedenen Fachgesellschaften als gesicherter und eigenständiger Risikofaktor anerkannt. Er steht damit auf einer Stufe mit den klassischen Risikofaktoren wie Rauchen, Übergewicht und Bluthochdruck. Etwa 25 % unserer gegenwärtigen Krankheitskosten von ca. 5 Mrd. € stehen in Zusammenhang mit dem Bewegungsmangel. Die zentralen Schutzwirkungen von Sport (insb. Ausdauersport) liegen in der Ökonomisierung der Herzarbeit sowie in der positiven Beeinflussung kardialer Risikofaktoren wie Fettstoffwechselstörung, Diabetes, Bluthochdruck und Übergewicht. In dieser Kombination wird das gemeinsame Auftreten dieser Risikofaktoren als »Metabolisches Syndrom« bezeichnet, was ein besonders hohes Krankheitsrisiko darstellt. Es geht nach heutigem Erkenntnisstand mit einem erhöhten Auftreten von arteriosklerotischen Krankheiten wie Schlaganfall oder Herzinfarkt einher. Diesen Erkrankungen liegt ein gemeinsames pathogenetisches Prinzip zugrunde, nämlich die Insulinresistenz der Zelle. Dabei reagiert die Muskelzelle nicht mehr auf das Hormon Insulin. Zu geringe Inanspruchnahme der Muskulatur, mitbedingt durch fehlende Bewegungsreize (Sport), ist hierfür verantwortlich.

Zu dem enormen Aufschwung und der präventiven Bedeutung des Sports hat neben den zahlreichen Studien wesentlich die WHO (World Health Organisation) beigetragen, die den untrennbaren Zusammenhang von Sport und Gesundheit sowie die körperliche Aktivität als zentrale Säule der Gesundheitsförderung in der Öffentlichkeit verankert hat (vgl. *Vogt/Töpper* 2011).

.

Die Gesundheit ist genau betrachtet kein Zustand, sondern ein Prozess, an dem nicht nur viele Faktoren beteiligt sind, sondern der auch von jeder Person individuell mehr oder weniger aktiv beeinflusst und gesteuert werden kann.

Gesundheit: »Gesundheit ist der Zustand vollkommenen physischen, psychischen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur das Freisein von Krankheiten und Gebrechen« (WHO).

12.1 Gesundheitsförderung im Sport

Der Gesundheitssport wirkt in erster Linie präventiv, ist aber auch verhaltens- und verhältniswirksam. Er zielt insbesondere auf Erwachsene bis ins hohe Seniorenalter ab – mit dem Risikofaktor Bewegungsmangel, d.h. auf Personen mit nur geringer Fitness und spezifischen Problemen (z.B. Rückenschmerzen, untrainiertes Herz-Kreislaufsystem). Aber auch Kinder und Jugendliche mit spezifischer Gesundheitsgefährdung (Übergewicht, Bewegungsmangel) zählen dazu.

Die 6 Kernziele

1. **Kernziel: Stärkung der physischen Gesundheitsressourcen**
   Sie steht im Vordergrund von Fitnessprogrammen. Es geht dabei um eine systematische Aktivierung des Muskelsystems, des Halte- und Bewegungsapparates sowie des Herz-Kreislaufsystems durch Sport. Dazu zählen die Förderung von 5 Fitnessfaktoren: Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit, Koordination und Dehnfähigkeit. Stichwort: »Fördern durch Fordern!«
2. **Kernziel: Stärkung von psychosozialen Faktoren**
   Dieses Ziel umfasst kognitive, emotionale und soziale Potentiale, die zur Verbesserung der Lebensqualität (u.a. durch gesteigertes Wohlbefinden) beitragen und günstige Voraussetzungen zur Bewältigung von gesundheitlichen Belastungen (soziale Konflikte, Beschwerden, Missbefinden) darstellen. Dadurch kann ein positiver Beitrag zur Bindung an gesundheitssportliche Aktivitäten geleistet werden.
3. **Kernziel: Verminderung von Risikofaktoren**
   Körperliche Inaktivität wird selbst zu einem Risikofaktor, der weitere Risikofaktoren nach sich zieht. Wer sich nicht bewegt, verbrennt keine Kalorien, die Muskelzellen werden unsensibel für Insulin, das Körpergewicht steigt an und das Herz-Kreislaufsystem degeneriert. Ausbleibende körperliche Fitness setzt also einen Prozess der negativen Anpassung in Gang und beeinflusst so die Gesundheit nachhaltig negativ.
4. **Kernziel: Bewältigung von Beschwerden und Missbefinden**
   Beschwerden können z.B. sein: Gelenkschmerzen, Rückenschmerzen, Kopfschmerzen, Herz-Kreislaufprobleme, etc. Wenn physische Symptome, wie z.B. Rückenschmerzen, ohne ersichtliche organische Ursache auftreten, werden sie als psychosomatische Beschwerden bezeichnet. Personen mit psychosomatischen Problemen profitieren allein schon durch die Aufnahme von regelmäßigen sportlichen Betätigungen.
5. **Kernziel: Bindung an gesundheitssportliche Aktivität**
   Bindung bedeutet die regelmäßige Durchführung von Sport sowie das langfristige Dranbleiben. Dabei geht es z.B. um die Reduzierung von Teilnahmebarrieren, wie zeitliche Gestaltung, Kosten, körperliche Voraussetzungen. Gute Stimmung (Spaß!) im Kurs sowie ein freundlicher, gut ausgebildeter Trainer tragen ebenso zur Bindung an den Sport bei. Auch die Einbindung in eine Gruppe, das Aufgehobensein in einer Sportgruppe mit einer sozialen Unterstützung spielt hier eine Rolle.
6. **Kernziel: Verbesserung der Bewegungsverhältnisse**
   Die Bewegungsverhältnisse der Menschen lassen sich verbessern durch (vgl. *Brehm, W.* et. al. 2014):
   - Profilierte Gesundheitssportprogramme
   - Qualifizierte Trainer/Übungsleiter
   - Adäquate Räumlichkeiten und Geräte
   - Kommunale und regionale Vernetzung sowie Kooperation
   - Qualitätssicherung und wissenschaftliche Evaluation

12.2 Gesundheitskonzepte

Gesundheitskonzepte

Gesundheitskonzepte tragen dazu bei, das Verständnis für den Gesundheitssport zu schaffen. Der Gesundheitssport lässt sich als ein Element in den sog. New-Public-Health-Ansatz der Weltgesundheitsorganisation (WHO) integrieren (Abb. 12.1): New Public Health zielt zum einen auf eine bewusste Stärkung der Gesundheitsressourcen (Salutogenesemodell), verbunden mit einer **gezielten** Vermeidung und Minderung von Risikofaktoren (Risikofaktorenmodell) sowie mit einer **möglichst** effektiven Bewältigung von Beschwerden und Missbefinden (Bewältigungsmodell).

Ziele des Gesundheitssports

Gesundheitssport zielt in diesem Sinne auf möglichst umfassende Gesundheitswirkungen, insbesondere durch

- Stärkung von physischen, psychischen und sozialen Ressourcen,
- Minderung von körperlichen Risikofaktoren,
- Bewältigung von Beschwerden und Missbefinden.

12.2.1 Bindungsmodell

Bindungsmodell

Ein wichtiges Ziel dieses Modells ist es, dass die Bevölkerung befähigt wird, Kontrolle über ihre Gesundheit auszuüben. Der Gesundheitssport in diesem Sinne ist ausgerichtet auf Verhaltenswirkungen, insbesondere durch den Aufbau von Bindung an gesundheitswirksame sportliche Aktivitäten. Der Aufbau von Bindungen zielt darauf ab, Barrieren abzubauen, die Menschen daran hindern, eine sportliche Betätigung zu beginnen. Ein weiteres Ziel ist die möglichst langfristige Aufrechterhaltung dieser für die Gesundheit so wichtigen Verhaltensweise. Wenn man 2 Stunden sportliche Aktivität pro Woche als wünschenswerten Umfang für gesundheitliche Wirkungen voraussetzt, so erreichen dieses Ausmaß kaum mehr als 10 % der Erwachsenen. Endziel der Bindung muss es demnach sein, möglichst viele Erwachsene an eine gesundheitliche Aktivität, z.B. in einem Sportverein, heranzuführen.

Untersuchungen haben gezeigt, dass im gesundheitsorientierten Einsteigerprogramm die Zahl derer, die dem Sport wieder den Rücken kehren, mit häufig über 50 % relativ hoch liegt. Um eine **Bindung an ein Sporttreiben im Verein** herzustellen, müssen alle Anstrengungen unternommen werden, um diese »Dropout-Quoten« zu verringern und die gesundheitssportlichen Aktivitäten langfristig aufrechtzuerhalten. In rund 85 000 Sportvereinen des DOSB sind heute fast 27 Millionen Bundesbürger organisiert. Umfragen haben gezeigt, dass **die eigene Gesundheit ein wesentliches Motiv zum**

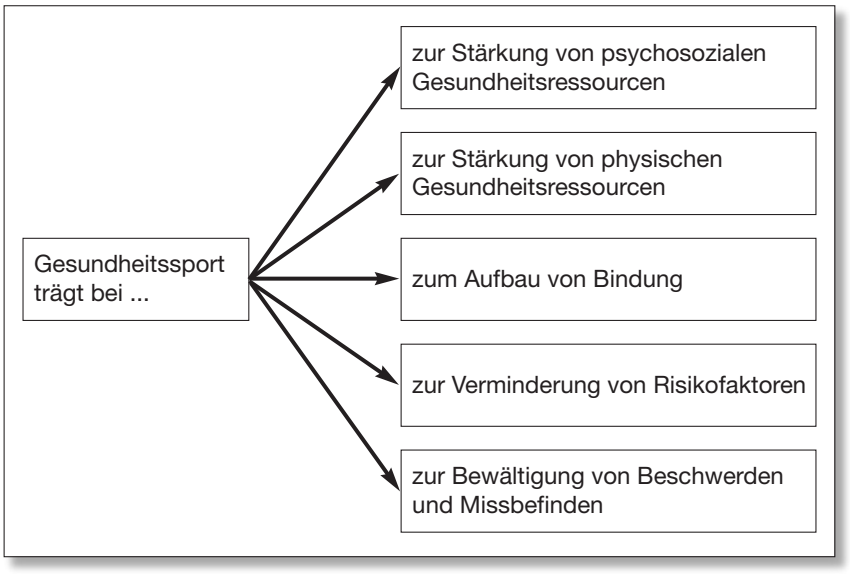


Abb. 12.1: Die verschiedenen Gesundheitssportmodelle

Sporttreiben ist. Die Bedürfnisse der Menschen haben sich verändert, d.h., dass sich auch die Sportvereine auf eine veränderte Nachfrage einstellen müssen. Es wird in Zukunft z.B. immer mehr ältere Menschen (in den Sportvereinen) geben, die gesundheitsorientierte Angebote nachfragen. Daher gilt es, insbesondere für diesen Personenkreis gezielte Angebote in den Sportvereinen zu entwickeln.

12.2.2 Salutogenesemodell

Salutogenesemodell

Dieses »Modell« bezieht sich auf die physischen und psychosozialen Gesundheitsressourcen. Es geht dabei um die Fähigkeiten einer Person, auf Belastungen und Anforderungen mit einer hohen Widerstandsfähigkeit zu reagieren, mit Konflikten positiv umzugehen sowie auch physisches, psychisches und soziales Wohlbefinden selbst herzustellen.

Körperliche Aktivitäten können entscheidend zur Stärkung der **physischen Gesundheitsressourcen** beitragen, was z.B. sportmedizinisch durch die Anpassungserscheinungen des Herz-Kreislauf-Systems durch Ausdauerbelastungen nachgewiesen ist. Diese körperliche Aktivierung sollte folgende fünf Perspektiven beinhalten: Ausdauer-, Kraft-, Beweglichkeits-, Koordinations- sowie Entspannungsfähigkeit sollten systematisch trainiert bzw. gestärkt werden.

Bezüglich der **psychosozialen Gesundheitsressourcen** besteht Konsens darüber, dass sie sowohl für den Gesundheitszustand als auch für das Gesundheitsverhalten und dadurch auch für die Bindung an sportliche Aktivitäten verantwortlich sind.

12.2.3 Bewältigungsmodell

Bewältigungsmodell

Ähnlich dem Salutogenesemodell bestehen auch plausible Zusammenhänge zwischen der Stärkung psychosozialer Ressourcen und der **Bewältigung von gesundheitlichen Problemen**. Im Bewältigungsmodell geht es einerseits um problemzentrierte Bewältigung, wenn ein vorhandenes psychisches oder physisches Gesundheitsproblem tatsächlich vermindert wird. Eine Rückenschule trägt demnach dann zur Bewältigung von Rückenschmerzen bei, wenn dadurch Schmerzen reduziert werden können. Andererseits postuliert das Modell auch, dass sich durch eine auf Gefühlen basierende Bewältigung die Wahrnehmung und die Bewertung einer problembehafteten Gesundheitssituation positiv verändern lassen.

12.2.4 Risikofaktorenmodell

Risikofaktorenmodell

Hier wird davon ausgegangen, dass Beschwerden und Erkrankungen häufig an ungünstige Bedingungen des körperlichen Zustands sowie der Lebenssituation einer Person gekoppelt sind und dass Interventionen bei diesen Bedingungen, den sog. Risikofaktoren, ansetzen müssen. Der **Bewegungsmangel** ist in diesem Sinne ein Risikofaktor, der als Mitauslöser vielfältiger Risikofaktoren der Person anzusehen ist, wie z.B. **Übergewicht, Rauchen, Bluthochdruck, Zuckerkrankheit, Fettstoffwechselstörung** oder **Herz-Kreislauf-Probleme**. Im Folgenden werden einige wesentliche Krankheitsbilder kurz beschrieben und Hinweise zur optimalen Durchführung von Sport bzw. Bewegungshandlungen gegeben.

Diabetes Mellitus Typ 2 und Sport

Diabetes mellitus ist eine Stoffwechselerkrankung, bei der es zu einer Überzuckerung aufgrund der reduzierten Fähigkeit von Muskelzellen kommt, Zucker (Glukose) aufzunehmen. Der Diabetes mellitus Typ 1 beginnt bereits in der Jugend und soll hier nicht weiter erläutert werden. Der Diabetes

Wirksamkeit des Sports in der Prävention chronischer Erkrankungen	
Krankheit / Erkrankung	Effekt / Wirksamkeit
1. Diabetes mellitus II	Es besteht gute Evidenz für die Wirksamkeit körperlicher Aktivität zur Prävention und Therapie des Diabetes mellitus
2. Adipositas	Zusammenfassend besteht geringe bis moderate Evidenz für die Wirksamkeit körperlicher Aktivität zur Prävention der Adipositas und gute Evidenz, was die Therapie der Adipositas angeht
3. Bluthochdruck	Es besteht gute Evidenz, dass körperliche Aktivität blutdrucksenkend wirkt
4. Fettstoffwechselstörungen	Die günstigen Effekte körperlicher Aktivität für die Prävention und Therapie von Fettstoffwechselstörungen sind zweifelsfrei nachgewiesen
5. Herz-Kreislauferkrankungen	Die Prävention und Therapie der wichtigsten Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems durch körperliche Aktivität ist wissenschaftlich umfangreich und eindeutig belegt
6. Chronisch obstruktive Lungenerkrankungen	Während eine präventive Wirkung von Bewegung auf das Auftreten chronisch obstruktiver Lungenerkrankungen wissenschaftlich unzureichend gesichert ist, sind die Effekte körperlicher Aktivität in der Therapie gut belegt
7. Osteoporose	Es besteht moderate bis gute Evidenz, dass körperliche Aktivität und Bewegungstraining zur Prävention und Therapie von Osteoporose und zur Sturzprophylaxe beitragen
8. Arthrose	Die Wirkung von Bewegungsprogrammen zur Sekundärprävention und Therapie der Arthrose des Knie- und des Hüftgelenks gilt als nachgewiesen. Für die Primärprävention steht dieser Nachweis noch aus.
9. Chronische Rückenschmerzen	Dass Rückenschulen und Bewegungsprogramme chronische Rückenschmerzen vorbeugen, ist mit hinreichender Sicherheit wissenschaftlich belegt.
10. Krebs	Eine schützende Wirkung von Bewegung vor Brust- und Darmkrebs wurde in der Mehrzahl der wissenschaftlichen Studien nachgewiesen. Diese Evidenz fehlt bei anderen Krebsformen. In der Therapie trägt Bewegung zwar nicht direkt zur Heilung von Krebs bei, verbessert aber Lebensqualität und Leistungsfähigkeit der Patienten
11. Depression	Körperliche Aktivität geht mit einer verbesserten mentalen Gesundheit und reduziertem Auftreten von Depressionen einher (moderate Evidenz). Bewegungstherapie ist als eine evidenzbasierte Behandlungsmethode für Depression und Angstzustände etabliert.
12. Infektion der oberen Atemwege	Der Zusammenhang zwischen regelmäßiger, dosierter Bewegung und einem reduzierten Auftreten von Erkältungskrankheiten wird als wissenschaftlich ausreichend gesichert betrachtet.
13. Altersbedingte Reduktion kognitiver Funktionen und Demenz	Es besteht begrenzte Evidenz, dass körperliche Aktivität der Demenzprophylaxe dient
14. Sterblichkeit	Zahlreiche methodisch präzise Studien belegen den Zusammenhang zwischen Sterblichkeit (Mortalität) und körperlicher Aktivität oder körperlicher Fitness. Eine geringe kardio-respiratorische Fitness gilt als Prädikator für eine erhöhte Sterblichkeit.

Tab.: 12.1: Gesundheitsfördernde Wirkungen des Sports (mod. nach *Vogt/Töpper* 2011)

mellitus Typ 2 (DM Typ 2) tritt meist erst im mittleren bis höheren Lebensalter auf und ist durch ein vermindertes Ansprechen der Muskelzellen auf das Hormon Insulin gekennzeichnet (Insulinresistenz). Wer bereits Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörung sowie Übergewicht hat, weist ein starkes Risiko auf, auch DM Typ 2 zu entwickeln.

Diabetes trägt zur Entstehung von Arteriosklerose bei, was Folgeerkrankungen wie koronare Herzerkrankungen, Schlaganfall, periphere Durchblutungsstörungen sowie Schädigungen der Augen (Netzhaut) und Nerven nach sich ziehen kann.

Neben einer genetischen Disposition sind der Bewegungsmangel und die Adipositas (Fettleibigkeit) die primären Faktoren bei der Entstehung von Glukoseintoleranz und DM Typ 2.

Es gilt als unbestritten, dass eine Kombination aus erhöhter Alltags- und Sportaktivität, eine gute körperliche Fitness sowie eine hohe Muskelmasse und gute motorische Kompetenz (Koordination) das Ausmaß des Energieumsatzes deutlich erhöhen können.

Aktuelle Empfehlungen beinhalten daher als Basistherapie des Diabetes Mellitus Typ 2 eine Lebensstilintervention durch vermehrte körperliche Aktivität und Veränderung der Ernährungsgewohnheiten.

In der Praxis werden vor allem Formen des aeroben Ausdauertrainings empfohlen. Ihre positiven Auswirkungen auf DM Typ 2 sind seit Jahren in der Sportmedizin unbestritten. Seit ein paar Jahren wird auch die Bedeutung des Krafttrainings zunehmend erforscht und seine Wirkungen belegt (vgl. *Vogt/Töpper* 2011).

Auch durch Kraftausdauertraining wird die Insulinresistenz der Muskelzelle positiv beeinflusst. Die Kombination aus Kraft- und Ausdauertraining gilt als optimale Therapieform bei Diabetes Mellitus Typ 2.

Ausdauertrainingsempfehlungen bei Diabetes Mellitus Typ 2:

Mindestens 150 min pro Woche bei moderater Intensität (= 40–60 % VO_2max), oder 90 min/Woche bei höherer Intensität (> 60 % VO_2max)

Kraftausdauertrainingsempfehlungen bei Diabetes Mellitus Typ 2:

- 3 x pro Woche
- alle großen Muskelgruppen
- Dynamisch-konzentrische Belastungen bevorzugen
- Umfang: 3 Serien mit jeweils 8–10 Wiederholungen (max. 15–25)
- Intensität: moderat bis hoch (50–70 % der max. Leistungsfähigkeit)

Trainingshinweis:
Es sollte nicht länger als 2 aufeinanderfolgende Tage auf Sport verzichtet werden! (vgl. *König, Dickhut, Deibner, Berg* 2010)

Sport und Adipositas

Von Adipositas (Übergewicht) spricht man, wenn ein übermäßiger Fettanteil beim Menschen vorliegt, der über den Body-Mass-Index definiert wird (BMI: Körpergewicht in Kilogramm, dividiert durch die Körpergröße in Metern zum Quadrat).

Für Erwachsene:
Übergewicht = BMI > 25
Adipositas = BMI > 30

In Deutschland gelten mittlerweile über 19 % der Männer und 22 % der Frauen als adipös. Hauptursachen sind Bewegungsarmut (kein Sport) sowie Überernährung und Fehlernährung. Dies begünstigt bei längerem Bestehen das Auftreten von Herz-Kreislauferkrankungen, Fettstoffwechselstörungen und orthopädischen Problemen. Zudem ist die Sterblichkeit dadurch erhöht.

Vermehrte körperliche Aktivität (Sport) und eine verbesserte Fitness scheinen das Risiko des Auftretens der mit der Adipositas verknüpften Zivilisationskrankheiten reduzieren zu können.

Studien haben sogar gezeigt, dass leicht Übergewichtige, aber gleichzeitig körperlich fitte Personen ein vergleichbares oder z.T. sogar geringeres Krankheitsrisiko aufweisen als leistungsschwache, inaktive Normalgewichtige.

> »Better fit and fat than thin and unfit!«

Sport erhöht bei Adipösen die Lebensqualität und trägt dazu bei, den berühmten »Jo-Jo-Effekt« zu verhindern. Diese Faktoren tragen zur Prävention der Adipositas bei (vgl. *Vogt/Töpper* 2011):

- Sport und Bewegung
- Ernährung
- Eigenes Verhalten
- Soziales Umfeld

Waist to Hip-Ratio

Nicht nur das Ausmaß des Übergewichtes, sondern auch die Fettverteilung im Bauchbereich beeinflusst das Gesundheitsrisiko eines Menschen. Die sog. »waste to hip ratio« wird gemessen zwischen dem unteren Rippenbogen (Wert für waist) und der Oberkante des Hüftknochens (Wert für hip). Der Umfang spiegelt das Bauchfett bzw. viszerale Fett wider, das mit einem erhöhten metabolischen Risiko einhergeht. Ab 80 cm bei Frauen und 94 cm bei Männern steigt das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes Mellitus Typ 2, Fettstoffwechselstörungen, Arteriosklerose etc. an. Ab 88 cm bzw. 102 cm besteht eindeutig erhöhtes Risiko.

Als gesundheitlich weniger problematisch wird die *Birnenform* (periphere Bauchfettansammlung, eher bei Frauen vorzufinden) angesehen. Ein erhöhtes Gesundheitsrisiko (für Infarkt, Schlaganfall, Bluthochdruck, Diabetes) wird der *Apfelform* (mehr bei Männern anzutreffen) zugeschrieben, der abdominalen Fettansammlung im Bauchbereich.

Die Formel für die Berechnung der WHR lautet:

$$\text{WHR} = \frac{\text{Taillenumfang in cm}}{\text{Hüftumfang in cm}}$$

Ein erhöhtes Risiko der »Apfelform« besteht bei Frauen mit einer WHR > 0.85 und bei Männern bei einer WHR > 1.0. Es handelt sich hierbei um von der WHO empfohlene Maximalwerte, sozusagen um Risikogrenzen. Laut CDC (Centers for Disease Control and Prevention) sollten Frauen einen Wert unter 0.8 und Männer einen Wert unter 0.9 anstreben (vgl. *Graf/Höher* 2009).

Bauchfett wird heutzutage nicht mehr als »totes Gewebe« angesehen, sondern als eine Drüse, die Botenstoffe abgibt. Bei einem untrainierten Menschen stellen die Fettzellen viel TNF (Tumornekrosefaktor) her, der als Signalstoff des Immunsystems an Entzündungen beteiligt ist. Schlecht trainierte Muskeln stellen dagegen zu wenig Interleukin 6 (IL 6) her, das die entzündungsfördernde Wirkung des TNF neutralisieren könnte. Zwar stellen auch Fettzellen von trainierten Menschen TNF her, aber ein trainierter Muskel produziert auch viel IL 6. Das TNF und IL 6 gelangen über die Blutbahn zum menschlichen Herzen. Das TNF führt zu einer Entzündung in der Plaque eines Herzkranzgefäßes. Die Entzündung bewirkt bei der Plaque, dass diese aufbrechen kann, was einen Infarkt zur Folge haben könnte. Das IL 6 hingegen neutralisiert die entzündungsfördernde Wirkung von TNF, so dass keine Entzündung auftritt. Die Plaque bleibt stabil und bricht nicht auf, das Risiko eines Infarktes ist somit gering.

Sport und Arteriosklerose

Ursachen der Arteriosklerose

Unter Arteriosklerose (Gefäßverkalkung) wird eine Einengung der Blutgefäße verstanden, die durch die Einlagerung von zerstörten Fetten in die Gefäßwand erfolgt. Geschieht dies im Bereich der Herzkranzgefäße, so können diese durch die Fettablagerungen (Plaque) so verengt werden, dass durch die mangelhafte Durchblutung Herzschädigungen bis hin zum Infarkt bei völligem Verschluss verursacht werden können. Zu den wesentlichsten Ursachen zählen **Rauchen, Bluthochdruck** und **erhöhte Blutfettwerte**, aber auch äußere Faktoren können dazu beitragen, wie **Fehlernährung** (zu viel Fett), **Übergewicht** (Bluthochdruck) und **Bewegungsmangel** (Fettstoffwechsel gestört).

Ernährungsempfehlungen

Inzwischen steht fest, dass durch sportliche Betätigung in Verbindung mit einer gesunden, eventuell mediterranen Ernährungsweise (»Mittelmeerküche«, d.h. viel frisches Obst und Gemüse, Fisch und Meeresfrüchte, kalt gepresstes Olivenöl, Kräuter) das Körpergewicht am besten gesenkt werden kann. Vernünftige Ernährung bedeutet Umstellung von einer vorwiegend fleisch- und damit fettorientierten Ernährung auf eine überwiegend pflanzlich orientierte kohlenhydratreiche Ernährung mit 2–3 Fischmahlzeiten pro Woche. **Das Rauchen sollte unbedingt vermieden werden!** An sportlichen Aktivitäten wird vor allem der Ausdauersport empfohlen, da er Blutdruck senkend wirkt und Zuckerkrankheit sowie Fettstoffwechselstörungen positiv beeinflusst. Außerdem sollte man sich gelegentlich vom Arzt auf Risikofaktoren hin untersuchen lassen.

Sport und Bluthochdruck

Bluthochdruck

Bluthochdruck (ab 140/90 mmHg) ist einer der **wichtigsten Risikofaktoren** für die Entstehung von zwei Spitzenreitern in den Sterbestatistiken, nämlich **Herzinfarkt** und **Schlaganfall**. Heute geht die Tendenz bei der Beurteilung des Bluthochdrucks dahin, dass er ab 140/90 mmHg erst im Zusammenhang mit anderen Risikofaktoren wie Rauchen, Übergewicht oder Fettstoffwechselstörung als bedenklich einzuschätzen ist. Sport trägt bei bestehendem Bluthochdruck zur Gewichtsabnahme bei; außerdem wird Kochsalz durch das Schwitzen ausgeschieden.

Vor allem der **Ausdauersport** hat positive Auswirkungen auf das vegetative Nervensystem. Der Ruhepuls und der Blutdruck von Ausdauertrainierten sinken. Weniger geeignet sind Sportarten, die den Blutdruck stark ansteigen lassen, wie Kraft- oder Kampfsportarten. Aber auch Einzelsportarten mit hohen Belastungsspitzen, wie etwa Squash oder Badminton, sind bei Bluthochdruck bedenklich.

Sport und Fettstoffwechselstörungen

Fettstoffwechsel-störungen

Erhöhte Blutfette sind neben dem Hochdruck und dem Rauchen der wichtigste Risikofaktor für die **Entstehung der Arteriosklerose**. Von Bedeutung sind dabei vor allem die Triglyzeride. In Bezug auf das Cholesterin ist in der Medizin ein Umdenken erfolgt. Der Anteil in der für die Arteriosklerose verantwortlichen Plaque wird mit ca. 1 % angegeben. Cholesterin ist z.B. ein wichtiges Baumaterial für die Zellwände. Beim Cholesterin unterscheidet man HDL- und LDL-Cholesterin. Ein hoher HDL-Wert bzw. viel im HDL-Bereich transportiertes Cholesterin stellt einen Schutzfaktor dar. Entscheidend ist das Verhältnis von HDL zu LDL; es korrespondiert mit der Herzinfarkthäufigkeit. Ein niedriger HDL-Wert (< 40 mg%) ist ein eigenständiger Risikofaktor.

Fettstoffwechselstörungen können durch eine fettbewusste Diät, also eine Ernährungsumstellung, beeinflusst werden. Im Rahmen der Allgemeinmaßnahmen kommt dem Sporttreiben eine wichtige Bedeutung zu. Bei körperlicher Belastung verbrennt die Muskelzelle neben den Kohlenhydraten nämlich auch Fette. Hierdurch wird die Konzentration der im Blut vorhandenen Fette gesenkt. Vor allem durch Ausdauersport kann das Verhältnis HDL zu LDL positiv beeinflusst werden. Allerdings muss der Organismus die Fettverbrennung durch die Enzyme erst wieder »erlernen«. Daher ist die **Regelmäßigkeit der sportlichen Aktivität wichtig**.

Das Training von Ausdauer, Kraft, Beweglichkeit und Koordination im Gesundheitssport

Die folgenden Darstellungen können an dieser Stelle nur eingeschränkt erfolgen. Für weitere Informationen sei auf die jeweiligen spezifischen Kapitel des Buches verwiesen.

Ausdauertraining im Gesundheitssport

Keine andere konditionelle Fähigkeit ist in der Vergangenheit im Zusammenhang mit dem Gesundheitssport so intensiv untersucht und ihre positive Wirkung so eindeutig bewiesen worden wie der Ausdauersport. Für den Gesundheitssport ist v.a. die **allgemeine aerobe Grundlagenausdauer** von Bedeutung. Durch ein richtig dosiertes Ausdauertraining gelingt es, den klinischen Folgen degenerativer Herz-Kreislauf-Veränderungen und weiterer Erkrankungen entgegenzuwirken.

Im Ausdauertraining sollten große Muskelgruppen dynamisch belastet werden. Durch Umfang und/oder Intensität soll Ermüdung des Sportlers provoziert werden. Die Trainingssteuerung sollte wegen ihrer Praktikabilität über die Herzfrequenz erfolgen, obwohl diese mit Ungenauigkeiten verbunden ist.

> Für eine optimale Dosierung des Ausdauertrainings ist der Umfang eine erste bedeutsame Größe. Der Optimalbereich liegt zwischen 30 und 45 (max. 60) Minuten. Eine längere Belastungsdauer ist im Gesundheitssport nicht notwendig.

Durch Ausdauertraining kommt es zu einer Reihe von positiven Anpassungserscheinungen im Organismus. Es bewirkt im Allgemeinen eine verbesserte Ökonomisierung der Funktionen des gesamten Organismus – sowohl im Ruhe- als auch im Belastungszustand. Ausdauertraining kann sich sehr positiv auf die Gewichtsregulation auswirken. Es führt v.a. zu einer Ökonomisierung der Herzarbeit und zu günstigen Anpassungen des Blutes sowie der Skelettmuskulatur. Moderates Ausdauertraining kann sich zudem positiv auf das Immunsystem des Menschen auswirken (vgl. *Vogt/Töpper* 2011).

Krafttraining im Gesundheitssport

Unter allen Kraftfähigkeiten besitzt die Entwicklung der Kraftausdauer die größten Potenzen im Sinne der Gesundheitsförderung. Die Kraftausdauer verfügt über das größte Anpassungspotenzial für gesundheitsrelevante Parameter. Durch die Kombination von Kraftanpassung und moderaten Ausdaueradaptationen stellt sie ein äußerst geeignetes Mittel im gesundheitsorientierten Sport dar.

Anpassungserscheinungen durch Kraftausdauertraining		
	Extensiv	**Intensiv**
Hypertrophie	+	+
Mitochondrienzunahme	++	+
Kapillarisierung	++	+
Festigung Knochen/Bänder	+	+
Energiereiche Phosphate	0	+
Glykogen	++	+
Oxydative Enzyme	++	++
Intramuskuläre Koordination	+	+
Intermuskuläre Koordination	++	+

Tab. 12.2: Spezifische Anpassungen (baulich und stoffwechselbezogen) durch differenziertes Kraftausdauertraining (mod. nach *Vogt/Töpper* 2011)

Für den Gesundheitssport scheinen Wiederholungszahlen – je nach Trainingszustand der Übenden – zwischen 8 bis zu 25 Mal pro Serie sehr gut geeignet zu sein. Dies sollte in einem Trainingsbereich zwischen 50 und 70 % der Maximalkraft geschehen. Generell gilt: Je höher das Gewicht ist, umso weniger Wiederholungen sollten vom Übenden absolviert werden. Die Übungen müssen vom Kursleiter individuell auf die Teilnehmer zugeschnitten sein, damit der Zielbereich Kraftausdauer erreicht werden kann. Im gesundheitssportlichen Training ist das dynamische Krafttraining dem statischen vorzuziehen. Man sollte dabei stets auf seine Atmung achten und z.B. Pressatmung wegen der negativen Auswirkungen auf den Blutdruck möglichst vermeiden.

Beweglichkeitstraining im Gesundheitssport

Die **Beweglichkeit** beschreibt als eigenständige körperliche Fähigkeit die mögliche Bewegungsamplitude in Gelenken. Diese wird bestimmt u.a. über Dehnfähigkeit der Muskeln, Sehnen, Bänder und der Gelenkkapseln. Im Gesundheitssport zielt das Beweglichkeitstraining auf das Erreichen eines normalen physiologischen Bewegungsausmaßes ab. Normale Alltagsbewegungen sollten ohne Probleme zu bewältigen sein.

Für die Dehnung stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Jede der Methoden hat Vor- und Nachteile. Die Empfehlungen für die Praxis lauten, dass man die Vielfalt der existierenden Dehnmethoden zielgerichtet auswählen und anwenden sollte. Der Vorteil von statischen Dehnungsübungen kann darin gesehen werden, dass man einen einfacheren Zugang zur Zielstellung der Muskeldehnung bekommen kann.

Durch das statische Dehnen kann eine zu dehnende Muskelpartie genauer erfühlt werden als durch das dynamische Dehnen. Man kann ein Muskelgefühl entwickeln, was die Voraussetzung für die Anwendung komplexerer Dehntechniken darstellt. Das Wichtigste dabei ist, dass der Sportler über solche Dehnungsübungen einen neuen Zugang zu seinem Körper erhält und diesen nicht als Fremdkörper wahrnimmt. Für weitere Informationen sei an dieser Stelle nochmals auf das Kapitel 9 zur Beweglichkeit in diesem Buch hingewiesen.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Wie die aktuellen Studien zeigen, sind die gesundheitlich förderlichen Effekte des Sports und körperlicher Aktivität sehr vielseitig. Inaktive Personen und Menschen mit Risikofaktoren profitieren am stärksten von körperlicher Aktivität resp. Sport. Da Sport in der Biographie inaktiver Menschen naturgemäß eine untergeordnete Rolle spielt und der Zugang zur Bewegung häufig schwerfällt, ist es wesentlich, Faktoren wie Spaß, Freude und Geselligkeit herauszustellen, um eine dauerhafte Integration von Bewegung in den Alltag zu bewirken. Gleichzeitig müssen die Umweltbedingungen so bewegungsfreundlich gestaltet werden, dass die Integration körperlicher Aktivität in den Alltag für diese Menschen aus ihrer ganz persönlichen Sicht heraus als eine sichere, wenig aufwändige und attraktive Option zur Inaktivität erscheint.

Koordinationstraining und Gesundheitssport

Die Vielfalt der Fragestellungen zur Bedeutung der Koordination im Gesundheitssport lässt sich unter folgenden 3 Aspekten zusammenfassen:

1. **Veränderung der Bewegungskoordination im Zusammenhang mit Verletzungen/Erkrankungen des Bewegungssystems**
2. **Bewegungskoordination als Risikofaktor für Funktionsstörungen und Erkrankungen des Bewegungssystems**
3. **Bewegungskoordination als Gesundheitsressource bzw. Schutzfaktor des Bewegungssystems**

Zu 1: Verletzungen des Muskel-Skelettsystems sind häufig mit offensichtlichen Veränderungen des Bewegungsverhaltens verbunden. Erkennbar ist dies z.B. an Schonhaltungen, Ausweich- und Kompensationsbewegungen, muskulären Schutzanspannungen, an der Reduktion von Bewegungsumfang und Bewegungsstärke bzw. an der Veränderung weiterer Bewegungsmerkmale. Deutliche und zum Teil in hohem Maße zu Behinderungen führende Veränderungen der Motorik ergeben sich bei neurologischen Erkrankungen. Diese können durch Schmerz hervorgerufen werden. Verbesserungen dieser Situationen können z.B. durch bewegungsbezogene Interventionen, also Koordinationstraining, erzielt werden.

Zu 2: Eine inadäquate neuromuskuläre Kontrolle (unzureichende Koordination) kann als eine Ursache für Fehl- und Überbeanspruchung von Gelenken gesehen werden und zusammen mit einem Kraftdefizit der Muskeln als Risikofaktor für die Entstehung von degenerativen Gelenkerkrankungen. Die muskuläre Kontrolle der Wirbelsäule kann als Risikofaktor für die Entstehung von Rückenschmerzen angesehen werden. Dies wird zudem durch den Einfluss der Ermüdung auf das Bewegungsverhalten deutlich. Bei ermüdenden Rumpfbewegungen konnte beispielsweise eine Zunahme von Ausweichbewegungen nachgewiesen werden, welche ein erhöhtes Risiko für Wirbelsäulenverletzungen bedeutet.

Zu 3: Wenn eine unzureichende Koordination als Risikofaktor wirken kann, kann umgekehrt eine gute, angepasste und angemessene Koordination als Schutzfaktor betrachtet werden. Zum Beispiel kann durch eine schnelle Reaktion eine schnelle muskuläre Gelenkstabilisation hervorgerufen werden, was dabei helfen kann, Verletzungen zu vermeiden. Nach spezifischen sensomotorischen Übungs- und Trainingsprogrammen konnte z.B. eine signifikante Reduktion des Risikos von Kreuzbandverletzungen bei Handballern festgestellt werden.

Koordination ist zudem bis ins hohe Seniorenalter trainierbar. Durch ein mehrwöchiges Koordinationstraining konnte die Stolper- und Sturzgefahr bei Senioren in einem Laufbandtest – das Band wurde bei geringer Geschwindigkeit durch den Notstopp unsichtbar für die Probanden angehalten – deutlich gegenüber der Gruppe reduziert werden, die zuvor kein Koordinationstraining durchgeführt hatte. Daher werden Sportprogramme für Senioren als geeignet betrachtet, die die altersbedingte Abnahme der Koordination deutlich mindern und verzögern. Koordinationstraining kann als

Möglichkeit der **Sturzprophylaxe** gesehen werden, was für an Osteoporose erkrankte Personen eine große Bedeutung hat.

Gute koordinative Kompetenz kann auch wesentlich dazu beitragen, dass der Teilnehmer die technischen Fertigkeiten und Techniken von Sportarten schneller erlernen kann, was wiederum für eine bessere Integration in die Sporttrainingsgruppe wichtig ist. Man kann mitspielen. Darüber hinaus soll auf den Zusammenhang von Koordination und psychosozialen Gesundheitsressourcen hingewiesen werden, was z.B. die Einstellung zur eigenen Bewegung und die Motivation zu einer bewegungsreichen Lebensweise anbelangt.

Entspannung und Stressbewältigung im Gesundheitssport

Die WHO hat den Stress als einen eigenständigen Risikofaktor mit sehr großer Bedeutung eingeordnet. Man rechnet sogar damit, dass stressbedingte Störungen bis zum Jahr 2020 die zweitwichtigste Ursache für Zivilisationskrankheiten darstellen. Dazu belegen zahlreiche Studien, dass die Stressbelastung in den Industrienationen in den letzten Jahren zugenommen hat und dass der Stress zu beträchtlichen privat- und volkswirtschaftlichen Einbußen führt. Der Körper reagiert auf ein Zuviel an Stress mit chronischen Schmerzen, Bluthochdruck oder Magenbeschwerden. Dem Sport wird ebenso wie den Entspannungsmethoden ein stressdämpfendes Potential zugeschrieben.

Der Stress gehört zum menschlichen Leben dazu, aber er ist nicht unbegrenzt verkraftbar. Er wird dann zum Problem, wenn der Mensch durch starke, langanhaltende oder häufig auftretende Belastungen nicht mehr ausreichend in der Lage ist, seinen Zustand, sein Verhalten und seine Leistungsfähigkeit stabil zu halten.

Stress entsteht durch die Wechselbeziehungen zwischen den äußeren Bedingungen und Anforderungen, den sog. Stressoren, und der Bewältigungskompetenz des Menschen.

Häufige **Stressoren** sind: Zeitdruck, Überforderung, ständige Erreichbarkeit, gestörte Kommunikationsbeziehungen, mangelnder Handlungs- und Entscheidungsspielraum, mangelnde soziale Anerkennung, finanzielle Probleme, Krankheitsbefürchtungen, …

Die **Folgen von nicht bewältigtem Stress** können sein (vgl. *Töpper/Vogt* 2011):

- **sozial:** Aggressivität oder Hemmungen, soziale Unsicherheit, soziale Isolierung
- **psychisch:** emotionale Anspannung, verminderte kognitive Fähigkeit, Angst, Sorge, Resignation, Unsicherheit, mangelndes Selbstvertrauen, reduzierte Leistungserwartung, …
- **vegetativ-hormonell:** höhere Herzfrequenz, Bluthochdruck, Erröten, Erblassen, Adrenalinausstoß, Schwitzen, …
- **muskulär-motorisch:** muskuläre Verspannungen, Zittern, motorische Fehlleistungen, gestörte Feinmotorik, …

Für eine langfristige Gesundheit und Leistungsfähigkeit ist eine ausgewogene Balance zwischen Belastung und Belastbarkeit eine wichtige Grundlage.

Möglichkeiten der Stressbewältigung

Der wichtigste Ansatzpunkt zur Stressbewältigung als Grundlage für eine ausreichende physische Belastbarkeit ist die Verbesserung und Stabilisierung von Gesundheit und körperlicher Fitness. Der Abbau von den in Stresssituationen freigesetzten Energien ist durch körperliche Aktivität bzw. Sport möglich. Weiterhin können Sport und Bewegung das Wohlbefinden direkt beeinflussen, da der physische und psychische Zustand einer Person untrennbar miteinander verbunden sind.

Schmerzen, wie z.B. Rückenschmerzen können durch gezielte Bewegungsprogramme beseitigt werden. Der Teilnehmer kann hierbei lernen, dass er selbst etwas gegen den Schmerz tun kann (vgl. *Töpper/Vogt* 2011).

Körperliche Aktivität und psychische Gesundheit

Im Hinblick auf Sport und **Depression** wird immer deutlicher, dass das Potenzial hinsichtlich Therapieerfolg, Lebensqualität und Kosteneffektivität noch bei weitem nicht ausgeschöpft ist. Sport kann als Antidepressivum wirken, die Symptome der Depression lindern, das Wohlbefinden steigern sowie die Stimmung verbessern. Studien zeigten, dass nach einem mehrmonatigen körperlichen Training bei Weiterführung des Trainings auf psychopharmakologische Behandlung sogar verzichtet werden **konnte**.

Bei Angstreduktion wurde festgestellt, dass die positiven Auswirkungen zwar geringer ausfallen, jedoch signifikant stärker waren als bei anderen Behandlungsmethoden. Man kann bewegungstherapeutische Interventionen zur Angstlinderung empfehlen, da ein hoher Grad an empirischer Evidenz vorhanden ist.

Dass ein positiver Zusammenhang zwischen Sport und positiver Eigenwahrnehmung besteht, ist eine weit verbreitete Annahme. Eine Analyse im Zusammenhang von **Sport und Selbstwertgefühl**, also dem Wert, den wir uns selbst als Person beimessen, ergab bei Erwachsenen eine leichte, aber signifikante Verbesserung des Selbstwertgefühls. Als besonders effektiv erwies sich dabei ein Sportprogramm in Kombination mit Entspannungsverfahren und/oder Ernährungsprogrammen.

Das **physische Selbstkonzept** eines Menschen fasst alle selbstbezogenen Informationen über den eigenen Körper zusammen. Hier konnten mehrere Studien nachweisen, dass Sport zu einer Verbesserung des physischen Selbstkonzepts führt.

Der Forschung über den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Verbesserung **kognitiver Funktionen** kommt vor dem Hintergrund der Altersstrukturentwicklung der Bevölkerung eine wichtige Bedeutung zu. Neuere Metaanalysen stellen einen positiven Zusammenhang zwischen Sport und der Verbesserung kognitiver Funktionen fest. Der Anstieg kardiorespiratorischer Fitness (Herz-Kreislaufsystem durch Ausdauertraining) ging mit Verbesserungen in kognitiven Funktionen wie motorisches Lernen, Aufmerksamkeit und Verarbeitungsgeschwindigkeit einher. In einer anderen Studie hatten körperlich aktive Teilnehmer ein um bis zu 38 % geringeres Risiko, kognitive Beeinträchtigungen zu entwickeln als körperlich Inaktive (vgl. *Schulz/Meyer/Langguth* 2012).

Das Risiko, an **Demenz** zu erkranken war in einer Studie um 38 % geringer, an **Alzheimer** zu erkranken sogar um 45 % geringer bei körperlich Aktiven im Vergleich zu körperlich Inaktiven (vgl. *Schulz/Meyer/Langguth* 2012).

Die durch **Stress** mobilisierte Energie verstoffwechselt der Sport in seinen Mitochondrien in der Energiebereitstellung, was gleichzeitig zur Verbesserung der Insulinsensitivität beiträgt. Trainierte haben einen geringeren Cortisolausstoß (Stresshormon), was z.B. als Erklärung für die positive Wirkung von Sport auf depressive Störungen dienen kann. Trainierte reagieren schneller und stärker mit einer Stresshormonausschüttung, kehren aber auch schneller zum Normalzustand zurück, erholen sich also schneller. Die Reaktionen des Blutdrucks auf psychische Stressoren fällt nach Sport geringer aus. Trainierte zeigen eine verbesserte Stressregeneration, was bedeutet, dass sportliche Aktivität dem Hormonzustand bei depressiven Störungen entgegenwirken kann.

Zusammenfassung

Sport (körperliche Aktivität) wirkt sich sowohl bei psychisch Erkrankten als auch bei Gesunden günstig auf die emotionale und geistige Gesundheit aus. Menschen aller Altersklassen profitieren von den positiven Effekten. Die Vorliegenden Ergebnisse geben einen Hinweis darauf, dass Sport ein enormes Potenzial sowohl als präventive als auch therapeutische Maßnahme bei psychischen Störungen besitzt (vgl. *Schulz/Meyer/Langguth* 2012).

Entspannungstechniken und Entspannungsverfahren

In der Praxis haben sich mehrere Entspannungsverfahren bewährt. Sie erfüllen folgende Kriterien:

- Sie sind bewegungsbasiert und körperorientiert ausgerichtet
- Sie sind weit verbreitet
- Sie lassen sich leicht in Bewegungskontexte einbinden
- Die Wirkungen sind empirisch nachgewiesen
- Sie sind mehr oder weniger leicht anwendbar und haben sich z.B. in Sportvereinen bewährt
- Sie sind leicht lehr- und lernbar

Entspannungsverfahren:

- Autogenes Training
- Progressive Muskelrelaxation (nach Jacobson)
- Yoga
- Tai-Chi
- Atementspannung

Viele Menschen haben verlernt, sich zu entspannen bzw. verfügen über keinerlei praktische Erfahrung mit Entspannungsverfahren. Entspannung kann man lernen, ein regelmäßiges Anwenden und Üben ist – genau wie beim Sport (körperlicher Aktivität) – eine wichtige Voraussetzung. Daher sollte zu Beginn der Schwerpunkt unbedingt auf die Wahrnehmung des eigenen Körpers gelenkt werden und die Veränderungen des körperlichen Zustandes.

Wichtig ist dabei in der Praxis auszuprobieren, welche Techniken einem am besten liegen und in kritischen Situationen helfen können. Wenn man seine Technik(en) gefunden hat, gilt: bewusst einsetzen!

12.3 Gesundheits-ABC der Sportarten

Wenn man davon ausgeht, dass Sport gesund sein kann, dann muss man auch sagen, welcher Sport bzw. welche Sportart damit gemeint ist. Es leuchtet auf den ersten Blick ein, dass Boxen, Autorennfahren oder Gleitschirmfliegen im Gegensatz zum Skilanglauf, Joggen oder Schwimmen nicht wirklich gesundheitsfördernd sind. Sport betreibt der Mensch jedoch nicht nur aus gesundheitlichen Gründen, sondern auch weil er Freude machen und Spaß bringen sowie etwas zur Entspannung und Erholung beitragen kann, was sich wiederum positiv auf das Wohlbefinden auswirken kann.

Die Beurteilung, welcher Sport »gesund« ist, erfolgt in Tab. 12.3 vorrangig aus sportmedizinischer Sicht. Beurteilt werden Auswirkungen auf den passiven Bewegungsapparat, Verletzungsgefährdung, Bluthochdruck und Blutniederdruck sowie die Anpassungsmöglichkeiten des Herz-Kreislauf-Systems. Die Tabelle soll Trainern und Übungsleitern im Gesundheitssport als Hilfe und Orientierung in ihrer Betreuungs- und Beratungsfunktion im Sportverein dienen. Grundsätzlich müssen sich alle Teilnehmer vor der Belastungsaufnahme einer sportmedizinischen Untersuchung unterziehen.

Erläuterungen zu Tab. 12.3

Generell gilt: Je mehr Pluspunkte, desto besser ist die Bewertung. In der Tabelle haben vor allem die Mannschaftssportarten schlecht abgeschnitten, bei vielen führt das hohe Verletzungsrisiko zu einer Abwertung. Spiele machen jedoch Spaß – zumindest sollte es so sein! Die Motivation ist bei Spielern im Allgemeinen sehr hoch, was sowohl als Vorteil als auch als Nachteil gesehen werden kann. Als nachteilig erweist sich eine hohe Motivation bei Vorschädigungen des Herz-Kreislauf-Systems und des Stoffwechsels. Vor allem bei älteren Sportlern kann es dabei zu Überbelastungen kommen. Der Vorteil einer hohen Motivation liegt darin, dass eine Bindung (Teilnahme) auf Dauer wahrscheinlicher ist.

Sportart	Beurteilung	Hinweise/Kommentar
Aerobic	++	Umfassende Fitnessschulung, problematisch bei Hochdruck, orthopädische Probleme (Knie)
Badminton	+	Trainingseffektivität hoch, starke Belastung der unteren Extremitäten, ungeeignet bei Hochdruck
Basketball	0/+	Hohe Belastungsintensität, hohe Verletzungsrate, ungeeignet bei Hochdruck
Bergwandern	+	Naturerlebnis; geeignet, wenn Puls: 180 minus Lebensalter
Bodybuilding	–	Erhebliche Blutdruckanstiege, Ernährungsprobleme
Eislauf	+	Koordination, Ausdauer und Kraft werden geschult
Fußball	0/+	Sehr hohe Verletzungsrate, Belastungsintensität schwer kontrollierbar
Gymnastik	+++	Umfassende Fitnessschulung
Handball	0/+	Sehr hohe Verletzungsrate, hohe Herz-Kreislauf-Belastung, Koordinationsschulung
Indiaka	+	Hohe Kreislaufbelastung, geringe Verletzungsgefahr
Inlineskating	++	Sehr hohe Verletzungsgefahr, sehr gutes Training des Herz-Kreislauf-Systems
Jogging	+++	Beste Schulung des Herz-Kreislauf-Systems
Judo	0/+	Koordinationsschulung, Konditionsschulung, Verletzungsgefahr, eher für junge Menschen
Karate	0/+	Koordinations- und Konditionsschulung
Kanu	+	Naturerlebnis im Vordergrund, Herz-Kreislauf-Training bedingt möglich
Kegeln	0	Spaß und Wohlbefinden stehen im Vordergrund, keine Trainingseffekte möglich
Radfahren	+++	Umfassende Schulung des Herz-Kreislauf-Systems, Naturerlebnis
Saunen	+	Stressabbau, Wohlbefinden
Schwimmen	+++	Umfassende, Gelenk schonende Schulung des Herz-Kreislauf-Systems
Skilauf (alpin)	0	Hohe Verletzungsgefahr, Naturerlebnis, Kraftbelastung, Koordinationsschulung
Skilanglauf	+++	Umfassende Schulung des Herz-Kreislauf-Systems, Naturerlebnis, Kraftausdauer
Squash	0	Hohe Herz-Kreislauf-Belastung, hohe Verletzungsrate
Tanzen/Tanzsport	+++	Umfassende Fitnessschulung, soziale Aspekte, Koordinationsschulung, Wohlbefinden
Tauchen	0	Blutdruckspitzen, Naturerlebnis im Vordergrund, Wohlbefinden, gefährliche Sportart
Tennis	+	Geringe Herz-Kreislauf-Belastung, sehr gute Koordinationsschulung

Tab. 12.3: Sportarten/Disziplinen im Gesundheitscheck (+++: sehr gut geeignet, 0: mäßig bis eher ungeeignet; modifiziert nach *Rost* 1994; (Fortsetzung auf der nächsten Seite)

Sportart	Beurteilung	Hinweise/Kommentar
Tischtennis	+	Geringe Herz-Kreislauf-Belastung, sehr gute Koordinationsschulung, geringe Verletzungsgefahr
Triathlon	++	Vielseitige Ausdauerschulung, Gefahr der Überforderung
Volleyball	0/+	Sprungkraft-, Schnelligkeits- und Koordinationsschulung, hohes Verletzungsrisiko
Walking/ Nordic Walking	+++	Gelenk schonende Belastung, günstige Schulung des Herz-Kreislauf-Systems
Wassergymnastik/ Aquatic Fitness	+++	Gelenk schonend, umfassendes Fitnesstraining

Tab. 12.3: Fortsetzung

Neben der Teilnahme an den Spielen sollte zu einem begleitenden **moderaten Ausdauertraining** geraten werden. Bei den Rückschlagspielen (Tischtennis, Tennis, Badminton, Squash) hängt zudem vieles von der Art der Durchführung ab. Auch hier kann es bei älteren Menschen eventuell zu gefährlichen Blutdruckspitzen kommen. Andererseits bieten Spiele aber die Möglichkeit, Stresshormone auf biologisch sinnvolle Weise abzubauen (vgl. *Rost* 1994).

12.4 Geeignete Sportarten bei Bluthochdruck

Etwa 20–25 % der Deutschen leiden an Bluthochdruck. Dieser ist einer der wichtigsten Risikofaktoren für die Entstehung von durchblutungsbedingten Herzerkrankungen. Nicht alle sportlichen Belastungen sind für Hochdruckpatienten geeignet. In Tab. 12.4 werden verschiedene Sportarten nach ihrer Tauglichkeit für Hochdruckpatienten beurteilt.

Geeignete Sportarten bei Bluthochdruck

Eignung	Sportart
Gut geeignet	Ausdauersportarten mit geringem Krafteinsatz
	Skilanglauf, Jogging, Radfahren, Inlineskating
	Einzelspiele mit geringer bis mittlerer Belastung
Bedingt geeignet, je nach Schwere der Erkrankung und sportlicher Vorerfahrung	Mannschaftsspiele mit mittlerer Belastung
	Fußball, Handball, Volleyball, Basketball
	Schwimmen
	Wanderrudern
	Saunen
	Leichtathletik
	Tischtennis, Tennis
	Squash, Badminton
Ungeeignet	Bungeejumping
	Gewichtheben, Bodybuilding
	Boxen, Fechten
	Sportkegeln

Tab. 12.4: Eignung verschiedener Sportarten bei Bluthochdruck (vgl. *Rost* 1994)

Aufgaben

- Welche Gesundheitsmodelle bzw. -konzepte kennen Sie? Beschreiben Sie die einzelnen Modelle.
- Welche Risikofaktoren kennen Sie? Beschreiben Sie die Risikofaktoren. Was kann man vorbeugend dagegen unternehmen?
- Wählen Sie aus Tab. 12.3 Ihnen vertraute Sportarten aus und finden Sie weitere Argumente für oder gegen ihren Einsatz im Gesundheitssport.
- Beurteilen Sie, wie die Sportarten aus Tab. 12.3 im Hinblick auf das Risikofaktorenmodell zu bewerten sind.
- Versuchen Sie im Gespräch mit Mitschülern, die Bewertung der Sportarten aus Tab. 12.4 im Hinblick auf den Risikofaktor Bluthochdruck nachzuvollziehen. Wie sieht es in Ihrer eigenen Sportart aus?

13 Aufwärmen im Sport

Das Aufwärmen ist ein wesentlicher Bestandteil des Sporttreibens. Es sollte nicht als lästiges Beiwerk empfunden werden oder für jegliche Art des Sporttreibens nach einem einheitlichen Muster »abgespult werden«. Denn durch ein sinnvolles, sportartgerichtetes Aufwärmen kann man bessere Ausgangsbedingungen für die Leistungsfähigkeit des Sportlers schaffen. Aufwärmen darf sich nicht darauf beschränken, nur die Muskulatur zu »erwärmen«. Vielmehr dient es dem Sportler zur **physischen und psychischen** Vorbereitung auf die darauffolgende Belastung. Da Belastungen unterschiedlich sind, muss auch das Aufwärmen sportartspezifisch sein.

Man unterscheidet das allgemeine vom speziellen Aufwärmen. Das Ziel des **allgemeinen Aufwärmens** liegt darin, z. B. durch Einlaufen, Einschwimmen und Einfahren die größeren Muskelgruppen der Beinmuskulatur besser zu durchbluten und das Herz-Kreislauf-System anzuregen. Beim **speziellen Aufwärmen** geht es um das disziplinspezifische Hineinarbeiten in die Sportart, wie z. B. das Einspielen vor einem Tennisspiel, das Einturnen, Einfahren beim Skilauf, 5 gegen 2 im Fußball.

Wie in der Abbildung 13.1 zu erkennen ist, führt bereits ein unter 10 Minuten andauerndes Aufwärmen zu einem Anstieg der Rektal- und Muskeltemperatur und in Verbindung damit zu einer Verbesserung der Sprintzeit. Optimale Ergebnisse können erst durch ein ca. 30-minütiges Aufwärmen erzielt werden. Wie die Grafik zeigt, ist ein Anheben der Körpertemperatur auf ca. 39 Grad Celsius optimal. Hinweis: Marathonläufer haben z. T. Rektaltemperaturen von bis zu 41 Grad Celsius!

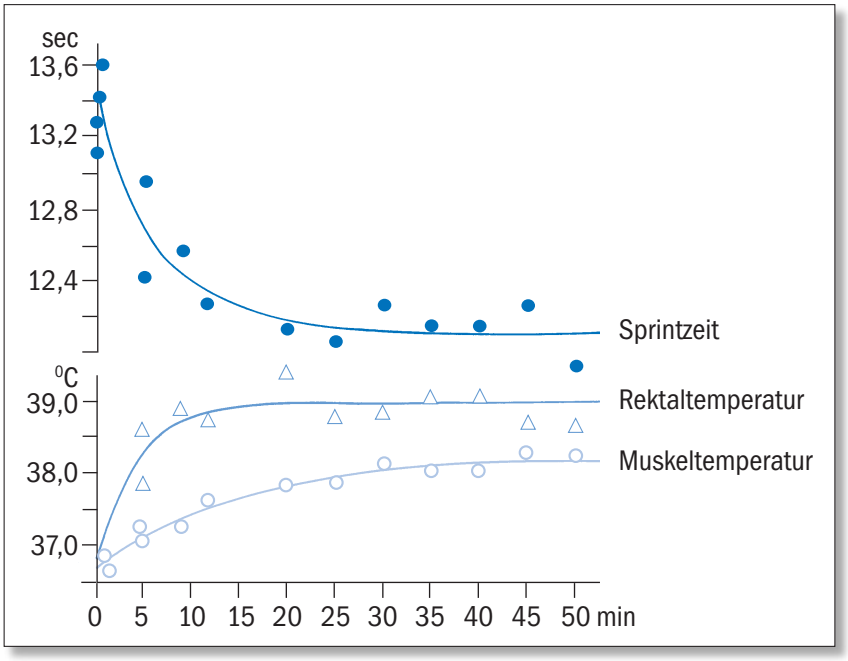


Abb. 13.1: Die Bedeutung der Aufwärmdauer für die 100-Meter-Sprintzeit, Rektaltemperatur und Muskeltemperatur (nach *Keul* et al., 1983).

Die Funktionen des Aufwärmens sind nach *Frey*, folgende:
1. Vorbereitung des Organismus auf die Belastung
2. Erhöhung der Leistungsbereitschaft
3. Reduktion des Empfindens von Trainingszeiten
4. Verkürzung der Regenerationsdauer
5. mentale Vorbereitung und Psychoregulation

Die Art und Weise des Aufwärmens ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Folgt beispielsweise ein Technik- bzw. Koordinationstraining, so sollte man während des Aufwärmens mit koordinativen Übungen das Zentralnervensystem sowie die Skelettmuskulatur auf das folgende Training vorbereiten. Bei einem Schnelligkeits- oder Schnellkrafttraining sollte zuvor nicht lange und ausgiebig passiv gedehnt werden, da für dieses Training ein hoher Muskeltonus notwendig ist, den man durch zu intensives Dehnen stark absenkt. Hier empfiehlt sich eine Kraftvorausbelastung, die den Muskeltonus ansteigen lässt.

Trainingstipp:
Beim Ausdauertraining sollten das Herz-Kreislauf-System sowie das Atmungssystem – gezielt durch Einlaufen – auf das nachfolgende Training vorbereitet werden, um möglichst schnell in ökonomische Stoffwechselbereiche zu kommen.

Für das Herz-Kreislauf-System kann man durch Aufwärmen Folgendes erreichen:
- Regulation des Blutdrucks, Weitstellung der Blutgefäße in der Beinmuskulatur
- Herzfrequenzanstieg
- Anstieg der zirkulierenden Blutmenge (Herzminutenvolumen)

Für das Atmungssystem kann man durch Aufwärmen Folgendes erreichen:
- Sauerstoffaufnahme steigt mit zunehmender Körpertemperatur an
- Atemtiefe nimmt zu
- Atemmuskulatur arbeitet von Beginn an ökonomischer

Trainingstipp:
Sich dehnen und dann einfach losrennen ist für eine Ausdauerbelastung kein adäquates Aufwärmen! Auch die Befürchtung, man würde bereits durch das Aufwärmen unnötige Energie verbrauchen, die einem dann beim Laufen fehlt, ist unbegründet.

Die Dauer des Aufwärmens wird u. a. auch von der Außentemperatur mitbestimmt. Ist es kälter, wie z. B. im Herbst und Winter, so muss länger aufgewärmt werden. Wenn es sehr warm ist, darf man auch nicht auf das Aufwärmen verzichten, man muss jedoch nicht so lange wie im Winter aufwärmen. Auch die Tageszeit des Aufwärmens spielt eine Rolle, denn morgens muss das Aufwärmen länger dauern als z. B. am Nachmittag, wo gegen 15 Uhr das Maximum der Körpertemperatur erreicht wird. Je älter ein Sportler ist, umso länger muss aufgewärmt werden.

Merke

Die zeitliche Dauer des Aufwärmens liegt – je nach zur Verfügung stehenden Zeit – in der Regel zwischen 10 bis 45 Minuten. Für den Cooper-Test reicht ein 10-minütiges Aufwärmen vollkommen aus. Dies muss aber nicht in Form von Einlaufen geschehen.

Aufgaben und Fragen

1. Welche 2 Formen des Aufwärmens gibt es? Was sind Bestandteile des Aufwärmens und wie kann es in einer Ihnen bekannten Sportart aussehen?
2. Wie hängen Körpertemperatur und Leistungsfähigkeit zusammen? Welche Schlussfolgerung kann man daraus für die Sportpraxis ziehen?
3. Welche Funktionen kommen dem Aufwärmen zu?
4. Was bewirkt das Aufwärmen im Herz-Kreislauf-System bzw. im Atmungssystem?
5. Wie lange sollte man sich in der Regel aufwärmen?

13.1 Ziele im allgemeinen Aufwärmen

Allgemeines Aufwärmen

Beim allgemeinen Aufwärmen ist das übergeordnete Ziel, die funktionellen Möglichkeiten des Organismus durch aktive Muskelarbeit großer Muskelgruppen insgesamt auf ein höheres Niveau zu bringen.

Praxistipps zur Durchführung

Man beginnt das allgemeine Aufwärmen mit dem **Warmlaufen**, wobei **4–5 Minuten** genügen, um das Herz-Kreislauf-System in Schwung zu bringen. Das Warmlaufen darf nicht mit zu niedriger Intensität durchgeführt werden. Herzfrequenzen zwischen 60 und 80 % der HF_{max} sind ratsam, **das entspricht einem zügigen Lauftempo** (*Joch* u. *Ückert* 1999). Es sollten jedoch **keine Sprints** gemacht werden! Auch ausgewählte kleine Spiele oder leichte dynamische Koordinationsübungen sind – richtig durchgeführt – vor allem im Kinder- und Nachwuchstraining sinnvoll.

Das allgemeine Aufwärmen wird dann mit Übungen aus der **funktionellen Gymnastik** fortgeführt, wobei man **Dehnübungen** (Stretching) und **kräftigende Übungen** in sinnvoller Weise kombinieren sollte. An dieser Stelle wird erneut auf die **Bedeutung des aktiv-dynamischen Dehnens** aufmerksam gemacht; hierfür genügen ca.10 Minuten. Die gesamte Aufwärmzeit hängt von sehr vielen Faktoren ab, wie z.B. Trainingszustand, Außentemperaturen, Trainingsziel. Für das allgemeine Aufwärmen sollten bei einer Dauer der Trainingseinheit von 1,5–2 Stunden ca. 20–30 Minuten eingeplant werden.

Auswirkungen

Das Aufwärmen hat folgende **Auswirkungen** auf den menschlichen Organismus:

- **Herzfrequenz- und Blutdruckanstieg:** Die Herzfrequenz wird rechtzeitig auf die nachfolgende Belastung eingestellt, ein leistungsmindernder Verzögerungseffekt tritt nicht auf. Der Blutdruckanstieg bewirkt, dass vor allem der im Sport benötigten Skelettmuskulatur genügend Blut zur Verfügung steht, um die optimale Leistungsfähigkeit zu gewährleisten.
- **Erhöhung der zirkulierenden Blutmenge:** Durch das ansteigende Herzminutenvolumen werden den Muskeln genügend Nährstoffe und Sauerstoff zur Energiebereitstellung geliefert. Abfallprodukte können schneller abtransportiert werden.
- **Regulation des Atmungssystems:** Die Aufgabe des Aufwärmens liegt darin, die »Startverzögerung« so gering wie möglich zu halten, d.h., die Atmung schon auf ein genügendes Ausgangsniveau zu bringen. Dies ist bei allen Sportarten mit entsprechend hoher Anforderung an das Herz-Kreislauf-System zu berücksichtigen.
- **Verringerung der Muskelviskosität:** Ein 20-minütiges intensives Aufwärmen kann die **Körperkerntemperatur auf ca. 38,5–39 °C anheben**, wodurch die innere Reibung (Viskosität) der Muskulatur abnimmt, der Muskel ebenso wie **Sehnen** und **Bänder** belastbarer wird und das Muskelfaszien-Sehnen-System auf die darauf folgende Belastung vorbereitet wird. Die Rissanfälligkeit sinkt.
- **Verbesserung der Energie- und Sauerstoffversorgung:** Die Mehrdurchblutung der Muskulatur bewirkt eine bessere Versorgung der Muskelzellen mit energiereichen Substraten und dem für die aerobe Energiegewinnung wichtigen Sauerstoff. Letztendlich wird durch das Aufwärmen

das Sauerstoff-Aufnahmevermögen des Organismus erhöht, das wichtigste Kriterium für die Ausdauerleistungsfähigkeit.

- **Optimierung neuromuskulärer Prozesse:** Die durch das Aufwärmen herabgesetzte Viskosität sowie die erhöhte Elastizität und Dehnfähigkeit des Muskels führen zu einer **Verbesserung des koordinativen (Nerv-Muskel-)Zusammenspiels** und damit auch zu einem geringeren Energiebedarf und einer verminderten Ermüdung. Die **Reaktionszeiten** nach dem Aufwärmen können um bis zu 15 % gegenüber einem nicht aufgewärmten Zustand verbessert sein!
- **Auswirkungen auf den passiven Bewegungsapparat:** Durch die Bewegung (Warmlaufen, dynamische Aspekte der Gymnastik) sondert die Synovialhaut der Gelenkkapsel die Synovia (Gelenkschmiere) ab, welche vom hyalinen Gelenkknorpel aufgenommen wird und dessen Oberfläche vergrößert. Durch diese Oberflächenvergrößerung nimmt die Druckbelastung auf die Gelenke deutlich ab, sie sind weniger verletzungsgefährdet.
- **Auswirkungen auf psychische Leistungsparameter:** Das Aufwärmen führt auch zu einer **Erhöhung der psychischen Leistungsbereitschaft**. Damit verbunden kann eine Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung und speziell der optischen Wahrnehmung sein. Die Koordination und Präzision motorischer Handlungen wird verbessert (vgl. *Weineck* 2004 a, *Joch* u. *Ückert* 1999).

13.2 Ziele im speziellen Aufwärmen

Spezielles Aufwärmen

Beim speziellen **(sportartspezifischen)** Aufwärmen erfolgt das Aufwärmen disziplinspezifisch, d.h., es werden solche Bewegungen ausgeführt, die der Erwärmung derjenigen Muskeln dienen, die in direktem Zusammenhang mit der jeweiligen Sportart stehen. In koordinativ anspruchsvollen Sportarten steht das **Hineinarbeiten** in die speziellen Anforderungen der jeweiligen Sportart/Disziplin im Vordergrund.

Praxisbeispiele zum speziellen Aufwärmen

Durch das **Einspielen** im Tennis oder Tischtennis, das Einpritschen im Volleyball, Zu- und Einwerfen im Handball oder das »5 gegen 2« im Fußball werden die vorhandenen und abgespeicherten Bewegungen nochmals bzw. wieder aufgefrischt und den aktuellen Bedingungen angepasst. Das Einwerfen im Handball bzw. Einschießen im Fußball (jeweils mit Torwart) sind unerlässliche Bestandteile des speziellen Aufwärmens. Hallensportler stellen sich dabei unter anderem auch auf die Besonderheiten des Hallenbodens, der Bälle, Netze, Tische oder der Raumwahrnehmung (Lichtverhältnisse) der Halle bzw. sogar der Akustik ein. Beim Tennis und Fußball kann man sich darüber hinaus mit den Platz- bzw. Bodenverhältnissen vertraut machen, was z.B. beim Fußball unmittelbare Auswirkungen auf die Schuhwahl hat.

Vor allem bei Techniken, die eine sehr genau abgestimmte Steuerung verlangen, wie sie z.B. beim präzisen Zuspielen/Schießen im Fußball oder Handball, gefühlvollen Schlägen in den Rückschlagspielen Tennis, Tischtennis, Badminton oder Squash vorliegen, spielt eine optimale Arbeitstemperatur in den Beinen bzw. im Arm-, Schulter- und Handbereich für die sensorische bzw. koordinative Leistungsfähigkeit eine entscheidende Rolle.

Aufgaben

- Analysieren Sie Ihr eigenes Aufwärmprogramm dahingehend, ob es den gestellten Forderungen strukturell und inhaltlich entspricht. Wo könnte es noch optimiert werden?
- Welche Anforderungen werden in Ihrer Sportart/Disziplin an das Aufwärmen gestellt? Überprüfen Sie, ob diese auch erfüllt werden.

- Besuchen Sie ein höherklassiges sportliches Ereignis (z.B. Fußball-Bundesligaspiel, Volleyball-Regionalligaspiel, Basketball-Zweitligaspiel, Tischtennis-Bundesligaspiel oder Handball-Bundesligaspiel) in Ihrer Nähe. Beobachten Sie insbesondere das Aufwärmen und dokumentieren Sie dieses. Vergleichen Sie es anschließend mit den hier gestellten Anforderungen. Wo gab es Abweichungen? Was waren besondere Merkmale?
- Welche Ziele werden im allgemeinen Aufwärmen verfolgt?
- Welche Ziele werden im speziellen Aufwärmen verfolgt?

14 Sport und Ernährung

Erhöhter Energiebedarf bei Sportlern

Die Ernährung ist im Sport notwendig zur Erhaltung oder Steigerung der Leistung und darf daher nicht vernachlässigt werden. Sportler haben generell gegenüber Nicht-Sportlern einen erhöhten Energiebedarf, wenn sie größere körperliche Leistungen im Wettkampf oder bei einem zweimaligen Training am Tag erbringen müssen. Die Ernährung zählt zu den drei wichtigsten Faktoren, welche die Leistungsfähigkeit eines Sportlers beeinflussen.

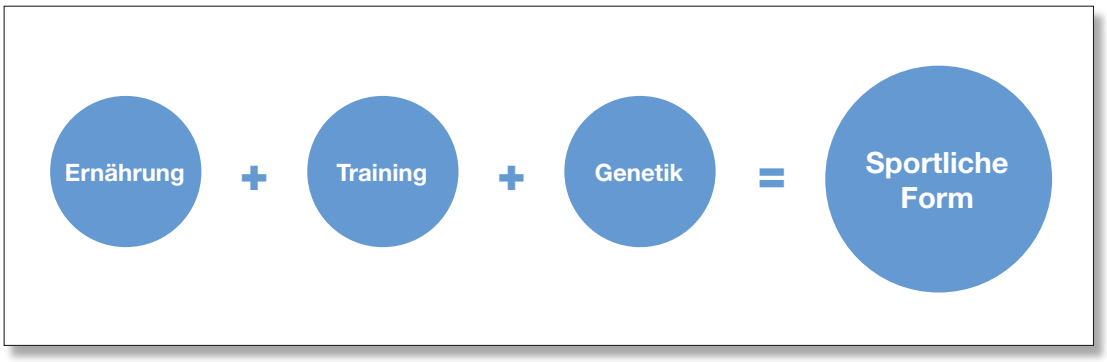


Abb. 14.1: Die drei wichtigsten Faktoren, welche die sportliche Form beeinflussen

Je höher das sportliche Leistungsniveau ist und je intensiver das Training ist, desto mehr Bedeutung kommt dem Faktor Ernährung zu. Die Folgen der Missachtung der Zusammenhänge von Ernährung und sportlicher Leistung können sein:

- schnellere Ermüdung / Erschöpfung
- Leistungsabfall
- verzögerte und verschlechterte Regeneration
- verzögerte und verschlechterte Anpassungserscheinungen
- erhöhtes Verletzungsrisiko

Das Wissen über optimale Sporternährung ist bei Sportlern – auch bei Leistungssportlern – z.T. erheblich defizitär, wie *Braun* und *Carlsohn* (2015, S. 2) feststellen: »Für uns ist es teilweise erschreckend, was die Athleten an Fast Food und ungünstig zusammengesetzten Fertiggerichten konsumieren.«

Deutsche Gesellschaft für Ernährung

Der normale **Breitensportler** treibt maximal eine Stunde Sport am Tag und verbraucht dabei höchstens 1000 kcal. Hier genügt i.d.R. eine abwechslungsreiche, vollwertige Kost nach den Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE, siehe auch https://www.dge.de/). Eine zusätzliche Einnahme von angeblich leistungssteigernden Mitteln ist hier absolut unnötig. Hier genügt es normalerweise, den Flüssigkeitshaushalt auszugleichen und die verbrauchte Energie zu ersetzen.

Unter den **Breitensportlern** gibt es auch eine Subgruppe im mittleren Alter (35–60 Jahre), welche maximal engagiert und z.T. vom Umfang her beinahe professionell trainiert und an Wettkämpfen teilnimmt. Diese Sportler unternehmen sehr viel, um auch durch ihr Ernährungsverhalten ihre Form zu optimieren. Hier haben Nahrungsergänzungsmittel ihren größten Markt. Man muss letztendlich

erkennen, dass es für die Hersteller von Nahrungsergänzungsmitteln um sehr viel Geld geht, insbesondere eben im Breiten- und Freizeitsport.

Leistungssportler trainieren im Durchschnitt 1–3 Stunden täglich und verbrauchen dabei zusätzlich 1000–3000 kcal pro Tag. **Hochleistungssportler** sind Profis, welche 2-mal am Tag trainieren und 3000 bis über 5000 kcal zusätzlich pro Tag verbrauchen (vgl. Tab. 14.1, *Schek* 2008).

Sportart	Energieverbrauch
Kanu, Tennis, Tischtennis, Badminton	4–7 kcal/kg/h
Krafttraining, Aerobic, Fußball, Handball, Basketball	8–9 kcal/kg/h
Tanzen, Schwimmen, Radrennen, Judo	10–11 kcal/kg/h
Squash, Skilanglauf, Joggen (< 6 min/km)	12–13 kcal/kg/h

Tab. 14.1: Energieverbrauch pro Kilogramm Körpergewicht pro Stunde bei verschiedenen Sportarten (vgl. *Schek* 2008)

Es besteht in erster Linie im Hochleistungssport das Risiko einer unzureichenden Versorgung, was Energie, Spurenelemente, Elektrolyte oder Vitamine anbelangt. Gefährdet sind ebenfalls Sportler in Gewichtsklassen (z.B. Judo, Ringen) oder ästhetischen Sportarten (z.B. Tanzen, Turnen, Skispringer, rhythmische Sportgymnastik) mit sehr niedriger Nahrungsaufnahme (< 1200 kcal/Tag).

Es ist entscheidend, in der Ernährungsberatung zu erkennen, dass die Beratung sportartgerichtet bzw. sportartspezifisch zu erfolgen hat. Einem Tischtennisspieler bringt es wenig, etwas über die Ernährung eines Superschwergewichtlers im Gewichtheben zu erfahren und für diesen wiederum gelten zu allgemein gehaltene Ernährungsvorschläge nur bedingt.

Sportartspezifische Ernährung

Die Kalorienzahl und die Nahrungszusammensetzung der Ernährung richten sich beim Sportler nach seiner Sportart / Disziplin und den dazugehörigen Trainingsbelastungen.

Schließlich gehört zum Erfolgsfaktor der Sporternährung noch die Gesundheit des Sportlers selbst. Bei einer **Überbetonung der Ernährung** bzw. zu starken gedanklichen Fixierung auf den Faktor Ernährung, auch von außerhalb durch Trainer, Betreuer oder Sportkameraden, kann dies im Extremfall auch zu **krankhaftem Essverhalten** führen. Dies gilt es unbedingt zu verhindern.

14.1 Zum Energiebedarf im Sport

Wer Sport treibt, der benötigt mehr Energie als eine passive Person. Um zu verstehen, wie die Energiebilanz eines Menschen bzw. Sportlers aussieht, sind ein paar Grundkenntnisse notwendig.

Grundumsatz: Darunter versteht man den Energieumsatz des Organismus zur Aufrechterhaltung seiner Stoffwechselfunktionen, gemessen 12–24 Stunden nach Nahrungsaufnahme bei einer Temperatur von 20 Grad sowie körperlicher und geistiger Ruhe. Er ist abhängig von:

Körpergewicht	je höher das Gewicht, umso höher der Grundumsatz (GU)
Alter	je älter, umso geringer der GU
Geschlecht	Frauen haben ca. 10 % weniger GU als Männer
hormonelle Einflüsse	bei gesteigerter Hormonproduktion (z.B. Adrenalin) erhöhter GU
Tageszeit	Minimum des GU nachts, Maximum nachmittags
zentralnervöse Einflüsse	bei erhöhtem Muskeltonus Anstieg des GU

Gesamtumsatz: Jede körperliche Aktivität neben dem Sport, also z. B. auch Gartenarbeit oder Spaziergänge, bedingen einen höheren Umsatz als den Grundumsatz. Er wird als Leistungszuwachs oder Leistungsumsatz bezeichnet. Häufig wird der Gesamtumsatz in Ruheumsatz und Arbeitsumsatz aufgeteilt. Dabei wird der Ruheumsatz bei völliger Körperruhe gemessen. Er liegt ca. 10–15 % über dem Grundumsatz:

Faustregel des Grundumsatzes:

1 kg Körpermasse benötigt pro Stunde eine Energiemenge von ca. 4 kJ.
Grundumsatz = 4 kJ (h x kg)
(1 kcal = 4,18 kJ)

Rechenbeispiel Grundumsatz

Rechenbeispiel für einen 60 kg schweren Menschen: 60 kg x 24 (Std.) x 1 kcal (4,2 kj) = 1440 kcal (6048 kj)

Durch die größere Muskelmasse bei Sportlern weisen diese einen um ca. 5 % erhöhten Grundumsatz auf. Auch am Tag nach einem Wettkampf misst man noch einen erhöhten Grundumsatz (vgl. *de Marées/Heck*, 2003).

Gesamtumsatz

Unter dem Arbeitsumsatz versteht man die Differenz zwischen dem Gesamtumsatz bei der Arbeit und dem Ruheumsatz (vgl. *de Marées* 2003, S. 378)

Gesamtumsatz = Ruheumsatz + Arbeitsumsatz

Beispiele aus dem Sport

Energieaufwand von Sportarten im Vergleich

Langstreckenläufer laufen pro Tag zwischen 15 und 40 Kilometer, mit einem durchschnittlichen Energieaufwand von ca. 55–65 kcal pro Kilometer. Der Energieaufwand beim Radfahren bezogen auf eine Distanz von 160 km bei durchschnittlicher Geschwindigkeit von 40 km/h liegt bei 28,6 kcal/km und einem Gesamtverbrauch von 4680 kcal. Straßenradrennfahrer verbrauchen täglich mehr als 6000 kcal, wobei die oberen Extremwerte bei Tour de France-Etappen bis zu 12000 kcal betragen können. Hochleistungsschwimmer mit 5 bis 15 km pro Tag benötigen zusätzlich 1250–3750 kcal. Hohe Werte können um 3000–5500 kcal liegen. Superschwergewichtler im Gewichtheben können auf Werte um 9000 kcal täglich kommen. Die täglich mögliche Kalorienaufnahme bei einer Alpenetappe der Tour de France liegt bei 10000 kcal (vgl. *Hollmann/Strüder* 2009).

14.2 Nährstoffe

Die Nährstoffe Kohlenhydrate, Proteine und Fette sind die stoffliche und energetische Basis für den sportlichen Erfolg. Der Hauptunterschied der Ernährungserfordernisse von körperlich weniger Aktiven, Breiten- und Freizeitsportlern bis hin zu Leistungs- und Hochleistungssportlern ergibt sich aus dem jeweiligen leistungsabhängigen zusätzlichen Energiebedarf. Die Nährstoffe liefern unterschiedlich viel Energie (Tab. 14.2).

Energiequelle	Energiegehalt pro Gramm	
	kJ	kcal
Kohlenhydrate	17	4
Proteine	17	4
Fette	38	9

Tab. 14.2: Energiegehalt der Hauptnährstoffe

Die prozentuale Aufteilung der unterschiedlichen Nährstoffe bei Nichtsportlern sieht wie in Abbildung 14.2 dargestellt aus:

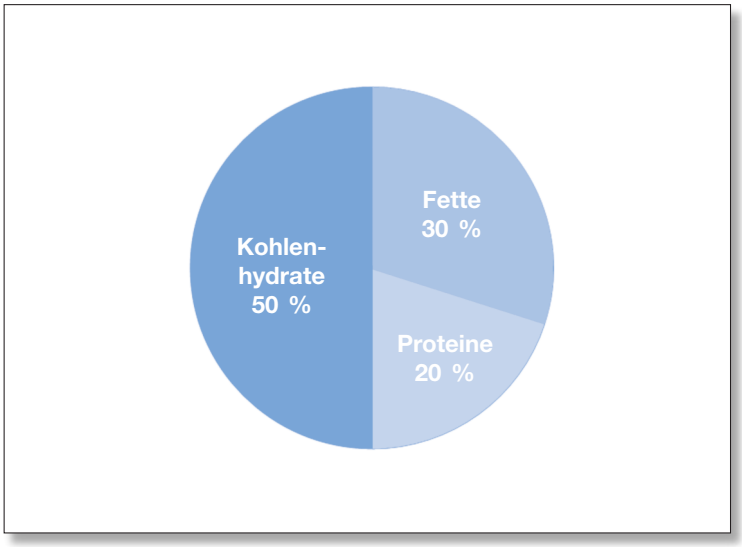


Abb. 14.2: Die prozentuale Verteilung der Nährstoffe in der täglichen Ernährung bei Nichtsportlern

14.2.1 Kohlenhydrate

Die wichtigste Energiequelle

Kohlenhydrate (KH) sind Zuckerformen und stellen für den Sportler die wichtigste Energiequelle dar. Das menschliche Gehirn sowie die Erythrozyten (rote Blutkörperchen) sind von der Zufuhr von Glukose abhängig und ohne eine genügende Zufuhrmenge an KH kann auch die Fettoxidation nicht vollständig ablaufen. Man sagt: **»Fette verbrennen im Feuer der Kohlenhydrate«**. Sie besitzen eine hohe Effizienz als ökonomischer Energielieferant für geistige *und* muskuläre Leistungen gleichermaßen (vgl. *Jeker* et al. 2004).

Empfohlene Zufuhr und Aufbau von Kohlenhydraten

Kohlenhydrate sind eine große Familie an natürlichen Substanzen und bestehen alle aus den drei Atomen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Die Zufuhrempfehlungen im Hinblick auf die Gesamtkalorienzufuhr stellen sich wie folgt dar:

1. Geringe körperliche Aktivität: 50 %	2. Sportler: 55–70 %

Kohlenhydrate liefern bei der Oxidation in der Energiebereitstellung ca. 15 % mehr Adenosintriphosphat (ATP) pro Liter Sauerstoff als die Fettoxidation. Pro Gramm Kohlenhydrate werden ca.

2,7 Gramm Wasser mit aufgenommen, welches dann dem Organismus zu Verfügung steht. Dies ist wichtig für Sportler, die in Gewichtsklassen wie z. B. Judo oder Karate antreten. Der unterschiedliche Aufbau, vor allem im Hinblick auf die Größe, macht die chemische Qualität der Kohlenhydrate aus. Anhand ihrer Größe können sie in verschiedene Kategorien aufgeteilt werden (vgl. Tab. 14.3, *Jeker* et al. 2004).

Aufnahme von Kohlenhydraten im Körper

Die Kohlenhydrate können lediglich in Form von Monosacchariden im Dünndarm aufgenommen werden. Aus diesem Grund müssen zuvor alle größeren Kohlenhydratkomplexe in diese drei Monosaccharide aufgeschlossen werden. Eine Besonderheit besteht darin, dass die Speicherfähigkeit der Kohlenhydrate begrenzt ist, nämlich ca. 300 Gramm in den Muskeln und 100 Gramm in der Leber. Durch Training können die Speicher annähernd verdoppelt werden, bei dann 500 Gramm in den Muskeln und ca. 150 Gramm in der Leber.

Kohlenhydrate sind im Sport bei Belastungen bis zu zwei Stunden Dauer von sehr wichtiger Bedeutung.

Kohlenhydrate	Vorkommen
Monosaccharide	
Glukose = Traubenzucker **Fruktose** = Fruchtzucker **Galaktose** = Schleimzucker	• Früchte, Honig, Spuren in den meisten Pflanzen • Früchte, Honig, Spuren in den meisten Pflanzen • Komponente von Laktose, wird bei der Verdauung freigesetzt
Disaccharide	
Saccharose = Haushaltszucker **Laktose** = Milchzucker **Maltose** = Malzzucker	• Zuckerrüben, Zuckerrohr, Früchte, Ahornzucker • Milch, Milchprodukte • Keime, entsteht bei der Stärkeverdauung
Polysaccharide	
Amylose + **Amylopektin** = Reserveform in Pflanzen, beides aus Glucose **Glykogen** = Reserveform aus Glucose	• Getreide, Kartoffeln • Leber, Muskeln

Tab. 14.3: Klassifikation und Vorkommen der Kohlenhydrate (vgl. *Jeker* et al. 2004)

Kohlenhydrate benötigen Sportler

1. zur Energiegewinnung,
2. zur Wiederauffüllung der Glykogenspeicher in der Regeneration,
3. zur Aufrechterhaltung der Blutglukosehomöostase (ausgeglichener Blutzuckergehalt) während der Belastung,
4. zur besseren Durchblutung der Muskulatur (über Insulin),
5. zur Förderung der Proteinsynthese (über Insulin) und
6. für die Gehirnfunktion (z. B. Konzentration).

Wenn der Blutzuckerspiegel sinkt

Dies gilt auch für intervallartige Belastungen mit einem ständigen Intensitätswechsel, gleichzeitig hohen mentalen Beanspruchungen sowie technischen und taktischen Fertigkeiten wie z. B. in den Sportspielen Handball, Fußball oder Basketball, aber auch im Tennis oder Tischtennis. Studien belegen deutlich den Zusammenhang zwischen Belastungsdauer und Größe des Glykogenspeichers in der Muskulatur. Sinkt der Blutzuckerspiegel während einer körperlichen Belastung zu stark ab, nimmt die Belastungsintensität ab und es kommt zu dem von Sportlern gefürchteten **Hungerast**.

Diese Form der Unterzuckerung geht neben dem Leistungsverlust körperlich mit Heißhunger, Schwitzen, Herzklopfen, Schwindelgefühl und Koordinationsstörungen einher (vgl. *Schek* 2013).

Kohlenhydrate vor und während der Belastung

Der KH-Speicher kann durch Training und spezielle Ernährungsmaßnahmen über enzymatische und organspezifische Strukturanpassung annähernd verdoppelt werden. Durch Training der Grundlagenausdauer tritt bei Belastungen von ca. 50–55 % der VO_2max (maximale Sauerstoffaufnahme) ein Glykogenspareffekt auf, wodurch die besonders effizienten Kohlenhydrate, quasi das »Superbenzin«, für einen Zwischen- oder den Endspurt geschont werden können. Wenn man mehrere Tage vor einem Wettkampf die Glykogenspeicher durch ein hartes Training gezielt entleert, können diese über das vorherige Maß hinaus angehoben werden, indem man sich drei Tage vor dem Wettkampf kohlenhydratbetont (bei ca. 70 % der Gesamtenergiezufuhr über KH) ernährt. Genau diesen Vorgang hat *Jakovlew* ursprünglich als **Superkompensation** bezeichnet, heute spricht man auch vom **Carboloading** (von engl. *carbohydrates*). Aus energetischer Sicht und zur besseren Muskeldurchblutung während der Belastung wäre es sinnvoll, ca. 20 Minuten vor einem Sportspiel 100–150 ml eines kohlenhydrathaltigen Sportgetränks zu trinken. Während einer Sportspielbelastung wie z. B. im Fußball, Handball oder Basketball ist es ratsam, neben einem hochmineralisierten Mineralwasser immer wieder kleine Portionen eines kohlenhydrathaltigen Getränks zu konsumieren, welches Glukose, Saccharose und / oder Maltodextrin sowie lösliche Stärke enthalten kann.

Kohlenhydratzufuhr nach ermüdenden oder erschöpfenden Belastungen

Nach einer sportlichen Belastung hat der Sportler ein relativ enges Zeitfenster, das er zur Nahrungsaufnahme für die Regeneration nutzen sollte. Innerhalb der ersten 45 Minuten nach der Belastung sollte im Leistungs- oder Hochleistungssport ein kohlenhydrathaltiges Sportgetränk zu sich genommen werden. Zum einen gewährleistet dies eine optimal schnelle Wiederauffüllung der Glykogenspeicher und zum anderen stimulieren die Kohlenhydrate die Ausschüttung des Hormons Insulin, welches auch für die Proteinsynthese von wichtiger Bedeutung ist!

14.2.2 Fette

Gutes Maß an Fetten

Fette liefern die etwa 2,5-fache Menge an Energie pro Masseeinheit verglichen mit Kohlenhydraten und Proteinen. Bei vielen übergewichtigen Personen ist nicht nur die Energieaufnahme höher als der Energieverbrauch, sondern es liegt meist parallel dazu eine positive Fettbilanz vor. Dies leistet der Entstehung von Adipositas Vorschub. Für Sportler ist allerdings eine Reduktion der Fetternährung unter 30 % der Gesamtenergiemenge nicht ratsam, denn dies kann sich nach *Schek* (2008) u. a. auch negativ auf die sportliche Ausdauerleistung auswirken.

Aufbau und Zufuhrempfehlungen

Der Fachbegriff für alle Fette und fettähnlichen Substanzen ist **»Lipide«**. Hierzu zählen auch Nahrungsfette und -öle. Die mengenmäßig wichtigsten Nahrungsfette, die Triglyzeride, sind aus drei Fettsäuren und einem Glycerol aufgebaut. Auch im Muskel werden Triglyzeride gespeichert. Fettsäuren werden meist aufgrund ihrer Kettenlänge und ihres Sättigungsgrades unterteilt. Gesättigte Fettsäuren gelten als *ungesunde*, ungesättigte (einfach oder mehrfach) gelten als *gesunde* Fettsäuren. Von der Aufnahme her gilt eine Faustformel an Fett von ca. 1 Gramm Fett pro Kilogramm Körpergewicht am Tag. Das **Cholesterin** ist ein wichtiger Baustoff von Zellwänden, im Nervensystem und von Hormonen. Von der Negativbewertung dieses Stoffes ist man in den letzten Jahren abgerückt. Der Grund dafür ist, dass es keinen direkten Beweis dafür gab, dass Nahrungscholesterin sich nachteilig auf die Entwicklung von Krankheiten auswirkt.

14.2.3 Proteine

Kaum ein Nährstoff stand und steht so sehr im Interesse von Sportlern wie das Eiweiß. Es wurde lange Zeit nur im Kraftsport besonders berücksichtigt, wobei seit längerem klar ist, dass den Proteinen auch im Ausdauersport und in der Regeneration eine sehr wichtige Bedeutung zukommt.

Aufbau und Zufuhrempfehlungen

Die richtige Menge an Proteinen

Proteine (Eiweiße) bestehen aus kettenartig miteinander verknüpften Aminosäuren. Zwanzig dieser Aminosäuren sind für den Menschen von Bedeutung. Der Bedarf ist auch vom Alter und dem Körpergewicht abhängig. Kinder und junge Erwachsene haben einen leicht erhöhten Bedarf. Wer sportlich bzw. körperlich aktiv ist, hat ebenfalls einen erhöhten Bedarf. **Proteine sollte man nicht nach dem Motto: »Viel hilft viel!« zu sich nehmen**, denn die Resorptionskapazität des menschlichen Organismus ist begrenzt. Im breiten- und freizeitsportlichen Bereich sind z. B. keine Proteinshakes notwendig, wenn man sich abwechslungsreich und vollwertig ernährt. Die Tabelle 14.4 gibt einen Überblick über die empfohlenen Zufuhrmengen.

	Durchschnittliche Angaben in Gramm pro Tag und kg Körpergewicht mehrerer Autoren
Ausdauersportler	1,2–2,0
Kraftsportler	1,5–3,2
Schnellkraftsportler	1,5–3,0
Gesundheitssportler	1,0

Tab. 14.4: Durchschnittliche empfohlene Zufuhrmengen an Protein pro Tag und kg Körpergewicht für unterschiedliche Sportarten/Disziplinen (vgl. *Friedrich* 2015)

Eine gezielte proteinreiche Ernährung erfüllt folgende Funktionen:

1. Erhalt und Aufbau der Muskelmasse,
2. Optimierung der Muskelkraft und Körperkomposition,
3. Vermeidung eines katabolen Stoffwechsels und
4. Sicherstellung einer optimalen Regeneration in der Nachbelastungsphase zusammen mit Kohlenhydraten in den Regenerations-Drinks[1].

Ähnlich wie bei den Kohlenhydraten ist auch das **Zeitfenster von 45 Minuten für die Proteinzufuhr** wichtig für die Anpassungsprozesse und den Muskelaufbau. Hierbei haben Aminosäuregaben direkt vor und direkt nach dem Training einen positiven Einfluss auf die Muskelproteinsynthese. Einen noch günstigeren Einfluss haben die oben erwähnten Regenerations-Drinks.

Bei **Ausdauerbelastungen** ist die Aminosäureoxidation in der Energiebereitstellung ebenfalls erhöht. Im **Kraftsport** ist der Proteinumsatz durch häufige Ab- und Wiederaufbauvorgänge in der Muskulatur gesteigert. Wenn man mehr als 2 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht Eiweiß pro Tag zu sich nimmt, muss man wissen, dass

- mehr Kalzium im Urin ausgeschieden wird und
- andere Lebensmittel / Nährstoffe u.U. aus der Kost verdrängt werden können (vgl *Schek* 2008).

1 *Ivy* und *Portman* (2004) stellten fest, dass ein Getränk, welches 70 % Kohlenhydrate und 30 % Aminosäuren enthält, die Glykogenspeicher der Muskulatur um 38 % schneller wiederauffüllen konnte als ein herkömmliches zuckerhaltiges Sportgetränk.

Empfehlenswert scheint in der Eiweißernährung eine Mischung aus 50 % tierischem und 50 % pflanzlichem Eiweiß. Vorsicht ist bei Proteinpulvern geboten, denn ausländische Produkte können nach einer Studie u.U. mit Steroidhormonen kontaminiert sein. Wenn das der Fall ist, besteht Dopinggefahr! Außerdem gibt es Hinweise, dass Proteinshakes den Muskeltonus auf unnatürliche Art und Weise ansteigen lassen können, wodurch das **Verletzungsrisiko** ansteigen kann.

14.3 Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt

Wichtige Funktionen von Wasser im menschlichen Organismus

Der Wassergehalt des Menschen liegt bei ca. 60 %, was bei einem 60 Kilogramm schweren Menschen ca. 36 Litern entspricht. Leistungssportler können einen Wassergehalt von 70 % erreichen. Dies lässt sich hauptsächlich über eine größere Blutmenge (Wassergehalt 83 %), mehr Muskeln (Wassergehalt 74 %) und weniger Fett (Wassergehalt 10 %) erklären. Das Wasser hat im menschlichen Organismus mehrere wichtige Funktionen zu erfüllen:

- Thermoregulation (z. B. über das Schwitzen)
- Lösungsmittel
- Transportmittel
- Baustein

Wasser ist der wichtigste Nährstoff des Menschen und ist gleichzeitig der wichtigste leistungsbegrenzende Faktor bei einer physischen Aktivität. Bereits bei einem Wasserverlust von 2 % bezogen auf das Körpergewicht kann es zu Beeinträchtigungen in der Ausdauerleistungsfähigkeit kommen. Auf das obige Beispiel eines 60 Kilogramm schweren Sportlers bezogen, würde das ca. 1,2 Kilogramm Gewichtsverlust durch Schwitzen entsprechen.

Da nur etwa 20–25 % der chemischen Energie in mechanische Energie umgewandelt werden können, entsteht aus den restlichen 75–80 % Wärme. Ohne wirksame Kühlung könnte eine Stunde Joggen die Körpertemperatur um ca. 10 bis 15 Grad anheben. Schwitzen ist die effektivste Form der Wärmeabgabe (neben Abstrahlung, Leitung und Konvektion) und die durchschnittliche Schweißrate pro Stunde beträgt ca. 1 Liter (vgl. *Mettler/Colombani* 2010). **Kühlung durch Schwitzen ist v. a. für die Ausdauerleistung wichtig, da ab einer Bluttemperatur von mehr als 39,5 Grad die Sauerstoffbindungsfähigkeit des Blutes sinkt**. Darunter würden die aerobe Energiebereitstellung und damit die sportliche Leistung leiden.

Die modernen bildgebenden Verfahren haben aufgezeigt, dass auch das menschliche Gehirn unter einer Dehydratation leidet. **In einer Studie konnte gezeigt werden, dass kognitive Leistungen durch einen Wasserverlust beeinträchtigt werden können** (vgl. *Schröder/Wagner* 2001, S. 80).

Der tägliche Wasserumsatz eines erwachsenen Menschen beträgt im Durchschnitt ca. 0,6 % seines Körperwassergehaltes. Das entspricht bei einer erwachsenen Frau knapp 2 Liter, bei einem erwachsene Mann rund 2,5 Liter und einem Leistungssportler ca. 3–3,5 Liter. (vgl. *Schek* 2008).

Wie viel Schweiß ein Sportler tatsächlich verliert, hängt u. a. von folgenden Faktoren ab:

- von der Intensität der Belastung,
- von der Dauer der Belastung,
- vom Trainiertheitsgrad (Trainierte haben mehr Schweißzellen als Untrainierte),
- vom Geschlecht (Männer schwitzen mehr als Frauen),
- von klimatischen Bedingungen,
- vom Hydratationszustand (nur wer genügend trinkt, kann auch genügend schwitzen).

Verliert der Mensch zu viel Flüssigkeit, spricht man ab ca. 3 % Verlust von einer leistungsbeeinträchtigenden Dehydratation. **Bei Belastungen, welche länger als 60 Minuten dauern, sollte bereits vor und natürlich auch während der Belastung getrunken werden**. Dies trifft z. B. auf Fußball, Handball, Basketball, Hockey, Eishockey oder Tennis (v. a. Freiluftsaison) zu. **Wichtig ist,**

dass der Sportler lernt, bei der Trinkmenge auf seinen Durst zu hören. Auch zu viel trinken kann schwerwiegende gesundheitliche Folgen bis hin zum Tod durch eine Wasservergiftung nach sich ziehen.

Generell kann man feststellen, dass der menschliche Organismus pro Stunde im Sport nicht mehr als ca. 0,75 Liter aufnehmen kann. Geringe Verluste werden ohne Leistungseinbußen toleriert.

14.4 Getränke im Sport

Das am meisten konsumierte Getränk im Sport ist das **Mineralwasser**. Es ist für Breiten- und Freizeitsportler für Training und Wettkampf bei Kindern / Jugendlichen sowie Erwachsenen vollkommen ausreichend. Auch bei Leistungs- und Hochleistungssportlern kann es je nach Belastungsintensität und -dauer, insbesondere im Training, ausreichend sein. Im Training oder Wettkampf sollten immer kleine Portionen (100–150 ml) alle 15–20 Minuten getrunken werden.

Ein für Sportler geeignetes Mineralwasser sollte

Das geeignete Mineralwasser

- insgesamt einen hohen Gehalt an Mineralstoffen aufweisen (> 1500 mg/l, Etikett beachten),
- die Elektrolyte Magnesium (80–100 mg), Kalzium (160–250 mg), Kalium sowie Natrium und Chlorid enthalten.

Sportgetränke, welche zwischen 40 und 60 Gramm Kohlenhydrate pro Liter enthalten sollten (Etikett), sind nachweislich in der Lage, die sportliche Leistung v. a. im Ausdauerbereich zu stabilisieren oder zu verbessern.

Wer zwei- bis dreimal pro Woche eine halbe bis Dreiviertelstunde joggen geht oder ein Fitnesstraining absolviert, benötigt keine teuren Sportgetränke. Insbesondere wer durch Sport abnehmen will, sollte darauf verzichten, ebenso wie Kinder / Jugendliche, die zwei- bis dreimal pro Woche trainieren. **Auch im Schulsport sind diese Getränke unnötig**. Hingegen sind die Sportgetränke für Leistungs- und Hochleistungssportler unverzichtbar. Sie ersetzen die Elektrolytverluste und sorgen für optimale Anpassungsprozesse und einen besseren Regenerationsverlauf durch den Zuckergehalt.

Colaartige Getränke eignen sich prinzipiell nicht als Sportgetränke. Durch ihren hohen Zuckergehalt können sie während des Sporttreibens nicht schnell genug absorbiert werden und nach dem Sport konsumiert fördern sie die Ausscheidung von Natriumchlorid, Kalzium und Magnesium im Urin. Zudem sind sie extrem mineralstoffarm und fördern durch Koffein die Diurese (Urinausscheidung) und damit den Elektrolytverlust. Ebenfalls ungeeignet sind **moderne Designerdrinks**, die durch die Werbung vorgaukeln, den Konsumenten zu »beflügeln«. In Litauen ist der Verkauf an Minderjährige seit 2015 untersagt und auch in Amerika und Deutschland denkt man über solche Maßnahmen nach. Als besonders problematisch gilt der z.T. sehr hohe Koffeingehalt, der neben einer erhöhten Diurese u. a. Herz-Kreislauf-Probleme verursachen kann.

Alkohol behindert die Regeneration

Nach dem Sport getrunken wirkt sich Alkohol negativ auf die Wasserbilanz aus, spült vermehrt Mineralien aus dem Körper, er behindert die Wiederauffüllung der Glykogenspeicher in der Muskulatur und behindert bzw. verzögert die Regeneration. **Auch Anpassungsprozesse werden durch Alkohol negativ beeinflusst.**

Merke

Alkohol und optimale sportliche Leistung sind nicht miteinander vereinbar.

14.5 Zur Ernährung vor, während und nach einer sportlichen Belastung

Um ein Training oder einen Wettkampf optimal absolvieren zu können, muss man sich bezüglich der Nahrungsaufnahme an ein paar Faktoren orientieren:

- Belastungsintensität
- Belastungsdauer
- Witterungsverhältnisse
- Sportart im Freien oder in der Halle
- die Sportart / Sportdisziplin
- Regelwerk: Wann erlaubt das Regelwerk Trinken / Essen?

14.5.1 Ernährung vor dem Sporttreiben

Ernährungstipps vor dem Training

Man sollte nicht nüchtern mit dem Training oder Wettkampf beginnen. Die Leberglykogenspeicher könnten fast entleert sein. Ungefähr 60 Minuten vor der Trainingseinheit bzw. dem Wettkampf sollte man daher noch **einen kleinen Snack essen**, wie z. B. eine halbe / ganze Banane, einen Sportriegel, eine Fruchtschnitte, einen Apfel etc. **Größere Portionen sollten vermieden werden**. Die letzte große Mahlzeit sollte ca. 3,5–4 Stunden. vor dem Training bzw. der Wettkampf liegen. Große Nahrungsmengen leiten in der Folge Blut aus den Muskeln – wo man es dringend benötigen würde – in den Verdauungsapparat.

Außerdem sollte man nicht durstig in einen Wettkampf oder ein Training gehen. Je nach Witterung sollte man ca. 0,25–0,5 Liter eines Mineralwassers oder eines Sportgetränkes in der letzten halben Stunde zuvor zu sich nehmen. Mehr macht keinen Sinn, da der Körper überflüssiges Wasser relativ schnell wieder ausscheidet. Dadurch verliert man dann gleichzeitig über den Urin wieder **viele Elektrolyte. Wichtig ist noch zu wissen, dass die Flüssigkeitsaufnahme während einer sportlichen Belastung schneller geht, wenn man zuvor schon etwas getrunken hat.**

14.5.2 Ernährung während des Sportreibens

Ernährungstipps während des Trainings

Bei einem »normalen« breitensportlichen Training von ca. 1,5 Stunden Dauer ist es nicht zwingend notwendig, etwas zu essen oder zu trinken. Bei heißer Witterung wäre ein Mineralwasser ratsam. Während eines Wettkampfes hat es sich als sinnvoll erwiesen, z. B. bei den Sportspielen wie Fußball, Handball, Basketball oder Hockey im Wechsel ein kohlenhydrathaltiges Sportgetränk und Mineralwasser zu trinken. Zu bedenken ist dabei, dass der Mensch während sportlicher Betätigung nur ca. 0,5 bis 0,75 Liter Flüssigkeit pro Stunde überhaupt aufnehmen kann.

Steht die Ausdauer im Vordergrund, wie z. B. beim Marathon, Halbmarathon oder einem Triathlon, gilt es primär kohlenhydrathaltige Sportgetränke zu trinken, welche die Durchblutung der Muskeln verbessern und Energie nachliefern.

14.5.3 Ernährung nach dem Sporttreiben

Ernährungstipps nach dem Training

In der Regenerationsphase nach dem Training oder Wettkampf stehen folgende Punkte im Vordergrund:

- der Ausgleich des Flüssigkeitsverlustes,
- der Ausgleich des Mineralstoffverlustes sowie
- der Ausgleich der (teilweise) entleerten Glykogenreserven.

Sehr gut geeignet, alle drei Aufgaben zu erfüllen, sind kohlenhydrathaltige Sportgetränke. **Das Nachtrinken sollte sich dabei nach dem Durstgefühl richten.** Wenn der Wettkampf oder das Training in den Abendstunden ist und sehr intensiv bzw. von längerer Dauer war, sollte man danach unbedingt noch eine Kleinigkeit essen, um eine bessere Wiederauffüllung der Glykogenvorräte zu gewährleisten.

Beispiele:

- großer Joghurt
- Müsli mit Joghurt
- große Schale Haferflocken mit Milch und Honig
- ein Vollkornbrot mit Truthahn- oder Hähnchenschinken

14.6 Vegetarische, vegane und glutenfreie Ernährung

In den letzten Jahren hat sich die Anzahl der Sportler erhöht, welche sich besonderen Kostformen zugewandt haben. Häufig liegen ethisch-moralische Bedenken einer Ernährungsumstellung **zugrunde. Man geht in Deutschland (2015) von ca. 5 Millionen Vegetariern aus. In den Spielsportarten und im Bereich des Ausdauersports kann die vegetarische Ernährung problemlos empfohlen werden**. Sportler aus verschiedenen Sportarten / Disziplinen können z. B. ihren Fleischkonsum etwas einschränken, ohne mit Leistungseinbußen rechnen zu müssen. Lediglich Sportler, die sehr große Muskelmassen aufbauen müssen, wie Gewichtheber, Diskuswerfer, Hammerwerfer oder Linebacker im American Football, können sich nicht vegetarisch ernähren. Vegetarier sollten nicht einfach spontan damit beginnen und auf Fleisch verzichten, sondern sich zuvor unbedingt informieren, was es zu beachten gilt, um keine **Mangelerscheinungen** zu erleiden.

Veganer verzichten bei ihrer Ernährung auf jegliche Form tierischer Proteine. Es kommt hier zu erheblichen Einschränkungen in der Lebensmittelauswahl. **Im Kinder- und Jugendbereich wird von dieser Ernährungsform abgeraten. Veganer müssen *sehr genau* über diese Ernährungsweise Bescheid wissen, da hier Mangelerscheinungen wesentlich wahrscheinlicher sind als beim Vegetarismus.**

Glutenfreie Kost ist primär für Menschen vorgesehen, welche unter Zöliakie leiden, einer chronischen und bisher nicht heilbaren Darmentzündung. **Es gibt keinerlei Beweise, dass Sportler von glutenfreier Kost profitieren können**. Der aktuelle Weltranglistenerste im Tennis, *Novak Djokovic*, leidet beispielsweise unter Zöliakie und muss sich aus diesem Grund glutenfrei ernähren. Er ist nicht wegen, sondern trotz seiner Ernährung der beste Tennisspieler der Welt geworden.

14.7 Vitamine und Mineralstoffe

Studien haben gezeigt, dass ein sehr großer Prozentsatz von Sportlern Vitamine und / oder Mineralstoffe zu sich nimmt. Häufig besteht dazu jedoch kein Grund. Für die Nahrungsergänzungsmittel stellen Vitaminpräparate bzw. Mineralstoffpräparate einen sehr großen und daher finanziell lukrativen Markt dar. In den letzten Jahren sind Studien veröffentlicht worden, welche z. B. für Antioxidantien (Vitamin C, Vitamin E, ß-Carotin) aufgezeigt haben, dass diese sogar prooxidative Wirkungen haben können und den Anpassungserscheinungen im Sport damit entgegenwirken können. **Im Hinblick auf die Vitamin- und Mineralstoffversorgung genügt es i.d.R. für Sportler völlig, sich abwechslungsreich und vollwertig zu ernähren. Obst- und / oder gemüsereiche Ernährung ist hier sehr zu empfehlen.** Gut mineralisierte Mineralwässer (> 1500 mg/l gelöste Ionen) können gezielt dabei helfen, Defizite bei den Mineralstoffen auszugleichen oder zu verhindern. Die Tabelle 14.5 gibt einen Überblick über die Funktionen unterschiedlicher Vitamine.

	Energie-stoffwechsel	Funktion des Nerven-systems	Hämoglobin-synthese	Funktion des Immun-systems	Antioxidans
Wasserlösliche Vitamine					
Thiamin B_1	X	X			
Riboflavin B_2	X	X			
Niacin B_3	X	X			
Pantothensäure B_5	X	X			
Pyridoxin B_6	X	X	X	X	
Cobalamin B_{12}		X	X		
Folsäure		X	X		
Biotin	X				
Vitamin C				X	X
Fettlösliche Vitamine					
Vitamin A				X	X
Vitamin E				X	X

Tab. 14.5: Übersicht der Funktionen der wasserlöslichen und fettlöslichen Vitamine (vgl. *Friedrich* 2015)

Tabelle 14.6 liefert einen Überblick über die diversen Funktionen von Elektrolyten und Spurenelementen und ihre Bedeutung im Sport.

Elektrolyte und Spurenelemente

Elektrolyt / Spurenelement	Energiebereitstellung / Stoffwechsel	Reizleitung / Erregungsleitung	Hinweis
Kalzium	X	X	bei Mangel: erhöhte Krampfneigung; hilft bei der Umwandlung zu Ausdauermuskelfasern
Magnesium	X	X	bei Mangel: erhöhte Krampfneigung
Kalium	X	X	bei Mangel: erhöhte Krampfneigung
Natrium		X	bei Mangel: erhöhte Krampfneigung
Chlorid		X	bei Mangel: erhöhte Krampfneigung
Phosphor	X		
Eisen	X		Sauerstofftransport im Blut
Kupfer	X		Antioxidans (Immunsystem)
Jod	X		
Selen			Antioxidans (Immunsystem)
Zink			Antioxidans (Immunsystem)
Chrom	X		Insulinverstärker

Tab. 14.6: Bedeutung verschiedener Elektrolyte und Spurenelemente in der Erregungsleitung sowie in der Energiebereitstellung (vgl. *Friedrich* 2015)

Probleme im Hinblick auf eine Unterversorgung bei den Mikronährstoffen können bei Sportlern in ästhetischen Sportarten wie z. B. im Tanzsport oder Turnen auftreten oder in Sportarten wie dem leichtathletischen Mittel- und Langstreckenlauf sowie in Sportarten mit Gewichtsklassen. Sie sollten zur Absicherung besonders auf eine vollwertige und ausgewogene Ernährung achten.

14.8 Sport und Essstörungen

Gefährdet sind vor allem Sportler aus Sportarten, bei denen eine Gewichtsreduktion eine vorübergehende Leistungsverbesserung zur Folge hat. Dazu zählen u. a. Skispringen, Turnen, rhythmische Sportgymnastik, Tanzsport, Judo, Ringen oder die leichtathletischen Ausdauerdisziplinen. Man kann bei vielen Sportlern ein sog. **gestörtes Essverhalten** feststellen, welches jedoch steuerbar ist.

Anders verhält es sich bei **Anorexie** (Magersucht) oder **Bulimie** (Ess-Brech-Sucht), die langfristig zu Leistungsbeeinträchtigungen führen und gravierende gesundheitliche Störungen bis hin zum Tod nach sich ziehen können. Anorexie und Bulimie sind **echte Essstörungen** und bedürfen einer professionellen Behandlung. Sehr häufig spielen auch psychische Faktoren eine nicht zu unterschätzende Rolle. Besonders gefährdet sind junge Frauen, die an Wettkämpfen teilnehmen, welche figurbetont sind oder ein bestimmtes niedriges Gewicht voraussetzen. Aber auch Männer sind zunehmend davon betroffen. Die Früherkennung hat hier höchste Priorität, damit das Fortschreiten der Krankheit eingedämmt und die Dauer verkürzt werden kann. Hier sind Trainer, Sportkameraden und auch Familienmitglieder zu größter Aufmerksamkeit aufgefordert (vgl. *Schek* 2013).

Aufgaben und Fragen

- Welche Bereiche der Sporternährung kennen Sie?
- Welche Möglichkeiten der Wärmeabgabe stehen dem menschlichen Organismus zur Verfügung?
- Welche Empfehlungen zum Trinkverhalten können Sie Sportlern aus den Sportspielen Fußball, Handball oder Basketball geben?
- Kann man colaartige Getränke bedenkenlos als Sportgetränke empfehlen?
- Kann man Apfelsaftschorle bedenkenlos als Sportgetränk empfehlen?
- Welche Bedeutung kommt den Kohlenhydraten in der Sporternährung zu?
- Welche Bedeutung kommt den Fetten in der Sporternährung zu?
- Welche Bedeutung kommt den Proteinen in der Sporternährung zu?
- Welche Funktion haben die Vitamine?
- Wie sollte man sich zum Schutz vor freien Radikalen ernähren?
- Was versteht man unter Body Mass Index?

15 Psychologische Aspekte des Sporttreibens

Einführung in die Thematik über Praxisbeispiele

Sportliche Leistungen werden je nach Sportart bzw. Disziplin auch mehr oder weniger stark von den psychischen Eigenschaften der Sportler und Athleten mitbestimmt. Der Elfmeter im Fußball oder der Siebenmeter im Handball, jeweils kurz vor Schluss bei unentschiedenem Spielstand, kann die Knie weich werden und den Wurfarm zittern lassen. Die Abfahrt auf einer vereisten Piste mit den Skiern oder dem Snowboard, der Massensprint bei der Etappenankunft im Radsport oder eine schwierige Abfahrt im Mountainbike-Downhill-Wettkampf beeinflussen die Psyche der Sportler wiederum in einer anderen Weise.

Begriffe wie Angst, Stress, Motivation, Entspannung oder Konzentration sind für die psychologische Situation mancher Sportarten von Bedeutung. Im Folgenden wird anhand der **Konzentration** beispielhaft aufgezeigt, welche Bedeutung psychischen Aspekten im Sport zukommt und wie man psychische Leistungsvoraussetzungen gezielt verbessern kann.

15.1 Konzentration im Sport

Konzentration

Wenn man sich konzentriert, lenkt man die Aufmerksamkeit auf einen ausgewählten Bereich des Wahrnehmungsfeldes. Je stärker man sich konzentriert, desto kleiner wird das Wahrnehmungsfeld, desto weniger wird man abgelenkt. Aufmerksam sein heißt, die Dinge der Umwelt mit einem besonders hohen Grad an Wachheit aufzunehmen. Da die Konzentrationsfähigkeit durch Lernen, Üben und Trainieren verbessert werden kann, also Vorgänge, an denen die Kognition beteiligt ist, ist sie gleichsam Teil der kognitiven Fähigkeiten wie Wahrnehmungsfähigkeit, Entscheidungsfähigkeit und Antizipationsfähigkeit.

Definition

Die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit bewusst auf einen spezifischen Ausschnitt des Wahrnehmungsfeldes zu lenken, wird als Konzentrationsfähigkeit bezeichnet (vgl. *Baumann* 2006).

Tunnelkonzentration

Spitzensportler sprechen bildhaft von einer »**Tunnelkonzentration**«, sie nehmen nur noch das Wesentliche wahr. *Gabler* (2004) vergleicht die Konzentration bildhaft mit dem Scheinwerferlicht eines Autos bei Nacht. Durch Konzentration versucht man, wichtige Reize gezielt, unwichtige dagegen nicht wahrzunehmen. Wenn man lernen möchte, wie man sich am besten konzentriert, muss man nach *Baumann* (2006) einige Faktoren kennen, welche die Konzentration mehr oder weniger stark beeinflussen.

15.1.1 Ziel

Ziel der Konzentration

Nur wenn ein klar definiertes Ziel vorhanden ist, kann Konzentration ausgeübt werden. Als Coach in ein Spiel hineinzurufen: »Konzentriert euch!«, ist demnach sinnlos. Die Mannschaft müsste eigentlich nachfragen: »Auf was bzw. wen denn?« Eine klare Zielvorgabe wäre z.B. für einen Handballcoach: »Konzentriert euch auf den Kreisläufer!« Im Tischtennis:« Konzentriere dich auf seine Vorhand-Aufschläge!«

15.1.2 Bedürfnisse, Motivation, Wünsche

Motivation

Nur wer motiviert ist, kann sich konzentrieren! Vor allem für Kinder und Jugendliche ist dies wichtig. Sie können sich umso besser und länger konzentrieren, je mehr Spaß und Lust sie an der Tätigkeit empfinden. Über den Aufforderungscharakter von Spiel- und Übungsformen muss sich der Trainer bzw. Übungsleiter im Nachwuchsbereich entsprechend Gedanken machen (vgl. *Baumann* 2006).

Merke

Um die Konzentration zu fördern, muss man entweder die Motivation steigern und/oder das Ziel und dessen Bedeutung bewusst machen.

15.1.3 Entspannung

Durch bewusste Entspannungsübungen ist man in der Lage, sich auf das eigene »Ich«, den eigenen Körper und seine Verfassung zu konzentrieren. Entspannungsmethoden sind erlernbar.

15.1.4 Zeit

Das Erlernen der Konzentration dauert unterschiedlich lange. Der österreichische Skisprungtrainer *Toni Innauer* hat z.B. seine Skispringer aufgefordert: »Konzentriert euch im Alltag ausschließlich auf die Tätigkeit, die ihr gerade verrichtet: Essen, Denken, sich mit dem Partner unterhalten. Wer im Alltag lernt, sich zu konzentrieren, muss im Sport nichts Neues lernen.«

15.1.5 Konzentrationsrichtungen

Konzentrations-richtungen

Der ideale Konzentrationszustand ist durch eine hellwache Geisteshaltung gekennzeichnet (*Baumann* 2006). Man nimmt alle Einzelheiten der beabsichtigten Aufgabe bzw. der Umgebung wahr und bleibt trotzdem körperlich locker. Das Bild einer zum Sprung bereiten Raubkatze zeigt, dass Spannung und Wachheit nichts mit Verkrampfung und Verbissenheit zu tun haben. Der Gedanke »Ich muss mich konzentrieren!« kann Widerstände hervorrufen und eventuell sogar das Gegenteil bewirken.

Bei einem Gerätturner ist die Konzentration eng begrenzt, bei einem Fußballspiel ist sie auch dann weit gestreut, wenn man z.B. nicht selbst unmittelbar ins Geschehen eingreift. Bei Ballwechseln im Tischtennis ist sie kurzzeitig, nämlich zwischen 3 und 5 Sekunden erforderlich, während sie beim Marathonlauf längerfristig wirken muss. Man kann sich nach innen, auf den eigenen Körper konzentrieren oder mehr nach außen, auf die Wirkung der eigenen Aktion. Man spricht hier von verschiedenen Dimensionen der Konzentration (vgl. *Baumann* 2006).

15.1.6 Konzentrationstraining und Kontrolle

Konzentrationstraining

Wie die oben aufgeführten Beispiele zeigen, müssen Sportler lernen, mit Ablenkungen umzugehen und sich auf die Handlungen zu konzentrieren, die sie gerade ausführen wollen. In der Praxis hat die Sportpsychologie Maßnahmen, Verfahren bzw. Techniken entwickelt, um die Bündelung der Gedanken auf eine Aufgabe hin auszurichten. *Baumann* (2006) beschreibt folgende Alternativen:

- **Gedankenpendel:** Die Aufmerksamkeit wandert von einem Pol (nach innen, z.B. auf die eigene Atmung) zum anderen (nach außen, z.B. Geräusche wahrnehmen).
- **Pausengestaltung:** Sie dient der Entspannung, dem Neuaufbau verbrauchter Energien und Erneuerung der Konzentration auf die nächste Aufgabe.
- **Zentrieren** bedeutet, die Gedanken in die Körpermitte zu richten, die Schwere des Körpers zu spüren und ein- bis zweimal bewusst auszuatmen. Man kontrolliert dadurch Gedanken, Atmung und Muskelanspannung.
- Man soll sich auf die nächste **Aktion** und nicht auf das nächste Ergebnis konzentrieren.
- **Positiv denken** heißt realistisch denken, gleichzeitig aber auch offensiv, zuversichtlich und mit Selbstvertrauen an Aufgaben herantreten.
- **Konzentration vor dem Wettkampf** bedarf bewusster Planung. Der Sportler konzentriert sich auf sich selbst und auf das, was er als Nächstes tun wird. Gedanken an Ergebnisse oder Folgen lenken ab.
- **Entspannung** verstärkt die Wirkung. Man kann gelungene Aktionen der Vergangenheit ins Gedächtnis zurückrufen und sie zunehmend in der Vorstellung mit allen positiven Empfindungen und Gefühlen durchspielen.

Entscheidend ist zu wissen, dass die genannten Methoden vom Sportler gelernt werden können. Man kann sie sich wie einen Tennisschlag oder einen Salto aneignen bzw. sie ebenso gezielt trainieren. Möchte man seine Konzentrationsfähigkeit verbessern, genügt keine punktuelle Beschäftigung. Nur bei überdauernder Übung und Anwendung kann man für seine eigene Konzentrationsfähigkeit davon profitieren.

> Wenn sich Verbesserungen einstellen sollen, so muss der Trainer die Konzentration auch trainieren bzw. üben lassen. Dafür muss man im Training geeignete Spiel- und Übungsformen finden. Denn nur was im Training geübt wurde, ist im Spiel abrufbar bzw. anwendbar.

Aufgaben

- Welche Anforderungen stellt Ihre Sportart an die Psyche des Sportlers? In welchen Situationen kommt dies besonders deutlich zum Ausdruck?
- Welche selbst erlebten Situationen im Sport haben Sie als psychologisch belastend empfunden? Wie hat sich das auf Sie selbst ausgewirkt, was haben Sie gespürt?
- Finden Sie für die einzelnen Begriffe Angst, Stress, Motivation und Konzentration entsprechende Sportarten/Situationen, in denen diese deutlich zu erkennen sind. Was kennzeichnet diese Sportarten/Situationen?
- Wie sieht es in Ihrer eigenen Sportart mit der Konzentration aus? Welche Bedeutung kommt ihr zu? Welche Möglichkeit sehen Sie, diese gezielt zu verbessern?
- Welche Dimension der Konzentration ist in Ihrer eigenen Sportart wichtig. Verändert sie sich, bleibt sie gleich? Finden Sie weitere Beispiele für Konzentrationsrichtungen in anderen Sportarten/Disziplinen.

15.2 Motivation im Sport

Die Frage nach der **Motivation** behandelt die Frage nach dem **Antrieb des Handelns**, dem »Warum«, aber auch dem »Warum nicht«. Das Handeln von Sportlern sämtlicher Leistungsstufen ist immer auf ein **Ziel** hin ausgerichtet, verfolgt bestimmte Absichten und lässt sich begründen. Diese Zielorientierung von Bedürfnissen zeigt Abb. 15.1.

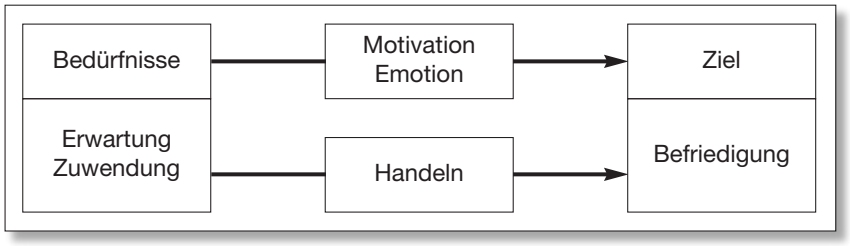


Abb. 15.1: Zielorientierung von Bedürfnissen (mod. nach *Baumann* 2006)

Primär-bedürfnisse zum Sporttreiben

Dabei sind die Motive der Trainierenden nicht direkt beobachtbare Dispositionen. Man kann zunächst nur mutmaßen, aus welchen Gründen jemand Sport treibt. **Primärbedürfnisse** (Motive) zum Sporttreiben können z.B. sein (vgl. *Baumann* 2006):

- Leistung (Technik, Steigerung, Vergleich, Herausforderung, Überwindung),
- Freude und Lust an der Bewegung,
- Kommunikation (Anschlussmotiv, Geselligkeit),
- Kompensation (Ausgleich, Austoben),
- Gesundheit (Vorbeugung, Therapie),
- Aussehen (Figur, Fitness),
- Sozialprestige (Jugendlichkeit, Anerkennung, Image),
- Selbstvertrauen (Sicherheit, Bewusstsein des eigenen Könnens),
- Körpererfahrung (Körperbeherrschung, Selbsterfahrung),
- Regeneration (Erholung).

Bei Trainern gilt es unter anderem als besonderes **Kompetenzmerkmal**, wenn sie Sportler dazu motivieren können, sich mit einem bestimmten Erfahrungsbereich auseinanderzusetzen. Dies ist kein einfaches Unterfangen, da die Sportler zum Teil recht unterschiedlich auf die gleiche Intervention des Trainers reagieren können.

Merke

Unter Motivation versteht man die aktuellen Prozesse, die zu Verhalten (z.B. Krafttraining) führen können und dies in Gang halten. Sie ist ein situationsabhängiges, aktuelles und möglicherweise kurzfristiges Geschehen.

Ob ein Fußballprofi spielt oder arbeitet – das ist eine interessante Frage. Spielt er nur, weil es ihm Spaß macht, ist er primär motiviert, wir sprechen von **intrinsischer Motivation**. Der Fußballer spielt hier um seiner selbst willen. Spielt er jedoch nur, weil er damit sein Geld verdient, so ist er sekundär motiviert, er ist **extrinsisch** motiviert. In diesem Falle überwiegen die Arbeitsanteile die Spielanteile, er verfolgt mit dem Spiel ein zweckrationales Ziel. Der Arbeitscharakter überwiegt.

Intrinsisch motivierte Menschen sind stärker motiviert als extrinsisch motivierte. Sekundär Motivierte benötigen eine Bestätigung von außen, z.B. Anerkennung oder Bezahlung. Intrinsisch motivierte Sportler muss man nicht mehr durch äußere Belohnung zusätzlich aktivieren. Bei extrinsisch Motivierten besteht die Gefahr, dass Angst vor dem Ausbleiben der Bestätigung entsteht. Es besteht

die Möglichkeit, durch systematische Verstärkung sekundäre Motivation in intrinsische umzuwandeln. Auch der umgekehrte Prozess ist allerdings möglich.

Die meisten Menschen, die mit Sporttreiben beginnen, sind zunächst extrinsisch motiviert. Bei ihnen kommt es darauf an, ihre vorhandenen, individuellen Primärbedürfnisse anzusprechen. Dies geschieht durch subjektive Anreizwerte, wie z.B. Freude oder Lust an der Bewegung, Geselligkeit, Gesundheit, Aussehen, Sozialprestige, Kommunikation, Kompensation, Körpererfahrung, Erholung (Regeneration) (vgl. *Baumann* 2006).

15.3 Leistungsmotivation im Sport

Erfolgszuversicht, Misserfolgsangst

Die Leistungsmotivation, also das Bestreben, die Leistung um ihrer selbst Willen zu erbringen, weist zwei wichtige Komponenten auf, die **Hoffnung auf Erfolg** und die **Furcht vor Misserfolg**. Bei Sportlern kann man entsprechend zwischen »Erfolgsmotivierten« und »Misserfolgsmotivierten« unterscheiden. Zum Beispiel neigen erfolgsmotivierte Sportler eher dazu, zuversichtlich und optimistisch zu sein **(Erfolgszuversichtliche)**, während misserfolgsmotivierte zu Ängstlichkeit und Pessimismus neigen **(Misserfolgsängstliche)**. Erfolgszuversichtliche orientieren sich vorwiegend am Erfolg und beschäftigen sich wenig mit dem Misserfolg. Bei den Misserfolgsängstlichen dominiert die Furcht vor dem Misserfolg und sie bemühen sich primär, den möglichen Misserfolg zu vermeiden (*Gabler* et al. 2004).

In mehreren Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Hoffnung auf Erfolg und die Furcht vor Misserfolg mit anderen Komponenten der Leistungsmotivation zusammenhängen. Erfolgszuversichtliche setzen sich zum Beispiel vorwiegend **realistische Ziele**. Dies sind Ziele, die innerhalb eines mittleren, subjektiven Schwierigkeitsbereiches liegen. Die Misserfolgsängstlichen tendieren dazu, sich entweder sehr niedrige oder extrem hohe Ziele zu setzen. Diejenigen mit niedrigen Zielen – der Misserfolg kann dadurch mit großer Wahrscheinlichkeit vermieden werden – weisen eine eher geringe Gesamtmotivation auf. Diejenigen mit extrem hohen bzw. unerreichbaren Zielen – der Misserfolg ist dadurch relativ wahrscheinlich – eine starke Gesamtmotivation.

Kausalattribuierung

Gleichzeitig gibt es Zusammenhänge der Erfolgs- bzw. Misserfolgsorientierung mit der **Kausalattribuierung**. Hierbei prüft der Sportler, auf welche Faktoren er die Leistung zurückführen kann, d.h., welche Gründe (kausal) er der Leistung zuschreiben (attribuieren) kann. Erfolgszuversichtliche sprechen dabei den Erfolg eher den eigenen Fähigkeiten zu, den Misserfolg eher mangelnder Anstrengung oder Pech. Misserfolgsängstliche tendieren dazu, Erfolge nicht auf ihre eigenen Fähigkeiten zu beziehen und mehr dem Zufall zuzuordnen. Misserfolge werden mehr den eigenen Fähigkeitsmängeln und weniger einer mangelnden Anstrengung zugeschrieben.

Aufgaben

- Welche Primärmotive zum Sporttreiben kennen Sie?
- Lesen Sie das Einführungsbeispiel aus Kapitel 7 »Krafttraining« durch und machen Sie sich die Motive der Trainierenden klar.
- Was versteht man unter der Motivation als Kompetenzmerkmal von Trainern?
- Beschreiben Sie misserfolgsmotivierte Sportler so genau wie möglich. Beschreiben Sie erfolgsmotivierte Sportler so genau wie möglich.
- Was versteht man unter Kausalattribuierung?

16 Sportverletzungen

Verletzungsvorbeugung

Jeder Sportler – ob Breiten-, Freizeit- oder Leistungssportler – betreibt seine Sportart mit dem Risiko, sich dabei zu verletzen oder eventuell sogar Schäden davonzutragen. Die Statistiken zeigen, dass die verschiedenen Sportarten sich hinsichtlich Häufigkeit, Schwere und Art der Verletzungen zum Teil recht erheblich voneinander unterscheiden. **Jede Sportart hat ein eigenes Verletzungsprofil.** Dieses muss der Trainer bzw. Übungsleiter kennen, wenn er vorbeugend sinnvoll etwas gegen häufig zu erwartende Sportverletzungen unternehmen will. Im Vordergrund des Kapitels steht deshalb die **Verletzungsvorbeugung**, nicht deren Erstversorgung oder gar »Reparatur«.

»Vorbeugen ist besser als heilen« besagt ein altes Sprichwort; dies gilt ganz besonders im Sport. Die beste Vorbeugung gegen Sportverletzungen setzt für den Trainer mit der richtigen Vorbereitung auf den Sport ein.

Für den Trainer hat die Thematik folgende Bedeutung:

- Er trägt im Training/Wettkampf die Verantwortung.
- Er soll Fehl- und Überbelastungen erkennen.
- Er soll Training gefahrlos gestalten.
- Er soll verletzte Sportler richtig trainieren.
- Er soll bei Sportunfällen richtig handeln.

16.1 Hauptursachen von Sportverletzungen und Sportschäden

Verletzungsursachen

Prinzipiell lassen sich die Ursachen von Sportverletzungen in personenabhängige (Bandapparat, Psyche etc.) und personenunabhängige (Bodenbeschaffenheit, Geräte etc.) unterteilen. Für den Trainer ist es wichtig, dass er die Verletzungsursachen und dazugehörige vorbeugende Maßnahmen kennt (Tab. 16.1).

Entscheidend ist für den Trainer, dass er die Ursachen kennt und auch **aktiv** etwas für die Vorbeugung tut. Dies beginnt in der Regel mit der Auswahl der Sportbekleidung und der Sportgeräte. Funktionalität ist wichtiger als der jeweilige aktuelle Modetrend. Durch geeignete Schuhwahl lassen sich hohe Belastungen reduzieren. Generell sollten Sportgeräte, die für Erwachsene konzipiert worden sind, nicht von Kindern benützt werden. Schutzkleidung muss man nicht nur in bestimmten Mannschaftsspielen, sondern z.B. auch beim Inlineskaten tragen. Während des Sporttreibens gilt die konsequente Berücksichtigung allgemeiner Trainingsprinzipien als zusätzlicher Faktor der Verletzungsprophylaxe. Die Sportler benötigen entsprechende konditionelle Voraussetzungen, um die auf den Körper einwirkenden Belastungen zu reduzieren.

Merke

Einen besonderen Stellenwert nehmen in der Verletzungsvorbeugung das Krafttraining bzw. kräftigende Übungen ein.

Vorbeugende Maßnahmen

Verletzungsursachen	Vorbeugende Maßnahmen
Hohe Risikobereitschaft	»Fair Play«, Achtung der Person und der Gesundheit aller Beteiligten
Verletzungsrückstände	Ausheilen (leichte Belastung/Beanspruchung)
Schwacher Bandapparat	Kräftigung, geeignetes Schuhwerk
Fehlende Schutzmaßnahmen	Knieschützer, Helme, Ellbogenschützer
Fehlende Regeneration	Bewusster Einbau in langfristigen Trainingsaufbau
Muskuläre Dysbalancen	Kräftigung der Rumpf- und Stützmuskulatur
Sportgeräte	Regelmäßige Kontrolle
Bodenbeschaffenheit, Witterungsbedingungen	Kontrolle
Ermüdung	Training der konditionellen Fähigkeiten, Trainingsplanung
Mangelnde Konzentration	Konzentrationstraining, eventuell Ausdauerschulung
Gegnerische Einwirkung	Einwirken auf Psyche, Fairnesserziehung
Fehlendes, mangelhaftes Aufwärmen	»Richtiges Aufwärmen«, z.B. alters- und niveauangepasstes Aufwärmen

Tab. 16.1: Verletzungsursachen und vorbeugende Maßnahmen

Der Hauptgrund ist darin zu sehen, dass kräftige Muskeln die Gelenke besser stabilisieren und schützen können. **Bei der Beseitigung muskulärer Dysbalancen sind kräftigende Übungen ein zentraler Faktor.** Gleichzeitig sind angepasste konditionelle Voraussetzungen die Basis für das Beherrschen richtiger Bewegungstechniken. Fehlerhafte oder falsche (unter Umständen falsch gelernte!) Techniken beinhalten ein hohes Verletzungspotenzial.

Merke

Das Erlernen korrekter Bewegungstechniken ist aktive Verletzungsvorbeugung.

Gesunde Lebensführung, zu der unter anderem auch die richtige bzw. vernünftige und angepasste Ernährung zählt, ist ein weiterer häufig unbeachteter Faktor der Verletzungsvorbeugung. Alkoholmissbrauch sowie Rauchen verlangsamen und behindern die Regeneration zusätzlich.

Praxistipps

Merke

Regeneration ist Prävention!

Verletzungen können minimiert werden,

- wenn sowohl der Aufbau der einzelnen Trainingseinheiten (keine anspruchsvollen Übungen im ermüdeten Zustand)
- als auch der langfristige Trainingsaufbau (z.B. Regeneration) beachtet werden,
- wenn man den Gesundheitszustand der Sportler beachtet,
- wenn man bei fieberhaften oder infektiösen Krankheiten nicht trainiert,
- durch Vorsicht bei Entzündungen,
- durch Vorsicht bei alten Verletzungen,
- durch Vorsicht bei orthopädischen Vorschädigungen,
- durch anforderungsgerechtes Schuhwerk,

- wenn Uhren, Schmuck etc. abgelegt bzw. abgeklebt werden,
- wenn man auch auf herumliegende Gegenstände achtet,
- wenn man keine unfunktionellen Gymnastikübungen macht (z.B. Kopfkreisen),
- wenn aerobe Ausdauer für das Hinauszögern von Ermüdung und einen längeren Erhalt der Konzentrationsfähigkeit trainiert wird,
- wenn man Koordinationstraining macht (z.B. um Stürze vermeiden bzw. besser abfangen zu können).

Akute Sportverletzungen, Überlastungsschäden

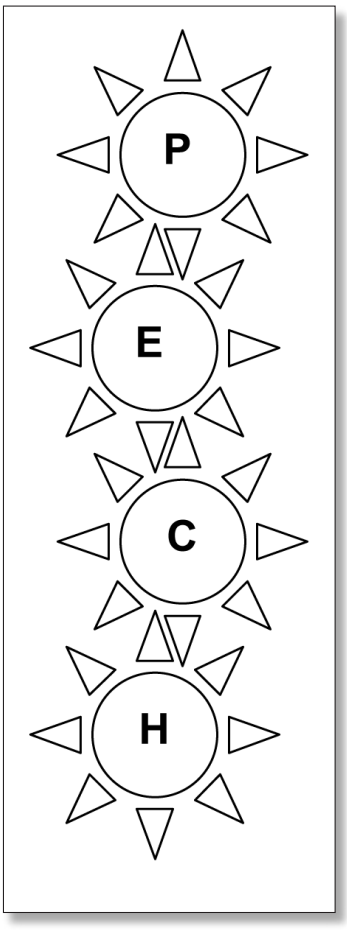
Akute Sportverletzungen treten plötzlich auf. Erkennbare Ursachen wie äußere gegnerische Einwirkungen oder Stürze können vielfältige unmittelbare Anzeichen wie Schmerzen und/oder Schwellungen hervorrufen. In der Regel sind Sportverletzungen wiederherstellbar.

Überlastungsschäden entwickeln sich schleichend und können die Folge von wiederholten Mikroverletzungen sein oder verschleißbedingt auftreten. Vor allem bei Neu- und Wiedereinsteigern ist Vorsicht geboten. In der Saisonvorbereitung sollte nicht blind »Kondition gebolzt« werden. Die Einplanung aktiver und bewusster Regenerationsphasen ist in diesem Trainingsabschnitt besonders wichtig.

16.2 Sportverletzung – PECH gehabt?

PECH-Regel

Die im Sport am häufigsten auftretende Verletzungsart ist die stumpfe Sportverletzung, also z.B. die Prellung oder Stauchung. Um die Beschwerden zu lindern und einer Verschlimmerung vorzubeugen, ist es dringend ratsam, sofort mit der Erstversorgung zu beginnen. Dabei soll die Gedankenbrücke »PECH« dem Trainer helfen, in der richtigen Reihenfolge schnell und gezielt helfen zu können.



Pause machen. Durch eine schnelle Ruhigstellung kann meist eine Verschlimmerung verhindert werden. Gleichzeitig wird verhindert, dass zu viel Blut in das verletzte Gebiet fließt. In dieser Phase muss auch entschieden werden, ob ein Gang zum Arzt erforderlich ist oder ob ein Krankenwagen gerufen werden muss. Fatal wäre es, bei Verletzungssymptomen einfach weiterzumachen.

Eis, um die verletzte Stelle zu kühlen. Der Kältereiz bewirkt, dass sich die Einblutung im Muskel minimiert. Der Kältereiz hat zudem Schmerz stillende Wirkung. Die Eisanwendung mit Unterbrechungen sollte bis zu einer Gewebetemperatur von ca. 10–15 °C führen. Dies kann unter anderem mit Eiswürfeln in einem Plastikbeutel erreicht werden.

Kompressionsverband anlegen. Man kombiniert den Kompressionsverband mit der Eiskühlung. Es ist darauf zu achten, dass man den Muskel nicht abschnürt und den Schmerz dadurch verstärkt.

Hochlagerung des verletzten Körperteils. Der Muskel bzw. das Gelenk wird hochgelagert und ruhig gestellt. Dadurch wird verhindert, dass zu viel Blut in das verletzte Gewebe fließt (vgl. *Anrich* 2005).

Warme Eisbehandlung

Kälteanwendung kann auf verschiedene Arten erfolgen. Generell spricht man bei stumpfen Sportverletzungen von einer **»warmen Eisbehandlung«**, d.h., man kühlt die Stelle für eine gewisse Zeit,

entfernt das »Eis« danach für kurze Zeit und kühlt anschließend wieder. Die Kälteanwendung beeinflusst das neuromuskuläre System in der Art, dass der Schmerz vollkommen verschwinden kann. Dadurch kann der Sportler dazu verleitet werden weiterzumachen. Tab. 16.2 zeigt Vor- und Nachteile verschiedener Kühlmethoden auf.

Kühlmittel/ -methode	Vorteile	Nachteile
Eis	• Erreicht tiefer gelegenes Gewebe • Sehr gute Tiefenwirkung • Umweltfreundlich	• Nicht überall verfügbar (Eisschrank, Kühlbox) • Gefahr der Eisfixierung direkt auf der Haut
Eisspray	• Kann überallhin mitgenommen werden	• Wirkung eventuell nur oberflächlich • Verbrennungsgefahr der Haut • Umwelt belastend durch Müll
Eisgelpack	• Erreicht tiefer gelegenes Gewebe • Wieder verwendbar	• Nicht überall verfügbar Eventuell Eisschrank, Kühlbox notwendig
Kältekissen	• Erreicht tiefer gelegenes Gewebe	• Kühldauer begrenzt (ca. 45 Minuten)
Wasser	• Fast überall vorhanden • Erreicht bei längerer Anwendung auch tiefer gelegenes Gewebe • Umweltfreundlich	• Kühlung der verletzten Körperstelle eventuell sehr umständlich • Längere Kühlung schwierig

Tab. 16.2: Vor- und Nachteile unterschiedlicher Kühlmittel und Kühlmethoden

16.3 Beispiele zu Sportverletzungen

Verletzungsbeispiele

Im Hinblick auf die Häufigkeit von Sportverletzungen im Vereinssport (49 %), nichtorganisierten Sport (17 %) und Schulsport (17 %) liegt **Fußball** an erster Stelle. Auf den weiteren Plätzen muss man differenzieren:

- **Vereinssport:** Handball (15 %), Volleyball (7 %), Gymnastik (4 %),
- nichtorganisierter Sport: Ski alpin (11 %), Inlineskating (9 %), Jogging (7 %),
- **Schulsport:** Basketball (16 %), Turnen (15 %), Volleyball (11 %).

Zu berücksichtigen ist bei diesen Prozentwerten die Zahl der Aktiven in der jeweiligen Sportart; so gibt es in den Vereinen fast 6 Millionen Fußballspieler im Gegensatz zu ca. einer halben Million Volleyballspielern. Im Vereinssport verletzen sich wesentlich mehr Männer als Frauen. Am häufigsten sind die unteren Extremitäten betroffen, nämlich Sprunggelenk und Kniegelenk. Sportartspezifisch und altersspezifisch ergeben sich große Unterschiede in der Lokalisation der Verletzungen:

- **Volleyball:** Sprunggelenk (53 %), Hand (17 %), Kniegelenk (10 %),
- **Handball:** Sprunggelenk (24 %), Hand (21 %), Kniegelenk (21 %),
- **Tennis:** Sprunggelenk (32 %), Unterschenkel (19 %), Kniegelenk (16 %),
- **Ski alpin:** Kniegelenk (38 %), Schulter/Oberarm (18 %), Kopf/Hals (10 %).

Während im Alter zwischen 10 und 39 Jahren die Distorsion (Zerrung, Stauchung) mit mehr als 30 % die häufigste Verletzung ist, dominiert bei Kindern unter 10 Jahren die Fraktur (39 %). 40 % aller Verletzungen treten bei 20- bis 29-Jährigen auf, gefolgt von den 10- bis 19-Jährigen (27 %).

Verletzungsarten

Folgende Arten von Verletzungen können auftreten:

- **Distorsion (Zerrung/Stauchung):** häufig betroffene Gelenke: oberes Sprunggelenk, Kniegelenk (Fußball, Ski), Schultergelenk (Speerwurf), Fingergelenke (Basketballspieler).
- **Kontusion:** Prellung oder Quetschung von Geweben durch direkte stumpfe Gewalteinwirkung, meist ohne Hautdurchtrennung.
- **Knochenkontusion:** oft von Bluterguss unter die Knochenhaut oder ins Knochenmark begleitet.
- **Gelenkkontusion:** oft mit Bänder- und Kapselriss einhergehend, mögliche Blutungen im Gelenkinnenraum oder zwischen Kapselschichten sowie in die gelenknahen Weichteile; Bluterguss > Füllung des Kapselinnenraumes > pralle Spannung und Schwellung.
- **Luxation (Gelenkausrenkung):** häufig betroffene Gelenke: Schultergelenk (über 50 %), Ellbogengelenk (25 %); Sportarten: Judo, Ringen, Kanu.
- **Muskelzerrungen, Muskeleinrisse:** Es bestehen nur quantitative Unterschiede zwischen Zerrungen (Riss einiger weniger Muskelfasern), Muskelbündelrissen und Muskelrissen; häufige Zerrungen bzw. Muskeleinrisse und dazugehörige Sportarten:
  - großer Brustmuskel: Gerätturnen, Gewichtheben, Werfen,
  - Oberarm-Bizeps: Gerätturnen, Gewichtheben,
  - gerader Bauchmuskel: Reiten, Gerätturnen, Fußball,
  - Adduktoren am Oberschenkel: Schwimmen, Springen, Fußball,
  - Streck- und Beugemuskulatur des Kniegelenks: Springen, Sprint, Mittelstreckenlauf,
  - Wadenmuskel: Tennis, Squash, Tischtennis.
- **Prellungen (Kontusionen):** Als Prellungen werden Schädigungen eines Muskels durch ein stumpfes Trauma bezeichnet. Es kommt dabei zu Quetschungen von Muskelfasern und Blutgefäßen; als Folge davon entsteht ein Bluterguss (Hämatom).
- **Sehnenscheidenentzündungen:** Reizung der Sehnenscheiden durch ungewohnt starke Muskelbeanspruchung; Lokalisation: meist an Engstellen und Knochenvorsprüngen, an denen die Sehne unter Abwinkelung ihrer Richtung verläuft; treten häufig bei Ruderern oder Kanuten auf.
- **Insertionstendopathien:** meist chronisch verlaufende degenerative Veränderungen im Bereich von Sehnenansätzen, als Ursachen kommen Überlastungen der Muskulatur in Betracht; *Beispiele:* »Tennisellenbogen«: Druckschmerzen am äußeren Epicondylus des Oberarms mit Muskelschwäche in der Unterarmmuskulatur; Achillodynie: Schmerz am Ansatz der Achillessehne am Fersenbein.

Aufgaben

- Welche Verletzungsarten kommen in Ihrer Sportart/Disziplin am häufigsten vor? Was können Sie vorbeugend dagegen unternehmen?
- Welche Verletzungsursachen sind in Ihrer Sportart/Disziplin zu berücksichtigen? Zu welchen vorbeugenden Maßnahmen muss das beim Trainer bzw. Übungsleiter führen?

17 Doping

Doping ist keine moderne Erscheinung des 20. oder 21. Jahrhunderts, sondern begann schon im Altertum.

17.1 Geschichte des Dopings

Geschichte des Dopings

Bereits die Gladiatoren im »Circus Maximus« in Rom (600 v. Chr.) sollen laut Überlieferungen stimulierende Substanzen gegen Müdigkeit und Verletzungen verwendet haben. Ca. 300 v. Chr. hatten die Athleten in Griechenland Pilze zur Leistungssteigerung verwendet. Nach Überlieferungen des 2. und 3. Jahrhunderts n. Chr. (Philostratos und Galen) hatten Athleten während der Olympischen Spiele pflanzliche Produkte zur Stimulation und zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit eingesetzt. Um welche Wirkstoffe es sich dabei gehandelt hatte, ist nicht näher bekannt.

Zum Dopingbegriff

Begrifflich wird das Wort Doping auf den Ausdruck **»Dop«** zurückgeführt, der dem Jargon der südafrikanischen Ureinwohner, dem »Kaffern-Dialekt«, entstammt. Es ist die **Bezeichnung für einen Schnaps**, der zum Zwecke der Stimulation bei kultischen Handlungen zur Anwendung kam. In der Neuzeit wird Doping zuerst in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts im Radsport erwähnt, wobei es sich im Wesentlichen um koffeinhaltige oder alkoholhaltige Getränke sowie Nitroglycerin und Kokain handelte. Im größeren Stil wurde Doping jedoch erst nach dem 2. Weltkrieg – vor allem durch den Radsport – bekannt.

Erwähnenswert ist, dass die Einnahme leistungssteigernder Mittel und Medikamente zu Beginn der olympischen Bewegung noch nicht als eine Bedrohung oder Beeinträchtigung des ethisch-moralischen Anspruchs des Sports gesehen wurde. Dopingmittel waren Ende des 19. Jahrhunderts sowohl im Amateur- als auch im Leistungssport allgemein üblich. In England dagegen wurde bereits 1666 verboten, Pferden Aufputschmittel zu geben.

Die Sechstagerennen (Radsport) waren ohne Aufputschmittel nicht durchzuhalten, aber das interessierte niemanden. Im Marathonlauf der Olympischen Spiele von Saint Louis 1904 nahm der Sieger *Thomas Hicks* eine Mischung aus Strychnin, Eiern und Brandy zu sich, ohne dass dies gegen die damalige Moral im Sport verstieß. Auch der Sieger des Marathonlaufs von London 1908, *Dorando Pietri*, war gedopt und wurde von Helfern über die Ziellinie getragen. Er wurde deswegen disqualifiziert, nicht aber wegen Dopings. Und kein geringerer als *Pierre de Coubertin* bezeichnete ihn als den moralischen Gewinner des Laufs.

Nach dem ersten Weltkrieg kam es zu 2 entscheidenden Entwicklungen. Man erkannte, dass Stimulanzien gesundheitliche und soziale Probleme verursachen können. Damit gingen in Ansätzen eine Dopingdebatte und erste Dopingverbote einher. Der erste Spitzenfachverband, der 1928 eine Dopingbestimmung in sein Regelwerk aufnahm, war der Internationale Leichtathletikverband (IAAF).

Von deutschen Sportärzten ging die Initiative für eine klare Definition von Doping aus, mit dem Ziel, Doping im Amateursport zu verbieten. Im Amateursport sollte aus Gründen der Reinhaltung des Amateurgedankens das Doping verhindert werden. Im Profisport war es weiterhin erlaubt.

Im Jahr 1952 wurde dieses Verbot nochmals aufgegriffen: »Der deutsche Sportärztebund steht auf dem Standpunkt, dass jedes Medikament – ob es wirksam ist oder nicht – mit der Absicht der Leistungssteigerung vor Wettkämpfen gegeben als Doping zu betrachten ist.« Dieser Grundsatz gilt bis heute. Wer absichtlich Medikamente nimmt, um seine Leistung im Sport zu steigern, ist ein Doper. Und Doping ist im Sport verboten.

Nach *Krüger* (2012) handelt es sich beim Dopingverbot im Sport um eine ideologisch und moralisch legitimierte soziale Konstruktion bzw. Konvention.

Der Radsport ist 1967 durch den Tod des Engländers *Tom Simpson* am Mont Ventoux in die Schlagzeilen geraten. Ein großer Doping-Skandal war auch der positive Dopingbefund des kanadischen 100-m-Olymiasiegers von Seoul 1988, Ben Johnson.

Staatsdoping

Nach der Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten wurde das Ausmaß des »Staatsdopings« in der ehemaligen DDR bekannt (Informationen zu einem Einzelschicksal unter: www.andreas-krieger-story.de). Klagen von sog. »Dopingopfern« folgten daraufhin.

Durch die »ärztliche Dopingbetreuung« des Radsportteams Telekom durch zwei Mediziner geriet die Sportmedizin der Universität Freiburg 2007 unter Verdacht des systematischen Dopings über mehrere Jahrzehnte hinweg. Jahrelang wurde in diesem Fall von einer Kommission ermittelt.

Eine neue Dimension erreichte das Doping auch durch die sog. BALCO-Affäre in den USA im Jahr 2003. Dieses Unternehmen wurde ausschließlich zu Dopingzwecken gegründet. In einem speziellen Dopinglabor wurden entsprechende Mittel für Spitzensportler hergestellt und verteilt.

Der Radsport geriet immer mehr in ein schlechtes Licht, als es 1998 zum Festina-Skandal kam, und die Tour-de-France-Sieger *Bjarne Rijs* (1996) und *Floyd Landis* (2006) sowie der Deutsche *Jan Ullrich* (2007) des Dopings überführt wurden. Hier spielte der spanische Arzt *Eufemiano Fuentes* eine unrühmliche Rolle als Teamarzt des Radsportteams Liberty-Seguros-Würth. Er wurde Jahre später zu einem Jahr Haft auf Bewährung und einem mehrjährigen Berufsverbot verurteilt.

Der größte Star der internationalen Radsportszene, der Amerikaner *Lance Armstrong*, siebenfacher Sieger der Tour de France 1999 sowie 2000 bis 2005, bekam nach seinem Dopinggeständnis alle 7 Titel aberkannt und musste Preis- sowie Sponsorengelder zurückbezahlen. Dieser Doping-Fall führte sogar zum Ausstieg der öffentlich-rechtlichen Fernsehanstalten ARD und ZDF aus der bis dahin sehr ausführlichen Live-Berichtserstattung zu der Tour de France.

World Anti Doping Agency

Aufgrund eines Fernsehberichts der ARD geriet 2015 die russische Leichtathletik unter Dopingverdacht. Die **WADA (World Anti Doping Agency)** drohte daraufhin mit einem Olympia-Ausschluss für Brasilien 2016. Zu Beginn des Jahres 2016 wurde in einem weiteren Bericht über die russische Leichtathletik bekannt, dass sich an den Strukturen, die 2015 aufgedeckt wurden, nichts geändert hatte. Am 21. Juli gab der internationale Sportgerichtshof (CAS-Court of Arbitration for Sport) bekannt, dass die russischen Leichtathleten sowie Sportler weiterer Disziplinen wegen systematischen Dopings für die Olympischen Spiele in Rio de Janeiro 2016 gesperrt sind.

Noch während der Olympischen Spiele in Rio wurde durch die »Times« bekannt, dass ein Funktionär aus Kenia im Vorfeld versucht hatte, durch Bestechung Dopingproben zu verhindern (»The Times«, 07.08.2016).

Kenia, der Läufernation schlechthin, droht wegen eines mangelhaften Anti-Doping-Kampfes das Olympia-Aus in Rio de Janeiro 2016. Die WADA beklagt, dass im afrikanischen Land keine konkreten Anti-Doping-Maßnahmen erkennbar sind. Im Tennissport wurde die ehemalige Weltranglistenerste, die Russin Maria Scharapowa, zu Beginn des Jahres 2016 des Dopings mit einem Herz-

medikament, welches die Durchblutung verbessert, überführt. Sie gestand, es über 10 Jahre hinweg eingenommen zu haben und gab an, eine Warnung der WADA übersehen zu haben, dass das Medikament ab dem 1.1.2016 auf der Verbotsliste steht. Nach dem Geständnis der populären Sportlerin beendeten große Sponsoren sofort ihre Unterstützung. Der Spielerin droht eine mehrjährige Sperre. Kurz darauf äußerte sich im Frühjahr 2016 gegenüber der »Sunday Times« und der ARD/WDR der englische Arzt *Mark Bonar*, er habe ca. 150 hauptsächlich englischen Spitzensportlern beim Doping geholfen. Auch mehrere englische Fußballclubs sollen zu seinen Kunden gehört haben.

17.2 Doping im Breitensport

Doping im Breitensport

Das Dopingproblem ist keinesfalls nur auf den Leistungssport begrenzt, wo sein Missbrauch auch im Regelwerk verankert ist. Es gibt seit vielen Jahren vermehrt Hinweise, dass im Breitensport vor allem ein Medikamentenmissbrauch mit dem Ziel der Leistungssteigerung stattfindet. Sportler scheuen auch nicht davor zurück, Arzneimittel, die eigentlich für Tiere bestimmt sind, einzunehmen. Etwa 10–20 % der Mitglieder in deutschen Fitnessstudios geben an, bereits einmal Dopingsubstanzen verwendet zu haben. In Zahlen bedeutet dies, dass in Deutschland ca. 770000 Männer und ca. 300000 Frauen in diesen Institutionen mit leistungssteigernden Mitteln arbeiten. Es handelt sich dabei hauptsächlich um anabole Steroide oder Clenbuterol, aber auch um Stimulanzien. In vielen Studien lag die Missbrauchsrate bei Männern deutlich höher als bei Frauen. Je mehr Muskelmassenaufbau angestrebt wird, desto höher ist die Missbrauchsrate. Bei der Subgruppe der Bodybuilder lag eine deutlich höhere Häufigkeit an Medikamentenmissbrauch mit Raten zwischen 20 und 62 % vor, so die Ergebnisse dieser Studie (vgl. *Striegel* 2008). Die Vermutung liegt daher nahe, dass Fitnessstudios für jugendliche Besucher ein Gefahrenpotenzial darstellen, da sie mit leistungssteigernden und gesundheitsgefährdenden Substanzen in Berührung kommen könnten. Fitnessstudiobesucher lassen sich auch immer mehr von Ärzten bezüglich ihrer **Dopingpraktiken** betreuen, was in einer Studie von *Striegel* (2008) immerhin ca. 32 % der Befragten angaben. Zum Doping in Freizeitwettkämpfen liegen so gut wie keine Daten vor. Die Tatsache, dass in diesem Sportsegment einerseits hoch ambitionierter Wettkampfsport betrieben wird, und andererseits so gut wie keine Dopingkontrollen zu erwarten sind, lässt zumindest einen Missbrauch von Medikamenten zur Leistungssteigerung vermuten. Eine Dopingprävention im Breiten- und Freizeitsport findet quasi nicht statt (vgl. *Nieß* et al. 2014).

Doping als gesellschaftliches Problem

Nicht nur im Sport ist Doping ein Problem, es betrifft auch Teile unserer Gesellschaft. Für *Kläber* (2012) ist es alarmierend, dass in den westlichen Industrieländern in Betrieben wie Krankenhäusern oder Kasernen eine steigende Bereitschaft zu erkennen ist, Medikamente wie z.B. Aufputsch- und Beruhigungsmittel einzunehmen. *Krüger* (2012) spricht in diesem Zusammenhang von einer Medikalisierung der Gesellschaft. Der Griff zu Medikamenten und zu allen möglichen Mitteln und Methoden, die das Leben angenehmer, schmerzfreier und erträglicher machen sollen, wird zunehmend selbstverständlich. In Schulen und Universitäten wurde Ritalinmissbrauch festgestellt.

Zudem greifen immer mehr Kinder und Jugendliche zu Dopingmitteln. In den USA lag in einer Studie (vgl. *Kläber* 2012) das Einstiegsalter bei 38 % der Fälle noch unter dem 15. Lebensjahr. Aber auch in Deutschland zeigt eine Studie diese Tendenz. Im Jahr zuvor hatte man bei über 500 Dopingproben Spuren dieses Medikaments festgestellt. Daraufhin wurde die WADA aktiv.

17.3 Der Kampf gegen das Doping

WADA

Für den Bereich des Leistungssports hat die WADA ein Regelwerk aufgestellt, welches auf der ganzen Welt verpflichtend gilt und einen fairen und gerechten Sport garantieren soll. Die WADA (World Anti Doping Agency) wurde 1999 gegründet und hat ihren Hauptsitz in Montreal, Kanada.

NADA

Aufgabe der WADA ist die Förderung und Koordination des Anti-Doping-Kampfes auf internationaler Ebene (siehe www.wada-ama.org). Die nationale Agentur in Deutschland ist die **NADA**, die Nationale Anti Doping Agentur, mit Sitz in Bonn. Sie wurde 2002 gegründet und ist für die Dopingbekämpfung in Deutschland zuständig. Sie setzt sich aus den Ressorts Recht, Medizin, Prävention und Doping-Kontrollsystem zusammen (siehe www.nada.de).

Die Doping-Definition in **Artikel 1 des NADA-Codes** 2015 lautet:

Definition Doping

Definition

Doping:
Doping wird definiert als das Vorliegen eines oder mehrerer der nachfolgend in Artikel 2.1 bis Artikel 2.10 festgelegten Verstöße gegen Anti-Doping-Bestimmungen.

NADA-Code Artikel 2:

Als Verstöße gegen die Anti-Doping-Bestimmungen gelten:

2.1 Vorhandensein eines verbotenen Stoffs, seiner Metaboliten oder Marker in der Probe eines Athleten
2.2 Anwendung oder versuchte Anwendung eines verbotenen Stoffs oder einer verbotenen Methode seitens eines Athleten
2.3 Umgehen der Probenahme, Weigerung oder Versäumnis, eine Probe abzugeben.
2.4 Meldepflichtverstöße
2.5 Unzulässige Einflussnahme oder versuchte unzulässige Einflussnahme auf einen Teil des Dopingkontrollverfahrens
2.6 Besitz eines verbotenen Stoffs oder einer verbotenen Methode
2.7 Das Inverkehrbringen oder versuchte Inverkehrbringen von verbotenen Stoffen oder verbotenen Methoden
2.8 Die Verabreichung oder versuchte Verabreichung von verbotenen Stoffen oder verbotenen Methoden bei Athleten bei Wettkämpfen oder die Verabreichung oder versuchte Verabreichung von Stoffen oder Methoden, die außerhalb von Wettkämpfen verboten sind, bei Athleten außerhalb von Wettkämpfen
2.9 Beihilfe
2.10 Verbotener Umgang

Da ständig neue Wirkstoffe auf den Markt kommen, wird die Verbostliste jährlich zum 01.01. angepasst (siehe NADA).

Der Artikel 4 des NADA-Codes umfasst verbotene Substanzen und Methoden. Es ist nicht möglich, an dieser Stelle alle verbotenen Substanzen aufzulisten. Hierzu zählen u.a.:

1. Anabole Substanzen
2. Peptidhormone, Wachstumsfaktoren, verwandte Substanzen und Mimetika
3. Beta-2-Agonisten
4. Hormone und Stoffwechselmodulatoren
5. Diuretika und andere Maskierungsmittel
6. Stimulanzien
7. Narkotika
8. Cannabinoide
9. Glukokortikoide
10. Alkohol und Betablocker
11. Manipulation von Blut und Blutbestandteilen
12. Chemische und physikalische Manipulation
13. Gendoping

Die Substanzen:

- 1.–5. sind zu jeder Zeit verboten.
- 6.–9. sind im Wettkampf verboten.
- Die Methoden unter 11.–13. sind zu jeder Zeit verboten.
- Alkohol und Betablocker sind nur in bestimmten Sportarten verboten.

Medikamente

Problematisch ist bei Sportlern auch die Verwendung von **Medikamenten im Krankheitsfall**. In den Medikamenten können nämlich Substanzen enthalten sein, die auf der Verbotsliste stehen. Gerade gebräuchliche Medikamente wie Hustensaft oder Erkältungsmittel halten viele Sportler für unbedenklich, doch diese können sich als Dopingfalle entpuppen. Über die Medikamentendatenbank der NADA (www.nadamed.de) kann man hierzu wichtige Informationen erhalten. Aber nicht nur Medikamente, sondern auch homöopathische Arzneimittel oder **Nahrungsergänzungsmittel** können verbotene Substanzen erhalten. Der Sportler muss sich eingehend informieren, bevor er etwas einnimmt. Als klassisches Beispiel sei hier Aspirin Complex® erwähnt, das Pseudoephedrin enthält und damit verboten ist. Ein harmloser Mohnkuchen kann das im Wettkampf verbotene Morphin enthalten, genauso wie asiatische Tees oder Schlankheitsmittel, die Beimengungen der verbotenen Stimulans Ephedrin enthalten können.

Wer sichergehen möchte, dass sein Nahrungsergänzungsmittel dopingfrei ist, kann in der sog. Kölner Liste nachschauen: www.koelnerliste.de oder in der NADA App.

17.4 Doping und seine Folgen

Eine positive Dopingprobe kann für den Sportler mehrere negative Konsequenzen nach sich ziehen.

Gesundheitliche Dopingfolgen

Gesundheitliche Folgen: Dopingsubstanzen wie Anabolika erhöhen das Herzinfarkt- und Krebsrisiko. Bei Frauen können sie zu einer Vermännlichung führen (z.B. Bartwuchs, tiefe Stimme). Das Wachstumshormon HGH kann zu schweren Entstellungen im Gesicht führen.

Die gesundheitlichen Folgen verbotener Dopingmittel:

Anabolika: verstärkter Muskelaufbau, bessere Regenration, höhere Leistungsfähigkeit
Nebenwirkungen: Herz- und Leberschäden, Brustvergrößerungen bei Männern, Vermännlichung bei Frauen, vorzeitiger Wachstumsstopp bei Kindern/Jugendlichen, Akne

Asthmamittel: erhöhen die Herzfrequenz, Leistungssteigerung vor allem im Ausdauerbereich, bei hoher Konzentration verstärkter Muskelaufbau
Nebenwirkungen: Herzschäden, erhöhter Blutdruck, Erhöhung des Blutzuckers, Muskelzittern

Stimulanzien: anregende Wirkung, erhöhte Sauerstoffaufnahme
Nebenwirkungen: erhöhter Blutdruck, Herzrhythmusstörungen, Unterdrückung der Ermüdungsgefühle, was bis zur völligen Erschöpfung führen kann

Erythropoetin (Epo): vermehrte Bildung roter Blutkörperchen, dadurch verbesserte Sauerstoffaufnahme und vor allem im Ausdauerbereich verbesserte Leistungsfähigkeit
Nebenwirkungen: Bei hoher Dosierung wird das Blut zähflüssig. Die Gefahr von Blutgerinnseln und Herzinfarkt steigt.

Sportliche Folgen: Ein positiver Dopingbefund kann die Karriere beenden und dadurch die Lebensplanung erheblich beeinflussen. Wer mehrere Jahre gesperrt wird, verliert schnell den Anschluss an die Elite. Errungene Siege werden auch rückwirkend aberkannt.

Finanzielle Folgen

Finanzielle Folgen: Durch eine positive Dopingprobe kann es auch zu hohen finanziellen Einbußen für den Sportler kommen. Nicht nur Preisgelder, auch Zahlungen der Deutschen Sporthilfe können zurückgefordert werden. Zudem können Sponsorenverträge aufgelöst werden.

Soziale Folgen

Soziale Folgen: Durch Doping kann das eigene Image und auch das Image der Sportart beschädigt werden. Fans und Zuschauer werden betrogen, der Sport verliert in der Gesellschaft an Ansehen und Stellenwert.

Rechtliche Folgen Anti-Doping-Gesetz

Rechtliche Folgen: Doping wird von den jeweils zuständigen Disziplinarorganen der Sportverbände oder einem unabhängigen Sportschiedsgericht sanktioniert. **Seit 01.01.2016 gilt in Deutschland ein neues Anti-Doping-Gesetz**. Erstmals kann damit ein Athlet wegen Dopings auch strafrechtlich belangt werden, was es bis dahin nicht gab. Es können Geld- oder sogar Freiheitsstrafen von maximal 3 Jahren verhängt werden, dies gilt auch für den Handel mit den verbotenen Substanzen. Schon der Fund eines Dopingmittels bei einem Sportler hat Konsequenzen. Wer Minderjährige dopt, muss sogar mit einer Haft von bis zu 10 Jahren rechnen.

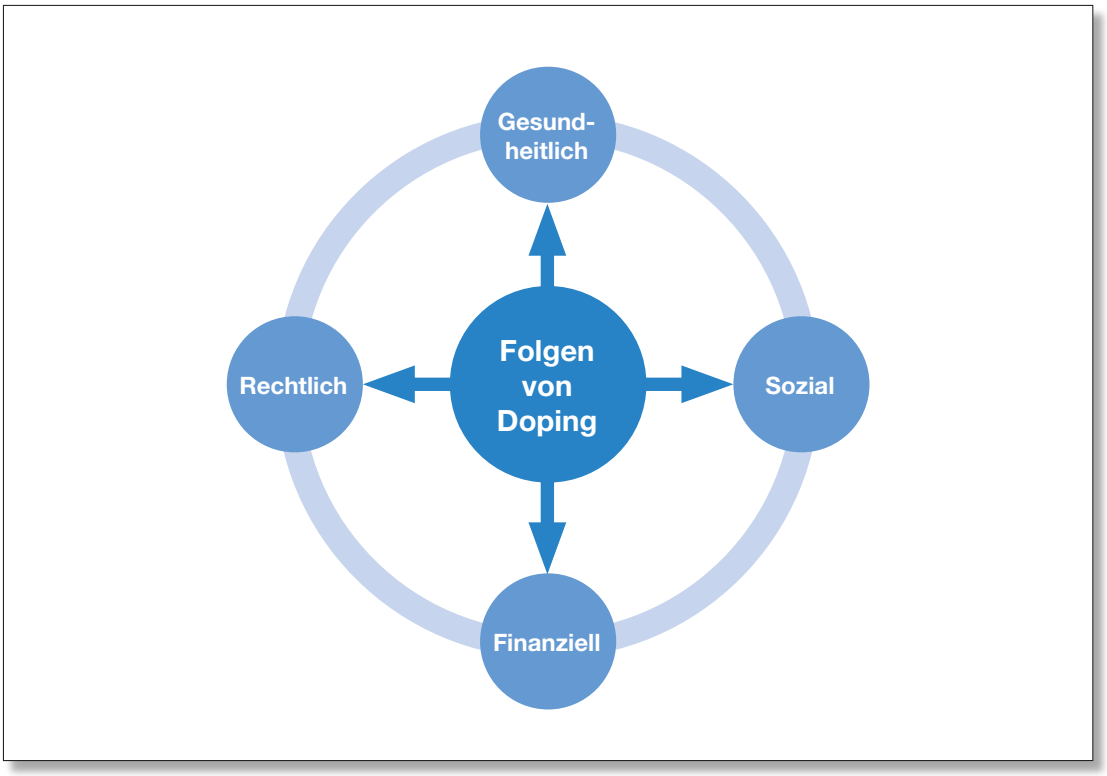


Abb. 17.1: Die Folgen von Doping

17.5 Trainings- und Wettkampfkontrollen

Trainings-kontrollen

Dopingkontrollen finden nicht nur nach einem Wettkampf, sondern auch im Training statt. Diese Kontrollen können jederzeit durchgeführt werden und beschränken sich keineswegs nur auf das Training selbst. Sie werden in Deutschland von der NADA organisiert. Dabei setzt die NADA auf intelligente Kontrollen, bei denen viele ganz unterschiedliche Faktoren in der Kontrollplanung beachtet werden.

Wettkampf-kontrollen

Auf nationaler Ebene ist die NADA für die Organisation der Wettkampfkontrollen zuständig. Neben den Podiumsplätzen 1 bis 3 können auch andere Profi-Athleten per Losverfahren kontrolliert werden.

Der Ablauf einer Dopingkontrolle folgt genau festgelegten Regeln. Ein Film der NADA zeigt Schritt für Schritt den **Ablauf einer Dopingkontrolle** (zu finden unter: www.gemeinsam-gegen-doping.de).

17.5.1 Die Testpools und das Meldesystem ADAMS

Testpools

Es gibt je nach Dopinggefährdung eine Einteilung in 3 Testpools (Stand: Dezember 2015):

1. **Registered Testing Pool (RTP)**
   - ca. 600 Athleten, A-Kaderathleten aus Sportarten der Risikogruppe A (mit einem hohen Dopingrisiko) sowie Athleten des vom internationalen Verband festgelegten International Registered Testing Pool (IRTP)
2. **Nationaler Testpool (NTP)**
   - ca. 1400 Athleten, A-Kaderathleten aus Sportarten der Risikogruppen B und C (mit einem geringen bis mittleren Dopingrisiko) und B-Kaderathleten der Risikogruppe A (mit einem hohen Dopingrisiko)
3. **Allgemeiner Testpool (ATP)**
   - ca. 5000 Athleten, alle weiteren Kader-Athleten, d. h. aus dem B-, C, und D/C-Kader (nur bei Risikogruppen B und C)

Im Jahr 2010 hat die NADA z.B. 8108 Trainings- und 849 Wettkampfkontrollen organisiert und durchgeführt. Die Anzahl der Wettkampfkontrollen erreichte damit einen Höchstwert. 66 Dopingkontrollen führten zu Verfahren wegen möglicher Verstöße gegen Anti-Doping-Bestimmungen. 48 Verfahren resultierten aus Wettkampfkontrollen, 9 aus Trainingskontrollen der NADA, ebenfalls 9 mögliche Verstöße gegen Anti-Doping-Bestimmungen wurden unabhängig von einem positiven Analyseergebnis registriert. Erstmals handelte es sich in 3 Fällen um Meldepflichtverstöße oder verpasste Kontrollen.

ADAMS-System

Um für unangemeldete Kontrollen verfügbar zu sein, muss der Sportler der NADA Angaben zu seinem Aufenthaltsort und seiner Erreichbarkeit übermitteln. Für den RTP und NTP muss ein Sportler z.B. vierteljährlich im Voraus für jeden einzelnen Tag seine voraussichtlichen Aufenthaltsorte und -zeiten sowie regelmäßige Tätigkeiten und Teilnahmen an Wettkämpfen melden. Diese Meldungen sind grundsätzlich im Meldesystem **ADAMS (Anti-Doping Administration and Management System)** einzugeben. Jeder Athlet erhält dafür einen personalisierten Zugang von der NADA. Dieses Zugangsportal zu ADAMS findet sich unter: www.adams.wada-ama.org.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Geschichte des Dopings ist genauso alt wie der Sport selbst. Lösungsansätze müssen berücksichtigen, dass es sich beim Doping um ein hochkomplexes System handelt, welches genauso hochkomplexe Gegenmaßnahmen erfordert. *Kläber* (2012) schlägt eine möglichst frühzeitige und rigorose Aufklärungsarbeit im prophylaktischen Sinne vor, die schon in den Schulen beginnen müsste. Das NADA-Präventionsprogramm GEMEINSAM GEGEN DOPING setzt ebenfalls frühzeitig ein und folgt dieser Einschätzung. Fächerübergreifend könnte man sich im Biologieunterricht mit den Wirkungsweisen der Dopingmittel und Negativauswirkungen auf die Gesundheit befassen. Sinnvollerweise sollten auch der Sportunterricht sowie die Sportvereine in die Aufklärungsarbeit integriert werden. Es geht aber gleichzeitig beim Kampf gegen Doping um mehr als nur um den Sport, es handelt sich letztendlich auch um ein **gesamtgesellschaftliches Problem**.

Aufgaben

- Welche Folgen kann Doping für einen betroffenen Sportler haben? Beschreiben Sie bitte möglichst genau.
- Was hat sich seit dem 01.01.2016 an der rechtlichen Situation im Doping verändert? Wer ist in Deutschland für Dopingkontrollen zuständig, wer im internationalen Sport?

- Ist Doping lediglich eine Erscheinung der letzten 50 Jahre? Wie hat sich Doping geschichtlich entwickelt?
- Ist Doping lediglich eine Erscheinung des modernen Leistungssports?
- Nennen Sie die gesundheitlichen Nebenwirkungen der bekanntesten Dopingmittel.
- Welche Testpools gibt es? Wird nur im Wettkampf getestet?
- Versuchen Sie Argumente zu finden, die dafür sprächen, Doping freizugeben.

18 Regeneration im Sport

18.1 Allgemeine Aspekte der Regeneration

Im Sport variiert die Anzahl der Trainingseinheiten (TE) pro Woche von eins bis drei im Freizeit- bzw. Gesundheitssport bis hin zu 15 TE oder mehr im Profisport. Versteht man es nicht bei vielen TE pro Woche, die Regeneration in den Trainingsplan zu integrieren, kann man sich mit seiner sportlichen Form sehr schnell in einer Abwärtsspirale wieder finden, ein Leistungsverlust kann die Folge sein. Auch für Sportler, die weniger trainieren, sind Aspekte der Regeneration wichtig, denn die Trainingsanpassung geschieht nicht im Training selbst, sondern in der Zeit zwischen den einzelnen Trainingseinheiten. Bei einem dreimaligen Training pro Woche bleiben den Organsystemen in der Regel genügend Zeit, um sich zu regenerieren. Hier kann man durch Optimierung der Ernährung sowie dem Training der Grundlagenausdauer bereits sehr viel im Hinblick auf die Regeneration erreichen. Dass die optimale Trainingsplanung bei Leistungssportlern einen wichtigen Faktor der Regeneration darstellt, ist einleuchtend. Aber auch Sportler, die weniger trainieren, sollten sich Gedanken zur »fünften Trainingsmethode« machen. Situativ und individuell angewandte Regenerationsmethoden dienen dazu, die Anpassungsprozesse zu unterstützen und zu optimieren. Es geht trainingsmethodisch betrachtet bei der Regeneration um das optimale Verhältnis von Belastung, also Training und Wettkampf, und Erholung.

18.2 Was versteht man unter Regeneration?

Ermüdung kann man spüren und jeder Sportler weiß, wie es sich anfühlt, wenn man müde ist. Gleiches kann man über die Regeneration nicht sagen. Wie fühlt sich Regeneration an? Für ein regelmäßiges Training im leistungssportlichen Sinn (fünfmal oder häufiger pro Woche plus Wettkampf/Spiel am Wochenende) ist charakteristisch, dass die erneute Belastung häufig bei unvollständiger Regeneration erfolgt. Ein Sportler muss erkennen, dass für den Verlauf und Erfolg der Regeneration seine Eigeninitiative gefragt ist. Regeneration ist dabei nicht gleichzusetzen mit Nichtstun!

Definition

Regeneration
Bei der Regeneration handelt es sich um einen Prozess, durch den physische und/oder psychische Beanspruchungsfolgen ausgeglichen werden, und damit eines oder mehrere ausgelenkte Funktionssysteme des Organismus die ursprüngliche Leistungsfähigkeit wiedererlangen (*Grigereit* 1996).

Es geht also nicht nur um körperliche Erholung, sondern auch um den psychologischen Bereich. Körper und Geist sind unauflöslich miteinander verbunden. Körperlicher Stress kann sich auch immer auf die Psyche auswirken und umgekehrt kann sich psychischer Stress auch körperlich bemerkbar machen.

Wird der Regeneration zu wenig Beachtung geschenkt, kann dies zu einem mehr oder weniger starken Formverlust führen, der wiederum mit einer erhöhten Verletzungsgefahr einhergehen kann.

Merke

Ein müder Muskel ist verletzungsanfällig, aber nicht trainierbar!

Häufig herrscht die Meinung vor, dass der absolute körperliche Tiefpunkt der Sportler am Ende der Vorbereitungsphase erreicht sein sollte. Die Folge einer solchen Trainingsauffassung kann sein, dass die Verletzungszahlen vor Saisonbeginn drastisch ansteigen und Mannschaften bereits zu Beginn der Saison müde sind. Belastung und Regeneration bilden in der Trainingsplanung eine unzertrennliche Einheit.

Generell verläuft die Regeneration bei einem Spitzensportler schneller als bei einem Sportler niedrigerer Qualifikation. Das ist darauf zurückzuführen, dass der Spitzensportler über bessere konditionelle Fähigkeiten, vor allem über eine bessere **Grundlagenausdauer**, verfügt. Regenerationsfähigkeit ist auch individuell geprägt. Es gibt schneller und langsamer regenierende Menschen. Während der Saison regeneriert ein Sportler schneller als vor der Saison. Dies ist vor allem durch insgesamt verbesserte, konditionelle Fähigkeiten, insbesondere der Grundlagenausdauer, bedingt. Auch wenn man sich noch so sehr bemüht, kann man im Training den Wettkampf nur simulieren. Training bildet den Wettkampf nie 1:1 ab, weder von der körperlichen noch von der psychischen Belastung her. Insofern gilt es zwischen der Regeneration nach dem Training und der Regeneration nach einem Wettkampf zu unterscheiden. In der Praxis bedeutet dies, dass in der Regel nach einem Wettkampf intensiver und länger regeneriert werden muss als nach einem Training. Vor allem die Psyche wird im Wettkampf wesentlich stärker beansprucht (vgl. *Friedrich* 2011).

Sportartspezifische Regeneration

Die Regeneration muss **sportartspezifisch** erfolgen, denn ein Handballer regeneriert anders als ein Kugelstoßer und dieser wiederum anders als ein Tischtennisspieler. Die beiden Sportarten beanspruchen unterschiedliche Muskulatur und unterschiedliche, konditionelle Fähigkeiten. Im Zentrum stehen bei der Analyse zum Erstellen eines Regenerationsplans die schwerpunktmäßig belasteten Muskelgruppen, die Dauer der Belastung und die Art der Belastung (aerob, anaerob-alaktazid oder anaerob-laktazid). Da in den meisten Sportarten bzw. Disziplinen ganzjährig – also auch in den warmen Jahreszeiten – trainiert wird, muss man den Flüssigkeitsverlust und die damit verbundenen Elektrolytverluste durch das Schwitzen berücksichtigen. Die Ernährung ist für die Qualität und Geschwindigkeit der Regeneration mitverantwortlich. Im Tischtennis kann es z.B. sein, dass man im Wettkampf nur 1–2 Spiele, oder aber bis zu 4 Spiele bestreiten muss. Die Gesamtbelastung ist im Vergleich zu einem Basketball- oder Handballspiel eher niedrig einzustufen. Je nach Spielklasse werden dort 3000–5000 kcal pro Spiel an Energie benötigt. Hinzu kommt noch ein Bereich, den man im Hinblick auf die Regeneration nicht unterschätzen oder vernachlässigen darf, nämlich die

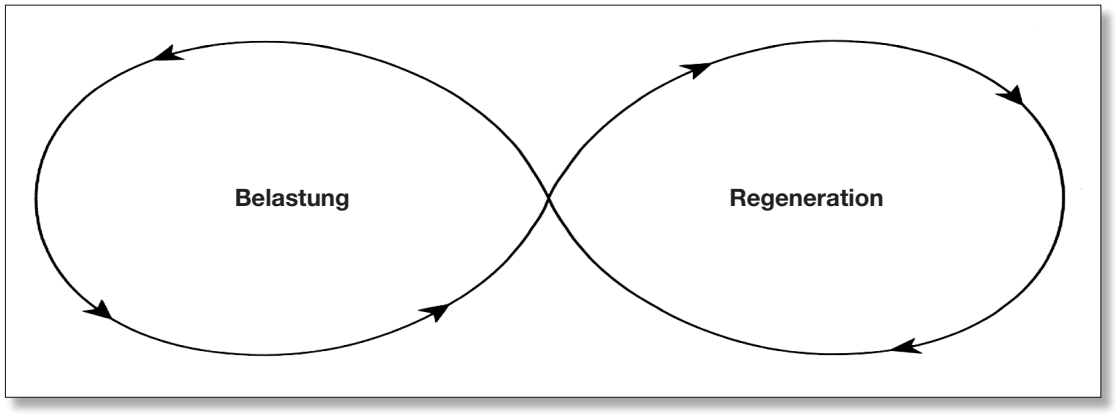


Abb. 18.1: Zusammenspiel zwischen Belastung und Erholung

Psyche. Viele Sportarten bzw. Disziplinen erfordern ein Höchstmaß an Konzentrationsfähigkeit. Da in den meisten Sportspielen die Geschwindigkeit in den letzten Jahren angestiegen ist, müssen die Spieler auch viel länger ohne Pause z.B. taktisch hoch konzentriert sein. Ist man emotional beim Spiel stark engagiert, muss auch dieser Aspekt berücksichtigt werden, denn dies kostet zusätzlich Energie. Abbildung 18.2 zeigt die Bereiche, die für die Regeneration relevant sind.

18.3 Ermüdung und Regeneration

Charakteristika der Ermüdung

Die Ermüdung ist im Sport von besonderem Interesse, denn sie ist häufig gleichbedeutend mit einem Leistungsverlust des Sportlers. In manchen Trainingsformen ist die Ermüdung jedoch Voraussetzung für die darauf folgende Anpassung, nämlich generell im Ausdauer- und Kraftausdauerbereich. Folgende Charakteristika weist die Ermüdung auf:

- Ermüdung ist reversibel (umkehrbar).
- Ermüdung entsteht als Folge der Beanspruchung physischer und/oder psychischer Funktionen des Organismus.
- Ermüdung bedeutet eine Beeinträchtigung der Funktions- und Leistungsfähigkeit des Organismus.
- Ermüdung ist eine Funktion der Dauer und Intensität der Beanspruchung.

Ermüdung kann an bestimmten Symptomen erkannt werden: z.B. Abgeschlagenheit, Augenflimmern, Nachlassen der Muskelkraft, Muskelzittern, Zunahme technischer Fehler, Koordinationsstörungen, Herzfrequenzänderungen, Konzentrations- und Aufmerksamkeitsverschlechterung. Grundsätzlich kann zwischen zentraler Ermüdung und peripherer Muskelermüdung unterschieden werden.

Zentrale Ermüdung

Von **zentraler Ermüdung** spricht man, wenn die Ermüdungssymptome des Zentralnervensystems bzw. der Augen im Vordergrund stehen. Auch Erfolgs- oder Misserfolgserlebnisse wirken sich auf die Ermüdung bzw. den Regenerationsverlauf aus. Wenn man zum Beispiel nach dem Spiel innerlich nicht zur Ruhe kommt, kann es zu Ein- und Durchschlafstörungen kommen. In einer Untersuchung

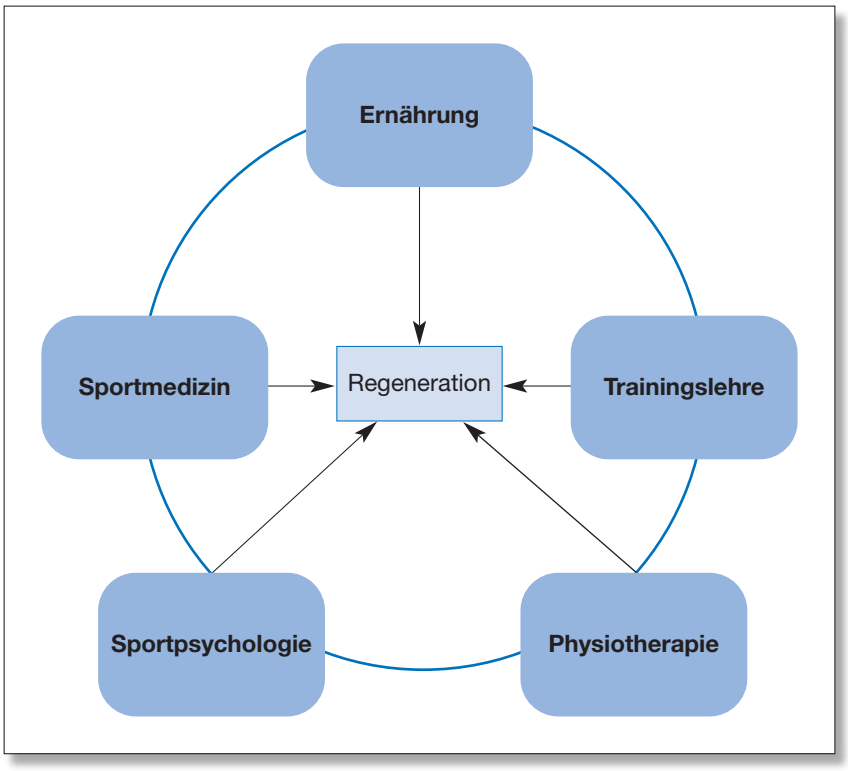


Abb. 18.2: Regenerationsbeeinflussende Faktoren (*Friedrich* 2011)

konnte gezeigt werden, dass die Leistungsfähigkeit bei Basketballern sich signifikant verbesserte, nachdem der Nachtschlaf um ca. 1,5 Stunden verlängert wurde. Wer schon einmal eine Nacht schlecht geschlafen hat, weiß, dass es mit der geistigen und körperlichen Leistungsfähigkeit am nächsten Tag nicht besonders gut aussieht. Nicht von ungefähr sprechen Sportpsychologen bei der Regeneration von einem psycho-physisch regulierten Prozess. Besonders betroffen sind vom psychischen Aspekt Sportarten, die sehr hohe technisch-koordinative und psychische Beanspruchungen aufweisen.

Symptome der zentralen Ermüdung können unter anderem sein:
- taktische Fehler
- verlangsamte Informationsübermittlung
- Aufmerksamkeits- und Konzentrationsverminderung
- Beeinträchtigung der Sinneswahrnehmung (v.a. Augen)
- Veränderung des Risikoverhaltens.

Periphere Ermüdung

Bei länger andauernden Belastungen kommt es zu Symptomen, die typisch für die **periphere (den Muskel betreffende)** Ermüdung sind. Die Bewegungsabläufe verlangsamen sich und die Qualität der sportlichen Techniken verschlechtert sich. Ein Schweregefühl und ein Missbefinden breiten sich in der belasteten Muskulatur aus. Gleichzeitig sinkt der Energiegehalt in der beanspruchten Muskulatur. Die Ermüdung durchläuft dabei verschiedene Stadien. Trainiert man über mehrere Wochen in einem ermüdeten Zustand, so kann es in der Folge zur **Erschöpfung** kommen. Hierbei handelt es sich um einen Extremgrad der Ermüdung, der eine Fortsetzung der Belastung ausschließt. Der Übergang zwischen Ermüdung und Erschöpfung ist fließend. Ermüdungserscheinungen sind in der Regel nach 24 Stunden abgeklungen, während die Erholungsvorgänge nach Erschöpfung mindestens drei bis sieben Tage beanspruchen. Für Sportler, die nur 2–3 mal pro Woche trainieren, ist dies nicht von Bedeutung.

Übertraining

Wer trotz Erschöpfungssymptome immer weiter trainiert, der kann in den Zustand des **Übertrainings** gelangen. *De Marées* (2003) führt sogenannte chronische Ermüdungserscheinungen auf täglich wiederholte, muskuläre Beanspruchung ohne ausreichende Regeneration zurück. Sowohl Sportler als auch Trainer müssen hier sensibel gegenüber den Warnzeichen sein:
- Leistungsabfall mit verzögerter Regeneration
- Schweregefühl der Arbeitsmuskulatur
- nachlassende Trainingsmotivation
- Schlafstörungen
- weniger Appetit
- Gewichtsverlust, etc.

Nicht-Trainings-Stressfaktoren

Nach *Lehmann* (1999) kommen noch die sogenannten **Nicht-Trainings-Stressfaktoren** hinzu, die Sportler und Athleten, gleich welcher Klasse, unbedingt mitberücksichtigen müssen:

- Prüfungssituationen
- familiäre und/oder Beziehungsprobleme
- falsches (weil zu enges) tägliches Zeitmanagement
- mangelhafte Qualität der täglichen Basisernährung
- fehlende Regeneration oder ungenügende Regeneration nach hohen Belastungen.

Übertraining ist sportmedizinisch nicht leicht zu diagnostizieren. Die eingeschränkte sportartspezifische Leistungsfähigkeit ist dafür nach wie vor der beste Indikator.

18.4 Trainingsplanung und Regeneration

Grundsätzlich gilt es drei Bereiche bei der Steuerung der Regeneration in Betracht zu ziehen:
1. Trainingsplanung
2. Ernährung
3. aktive und passive Maßnahmen

18.4.1 Trainingsplanung

Die Trainingsplanung ist notwendig, um Training – und dazu gehört auch die Regeneration – optimal steuern und regeln zu können. Dies beginnt bereits bei der Planung einer einzelnen Trainingseinheit. Hier gilt es folgende Reihung zu beachten:
- keinerlei ermüdende Belastungsformen (z.B. Ausdauertraining, Zirkeltraining) zu Beginn der Trainingseinheit,
- kein Kraftausdauertraining zu Beginn der TE,
- kein langes und intensives Beweglichkeitstraining zu Beginn,
- kein anaerob-laktazides Training zu Beginn der TE,
- immer eine Form des Cooling Down zum Trainingsende durchführen.

Bei täglichem Training sollte die Belastung nicht gleichförmig sondern **wellenförmig** verlaufen. Auf belastungsintensive Tage sollen weniger belastungsintensive Tage folgen. Dies ist aus Sicht der Trainingsmotivation besser und die Trainingsanpassung ist dabei effektiver als bei einem eher **monotonen** Verlauf. Dabei zu beachtende Steuerungselemente sind die Variation von taktischem und technischem Training sowie dem Muskelsplitting im Hinblick auf das Konditionstraining. Durch die Variation dieser Parameter kann die TE variabel von der Belastung her gesteuert werden. Bei fünfmaligem Training pro Woche ist z.B. die **Grundlagenausdauer** eine entscheidende Komponente der Regeneration. Je besser die Grundlagenausdauer der Spieler ist, umso schneller werden sie sich von einem bis zum nächsten Trainingstag erholen. Den möglichen Verlauf einer Woche – bei täglichem Training – zeigt die Abbildung 18.3.

3:1- und 2:1-Regel

Dieses Prinzip kann strukturiert ergänzt werden durch die sogenannte **3:1- und 2:1-Regel** . Auf zwei harte Tage folgt ein leichterer Tag und auf drei harte Tage folgt ein leichterer Tag. Dieses Prinzip kann auf Wochen bzw. Monate übertragen werden. Es muss dabei auf den Wettkampfkalender abgestimmt werden.

Bei Sportlern, welche nur zwei- bis dreimal pro Woche trainieren, sind solche Überlegungen nicht notwendig. Man kann und soll zwei- bis dreimal intensiv trainieren. Normalerweise reicht die Zeit aus, um bis zum nächsten Training zu regenerieren. Am besten wäre es, wenn zwischen den Trainingseinheiten jeweils ein freier Tag liegen würde. Vorsicht ist bei Sportlern geboten, die am Freitagabend Training haben und samstags einen Wettkampf oder ein Spiel absolvieren müssen. Hier sollte dann freitags nicht maximal intensiv oder zu umfangreich trainiert werden, da die Erholung unter Umständen samstags noch nicht vollkommen abgeschlossen sein könnte. In der Folge könnte die Leistung darunter leiden.

18.4.2 Ernährung und Regeneration

Ein weiterer wichtiger Faktor in der Regeneration ist die Ernährung. Sie kann – je nach Sportart/-Disziplin – wesentlich zur effektiven Regeneration beitragen. Durch die körperliche Belastung in Training und Wettkampf werden im Körper Substrate verbraucht. Diese gilt es wieder zu ersetzen. Die ersten 45 Minuten unmittelbar nach der Belastung in Training oder Wettkampf sind eine sehr

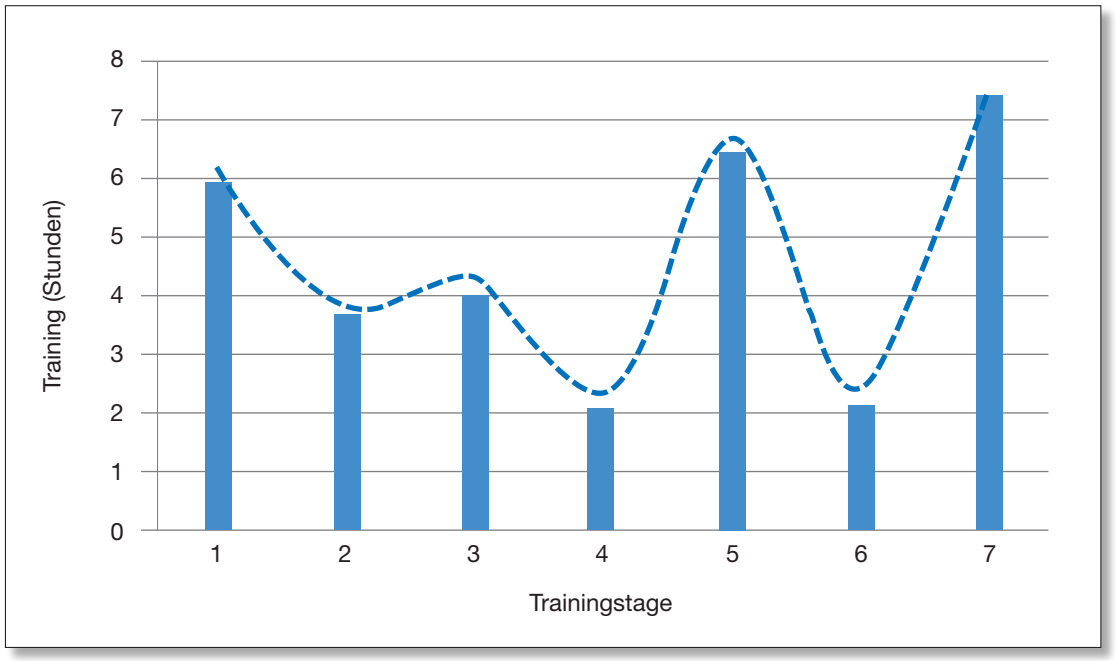


Abb. 18.3: Prinzip der alternierenden harten und leichten Trainingstage (*Friedrich* 2011)

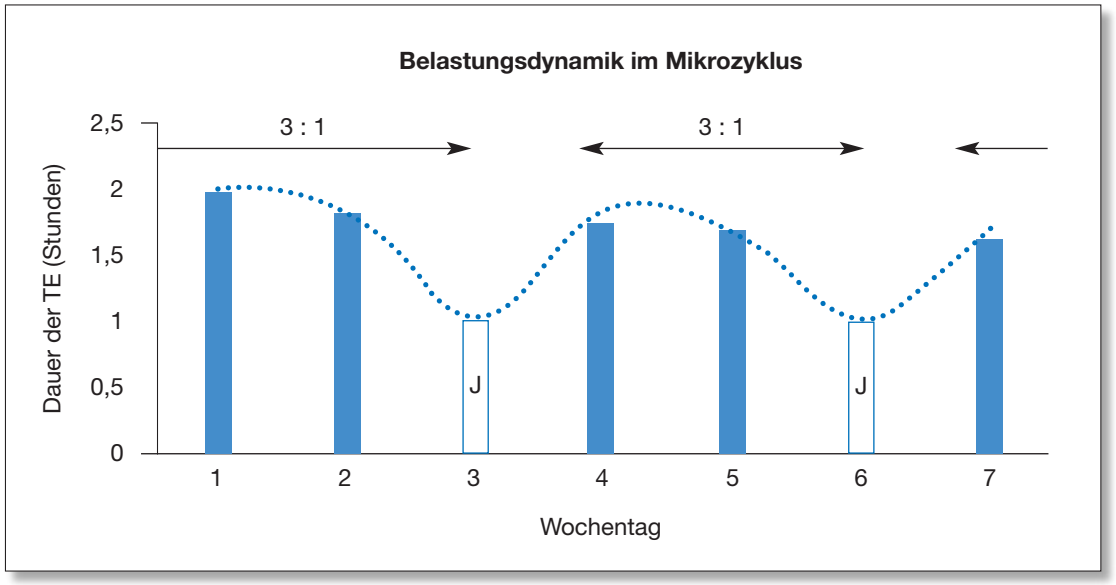


Abb. 18.4: Die 3:1- und 2:1-Regel in der Trainingsplanung (*Friedrich* 2011)

sensible Phase, in der ein Sportler mit relativ einfachen Mitteln die Regeneration positiv beeinflussen kann:

1. Wiederauffüllen des durch Schweißverlust veränderten Flüssigkeits- und Elektrolythaushaltes,
2. ausreichendes Trinken eines geeigneten Getränks schon während der Belastung,
3. Wiederauffüllen der Muskel- und Leberglykogenspeicher (Kohlenhydrat-Speicher) z.B. durch ein kohlenhydratreiches Getränk,
4. Wiederaufbau von Protein, roten Blutkörperchen und anderen Zellbestandteilen des Reparatur- und Adaptationsprozesses durch eine eiweißbetonte Ernährung,
5. kein Alkohol unmittelbar nach der Belastung, da Alkohol ein Zellgift ist und die Regeneration zum Teil massiv behindert.

Da sich die Anpassung an das Training nicht im Training selbst sondern in den 20–22 Stunden zwischen den Trainingseinheiten abspielt, ist die Ernährung ein entscheidender und relativ einfach beeinflussbarer Faktor, der richtig genutzt werden sollte.

18.4.3 Aktive und passive Regenerationsmaßnahmen

In der Praxis haben sich verschiedene, **aktive und passive Regenerationsmaßnahmen** bewährt, auf die der Sportler wahlweise zurückgreifen kann.

Passive Maßnahmen bekommt der Spieler verabreicht. Diese können die Muskeldurchblutung um das Fünffache steigern und so die Regeneration beschleunigen.

Neben den passiven gibt es noch die **aktiven Maßnahmen**. Hier muss der Sportler selbst etwas tun, wie etwa leichte, dynamische Bewegungen. Durch bestimmte aktive Maßnahmen lässt sich die Durchblutung um mehr als das Zehnfache steigern, wodurch eine noch intensivere Regeneration der Muskelzelle erfolgt.

Aktive Regenerationsmaßnahmen	Passive Regenerationsmaßnahmen
Auslaufen	Massage
Ausradeln	Sauna
Ausschwimmen	*Kneippsche* Güsse
Entspannungsmethoden	Entmüdungsbecken
Ernährung (Essen/Trinken)	Schlaf
Dehnungsübungen	Wärmetherapie und Kältetherapie

Tab. 18.1: Aktive und passive Regenerationsmaßnahmen

18.5 Praktische Anwendung zur Regeneration

Ein Sportler sollte nicht alle hier aufgeführten Maßnahmen **nach dem Training oder Wettkampf** anwenden. Vielen Sportlern fehlen dazu die Möglichkeiten bzw. die Ausstattung oder die Zeit. Außerdem erfordert nicht jede Belastung das volle Regenerationsprogramm. Sehr einfach in der Anwendung ist jedoch z.B. das **Auslaufen** nach intensivem Training oder Wettkampf. Dazu genügen – je nach Intensität und Dauer des Trainings bzw. eines Spiels – erfahrungsgemäß ca. 7–10 Minuten, bei einem Pulsschlag von 110–120 Schlägen/Minute. Nach dem Auslaufen können ein paar **aktiv-dynamische Dehnungsübungen** erfolgen, oder passiv-statische Dehnungsübungen zur **Muskeltonussenkung**. Auch Übungen auf der **Black Roll** eignen sich dazu. Bei der Black Roll handelt es sich um eine kleine, feste Kunststoffrolle, auf der ein Sportler »rollend« neben der Tonussenkung besonders gut die Muskelfaszien behandeln kann. Dann sollte man innerhalb der ersten 45–60 Minuten nach Belastungsende unbedingt etwas trinken. Alkohol steht hier auf dem Index, denn Alkohol direkt nach dem Training macht zum Teil Trainingseffekte zunichte und behindert die Regeneration. Nach der Körperhygiene (Duschen) kann man gemäß den *Kneippschen* Anwendungen (nach dem Pfarrer *Sebastian Kneipp* benannt) – je nach Sportart/Disziplin – sowohl die Beine als auch die Arme für ca. zwei bis drei Minuten unter kaltes Wasser halten. Diese Anwendungen haben eine sehr gute regenerative Wirkung. Zuhause kann man ruhig noch eine Kleinigkeit – am besten Kohlenhydrate und Eiweiß zusammen – essen, also z.B. ein Vollkornbrot mit Käse oder Putenbrust belegt sowie ein Joghurt. Danach gilt es genügend lange zu schlafen. Wichtig für erholsamen Schlaf ist, dass man schnell einschläft und als Erwachsener versuchen sollte, zwischen sechs und neun Stunden zu schlafen. Wer nicht gut »abschalten« kann, dem sei die (sehr einfach zu erler-

nende) Jacobson-Entspannung kurz vor dem Einschlafen empfohlen. Die psychische Regeneration darf im Sport nicht ignoriert werden. Wenn im Training dazu keine Zeit ist, kann (sollte) man diese zuhause durchführen.

Nach sehr anstrengenden Wettkämpfen oder Trainingseinheiten kann man auch noch am nächsten Tag Ausradeln oder Ausschwimmen. Wichtig ist zu wissen, dass man am Abend vor einem wichtigen Turnier nicht hoch intensiv und erschöpfend trainieren sollte, da unter Umständen die Erholung am nächsten Tag noch nicht vollständig abgeschlossen sein könnte. Auch Saunagänge sind hier nicht sinnvoll. Es gilt grundsätzlich: je umfangreicher und intensiver die sportliche Belastung war, umso intensiver und umfangreicher muss die Regeneration erfolgen.

Tabelle 18.2 zeigt mögliche Trainingsabläufe, in die regenerative Maßnahmen integriert sind.

Trainingsform	1. Regenerative Maßnahme	2. Regenerative Maßnahme	3. Regenerative Maßnahme
Handball-Training	Auslaufen	Dehnungsübungen	Kalt-Warm-Duschen
Volleyball-Training	Fahrradergometer	Dehnungsübungen	Kneippsche Güsse
Tischtennis-Training	Auslaufen	Jacobson-Entspannung	Sauna
Leichtathletik-Training	Auslaufen	Black Roll	Entmüdungsbecken
	Zeitschiene		

Tab. 18.2: Trainingseinheiten mit integrierten Cooling Down Möglichkeiten (Black Roll: kleine, schwarze Kunststoffrolle zur Muskeltonussenkung; Jacobson-Entspannnung: einfach zu erlernende Entspannungsmethode)

18.6 Zusammenfassung

Bei einem zwei- bis dreimaligen Training pro Woche ist aerobe Grundlagenausdauer die konditionelle Grundlage für eine optimal verlaufende Regeneration. Je besser der Sportler bzw. Athlet ausdauertrainiert ist, umso schneller und effektiver kann er sich in Satzpausen oder Halbzeitpausen sowie nach dem Training oder Wettkampf erholen. In der Trainingsplanung sollte man auf das Cooling Down nach Trainings- oder Wettkampfende ebenso wenig wie auf das Aufwärmen verzichten. Dazu bieten sich die aktiven und passiven Regenerationsmaßnahmen an. Der letzte Bereich, auf den man achten sollte, ist eine ausgewogene, gesunde und sportgerechte Ernährung. Sie trägt entscheidend zur Optimierung der Trainingsanpassung und Erholung bei.

Aufgaben

- Welche konditionelle Fähigkeit ist für Sportler, die zwei- bis dreimal pro Woche trainieren die entscheidende, um gut regenerieren zu können?
- Welche regenerationsbeeinflussenden Faktoren sind Ihnen bekannt?
- Was sind die Kennzeichen von zentraler bzw. peripherer Ermüdung?
- Welche Warnzeichen für Übertraining kennen Sie?
- Welche Einflussmöglichkeiten hat man durch Ernährung auf die Regeneration?
- Welche aktiven und passiven Regenerationsmaßnahmen kennen Sie?

19 Bewegungskorrektur im Sport

Ein zentrales Thema für den Trainer in der Praxis ist die Korrektur von Bewegungsfehlern bei der Bewegungsausführung. Wer bei der Bewegungskorrektur notorisch an Sportlern herumnörgelt, sie beleidigt und sich permanent als Besserwisser aufspielt, muss sich hinterher nicht wundern, wenn die angestrebten Ergebnisse nicht zu seiner vollständigen Zufriedenheit ausfallen.

Bewegungskorrektur ist immer auch Kritik am Sportler und daher ein psychologisch hoch sensibles Thema!

Merke

Gute Trainer zeichnen sich in der Bewegungskorrektur durch ihr kommunikatives und psychologisches Können aus!

Aus Sportlersicht hat die Information, die er vom Trainer erhält, grundsätzlich eine Orientierungsfunktion. Sie umfasst

- aufbauend-motivierende,
- rückmeldend-bekräftigende und/oder
- korrigierende Aspekte.

Nicht jeder Sportler tritt mit den gleichen Voraussetzungen an, was das Bewegungslernen anbetrifft. Wenn man bei Kindern feststellt, dass sie Lernschwierigkeiten haben, so muss man als Trainer darauf Rücksicht nehmen. Für ein solches Kind oder Jugendlichen muss man sich u.U. mit weniger perfekten Bewegungstechniken zufrieden geben. Hier steht dann etwas mehr die Stabilisierung der Bewegung im Vordergrund, man versucht aus den vorhandenen, bescheidenen Möglichkeiten das Optimale herauszuholen.

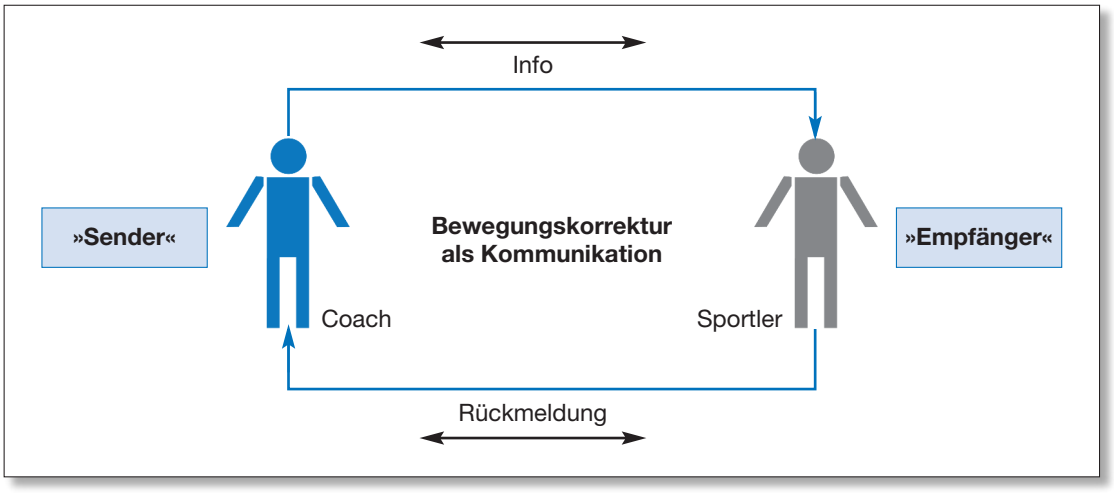


Abb. 19.1: Bewegungskorrektur als Kommunikation

19.1 Grundsätze der Bewegungskorrektur im Sport

Die zentrale Frage, die sich jeder Trainer stellt, ist: »Wann handelt es sich um einen Fehler, wie kann ich ihn erkennen?« Zunächst einmal existiert ein Idealbild einer Bewegungstechnik, meist orientiert an den Techniken von Spitzensportlern. Die Idealtechnik wird dann z.B. in einem Lehrbuch als Bildreihe abgedruckt. Man kann auch biomechanische Überlegungen mit berücksichtigen. Sie stellt den sogenannten **Soll-Wert** dar. Die Technik, die der zu korrigierende Sportler zeigt, stellt den Ist-Wert dar. Bei der Korrektur vergleicht man also **Ist-Wert** und Soll-Wert (vgl. Abb. 19.2).

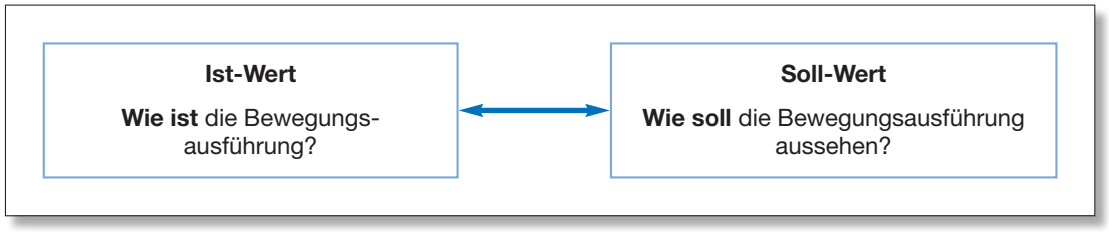


Abb. 19.2: Bewegungskorrektur als Soll-Istwert-Vergleich

Die Basis für eine erfolgreiche Bewegungskorrektur ist das Wissen, wie eine sportliche Technik/Bewegung genau auszusehen hat. Je detaillierter das Wissen des Trainers über diese Bewegung ist, umso besser kann er letztendlich korrigieren. Das Ziel der Bewegungskorrektur besteht darin, den Ist-Wert dem Soll-Wert so nahe wie möglich zu bringen.

19.2 Vor lauter Wald den Baum nicht sehen – Blickstrategie in der Bewegungskorrektur

Bei den meisten Bewegungstechniken im Sport handelt es sich um komplexe Gesamtkörperbewegung. Hinzu kommt, dass die Bewegungen mitunter sehr schnell ausgeführt werden.

Hauptfehler

Fehlerursachen ziehen Fehlerwirkungen nach sich. Zunächst einmal gilt es, den **Hauptfehler** zu suchen. Grundsätzlich muss man bei mehreren Fehlern versuchen eine Fehlerhierarchisierung zu erstellen, also eine Bewertung vorzunehmen, welcher Fehler durch Bewegungskorrektur den größten Erfolg verspricht, und welcher Fehler für den Bewegungserfolg weniger bedeutsam ist. Die Kunst des Trainers besteht also darin, trotz eines komplexen Fehlerbildes den ursächlichen Hauptfehler zu ermitteln. Als positive Rückmeldung, ob man den Hauptfehler entdeckt hat, dient eine deutliche Qualitätsverbesserung der Bewegung bei den darauf folgenden Versuchen.

19.2.1 Blickverhalten

Beim Verfolgen sich bewegender Objekte im Sport versucht man durch Augenfolgebewegungen das Objekt »einzufangen« und die Bewegung zu begleiten. Der Kopf wird dabei wie eine Kamera mit der Bewegung »mitgezogen«. Diese Beobachtungstechnik ist genauer als das Anwenden von **Sakkaden**, den Blicksprüngen. Sakkaden setzt man schwerpunktmäßig eher bei sehr hohen Objektgeschwindigkeiten ein. Aber auch bei ruhenden Objekten kann man damit arbeiten. Schaut man sich die Ausgangsposition eines Kugelstoßers an, kann man zuerst die Beine/Füße erfassen, danach »hochspringen« zum Arm-/Kopf-Schulterbereich.

Wichtig ist für den Trainer, dass er weiß, welches die **Hauptfunktionsphase** der Bewegung ist. Ohne eine Schlagarmbewegung ist ein Tischtennisschlag nicht als ein solcher zu erkennen, ohne die Wurfbewegung des Armes ist dies auch bei einem Speerwurf nicht möglich.

19.2.2 Beurteilungsleistung von Trainern

Die Qualität der Bewegungskorrektur eines Trainers, seine Beurteilungsleistung, wird von zwei Komponenten bestimmt. Zum einen von der **Beobachtungskompetenz**, die durch die Seh- und Blickstrategie (Sakkaden, Augenfolgebewegungen), die Blickmotorik (schnelles Erfassen von Objekten) und der Bewegungs- und Sehschärfe (Leistungsfähigkeit der Augen) bestimmt wird. Die **Beurteilungskompetenz** wird von der Sollwert-Präzision (Wissen über die Idealtechnik, das Technikleitbild), dem Analogieschluss (was man nicht sieht »in der Vorstellung« ergänzen können) und der Bewegungserfahrung (selbst in der Sportart aktiv gewesen sein) bestimmt. An dieser Stelle soll betont werden, dass das Wissen über das Technikleitbild ein entscheidender Faktor für eine erfolgreiche Bewegungskorrektur ist. Ein Trainer muss wissen, wie eine korrekte Bewegung auszusehen hat (vgl. *de Marées* 2003).

Trainerstandort

Es gibt mehrere Standorte des Trainers, die er für eine Korrektur einnehmen kann:

- direkt neben der Wurf- oder Schlagarmseite, welche die Bewegung ausführt; direkt neben dem Spieler (die beste Position)
- vorne, frontal zum Sportler
- hinten, hinter dem Sportler
- neben der Nicht-Bewegungsarmseite

Fehler können aber auch noch auf andere Ursachen zurückgeführt werden, was Abbildung 19.3 veranschaulicht.

Ideomotorisch bezieht sich auf die Bewegungsvorstellung. Wenn der Sportler keine richtige Vorstellung von der Bewegung hat, kann dies eine weitere mögliche Fehlerquelle darstellen. Wenn ein Sportler ermüdet oder gar erschöpft ist, können Fehler konditionell bedingt sein. Liegt ein Problem in der Bewegungssteuerung und Bewegungsregelung vor, ist es möglich, dass der Fehler koordinativ begründet ist.

Hier kann der Trainer über Bildfolgen, perfekte Eigendemonstrationen oder Trockenübungen dem Lernenden helfen (vgl. DLV, 2010).

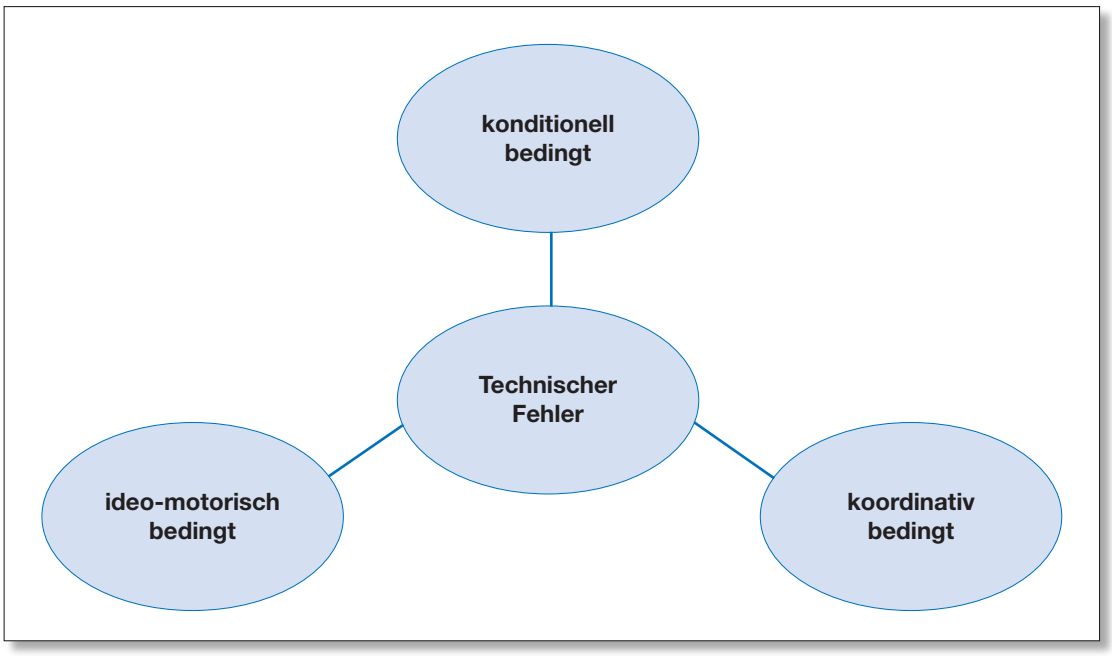


Abb. 19.3: Ursachen für technische Fehler (mod. nach DLV 2010)

19.3 Zur Modalität der Korrektur

Grundsätzlich bieten sich folgende Modalitäten der Bewegungskorrektur an:
- verbal
- taktil
- optisch
- mittels methodischer Hilfsmittel (Bildreihen, Video)

Verbale Korrektur

In der Regel erfolgt die **verbale Korrektur** dadurch, dass der Trainer dem Sportler erklärt, was er tun soll. Man spricht hier von regelbasierten Instruktionen, wenn wir einem Spieler die Bewegung entsprechend beschreiben.

Taktile Korrektur

Bei der **taktilen Korrektur** geht es darum, dem Lernenden z.B. den Schlagarm oder Wurfarm zu führen. Ein erwachsener Trainer sollte, bevor er diese Korrektur bei einem Kind oder Jugendlichen durchführt, diesen darüber informieren: »Ich werde dir jetzt den Arm führen, um den Schlag zusammen mit dir zu spielen. Ist das okay für dich?« Es ist nicht in Ordnung, dies ohne Vorinformation und Einverständnis zu tun! Diese Form der Korrektur bietet sich vor allem im Anfängerbereich an.

Optische Korrektur

Optische Korrektur bedeutet, dass der Trainer selbst die Bewegung demonstriert oder einen Trainingsteilnehmer darum bittet. Voraussetzung ist natürlich eine sehr gute Demonstrationsfähigkeit. Charakteristika der Demonstrationsfähigkeit im Sport sind:
- Mehrfachdemonstration mit kurzer, knapper Erklärung
- Aufmerksamkeitslenkung auf bestimmte Punkte
- Besondere Bedeutung von Timing –, Geschwindigkeitscharakteristika
- Demonstration der Technik in Zeitlupe[1]
- Betonung einzelner Bewegungsphasen

Merke

Wenn man als Trainer eine Bewegungstechnik nicht wirklich gut beherrscht, darf man sie unter keinen Umständen demonstrieren!

Wenn man als Trainer eine Bewegungstechnik nicht wirklich fehlerfrei (nah am Technikleitbild) demonstrieren kann, sollte man sie nicht demonstrieren!

Hingegen können »falsche« Bewegungsdemonstrationen durch den Trainer, welche zeigen sollen, wie der Übende die Bewegung gerade ausgeführt hat, sind jedoch erlaubt und können hilfreich für den Übenden sein.

Für **objektive Schnellinformationen** (Korrektur unmittelbar nach Bewegungsende) hat sich die Videokorrektur im Sport bewährt. Hier kann man bei Fortgeschrittenen und Könnern sehr gute Fortschritte erzielen.

19.4 Inhalt der Informationen

Die Rückmeldung enthält in der Regel zwei Aspekte:
- informatorischer Aspekt
- motivationaler Aspekt

1 Als sehr effektiv haben sich Zeitlupendarstellungen bei der Bewegungskorrektur herausgestellt. Der Sportler bekommt pro Zeiteinheit eine verringerte Informationsmenge dargeboten. Auch beim Neulernen von Bewegungen hat sich diese Technik bewährt. Dabei ist eine dreifache Wiederholung im Ergebnis besser als seine einmalige Wiederholung.

Sachinformation

Neben der Sachinformation, was der Sportler bei der Bewegung »gut, richtig, schlecht oder falsch« gemacht hat, wird gleichzeitig auch immer eine psychologische Botschaft übermittelt.

Merke

Bei der Bewegungskorrektur sollte immer die Übermittlung des Sachinhaltes im Vordergrund stehen!

nonverbale Botschaften

Die Bewegungskorrektur hat sehr viel mit Psychologie zu tun. Was nützt die beste Sachinformation, wenn sie gleichzeitig durch eine ungeschickte oder unbedachte Gestik und Mimik oder eine unbedachte Äußerungen des Trainers karikiert wird?! Sogenannte **nonverbale Botschaften** werden schneller gesendet und empfangen als verbale Botschaften. Der **Gesichtsausdruck** spielt zusammen mit dem **Blickkontakt** sowie der **Körpersprache**, **Gestik** und **Körperhaltung** bei der Bewegungskorrektur eine nicht zu unterschätzende Rolle. Nonverbale Botschaften übermitteln Bewertungen wesentlich effektiver. Sie sind ein wirksames Instrument, sprachliche Informationen zu ergänzen oder zu unterstützen und die Sportler entsprechend zu motivieren!

Merke

Die psychologischen, menschlichen und pädagogischen Auswirkungen der Bewegungskorrektur müssen stets mitberücksichtigt werden!

19.5 »Nicht«-Anweisungen in der Bewegungskorrektur

Ein relativ weit verbreitetes Phänomen in der Bewegungskorrektur ist das des **»rosa Elefanten«** bzw. der **»Nicht-Anweisungen«** im Sport. Dies liegt vor, wenn man seine Korrekturen folgendermaßen formuliert: »**Nicht** den Fuß nach hinten ziehen!« oder »**Nicht** den Schläger so weit nach vorne schwingen!« Wenn ich einen Menschen auffordere, **nicht** an einen rosa Elefant zu denken, wird er aber i.d.R. genau dieser Aufforderung nicht nachkommen. Er denkt dann an einen rosa Elefanten, obwohl er das doch nicht soll! Auf die Bewegungskorrektur übertragen kann dies bedeuten, dass der Sportler nach der Korrektur genau das tut, was der Trainer durch seine Korrekturanweisung verhindern wollte!

In der Bewegungskorrektur ist es wichtig, dem Sportler zu sagen, was er machen soll und nicht, was er nicht machen soll!

Häufig kann man bei Coaches auch hören, dass der Fehler einer Bewegung folgendermaßen korrigiert wird: »Was war denn das jetzt wieder für ein Mist?« Diese Korrekturanweisung beinhaltet keine Sachinformation! Mit einem solchen Hinweis kann ein Sportler nichts anfangen. Das sind keine guten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Bewegungskorrektur.

Aus Sicht der Motivation ist anzumerken, dass man bei der Korrektur – wenn möglich – auch immer etwas Positives hervorheben sollte. Wird eine Verbesserung festgestellt, sollte man den Spieler loben. Jedoch: **Lob sollte immer gezielt eingesetzt werden!** Etwas zu loben, wenn es nichts zu loben gibt, ist dem Spieler gegenüber unfair und methodisch unsinnig.

Merke

Korrekturen machen nur Sinn, wenn sie sich auch in Bewegung umsetzen lassen!

19.6 Menge und Genauigkeit der Information

Grundsätzlich sind diese beiden Gesichtspunkte der Bewegungskorrektur vom Niveau der Sportler abhängig. Je niedriger das sportliche Niveau, umso geringer sollte die Menge der Informationen sein. Mit steigendem Niveau kann die Genauigkeit des Feedbacks zunehmen. Bezüglich der Informationsmenge sollte der Trainer berücksichtigen, dass eine bis maximal zwei Informationen gegeben werden sollten. Mehr kann auch ein Könner nicht umsetzen. Selbst Spitzensportler reagieren u.U. empfindlich, wenn man sie in der Bewegungskorrektur »zutextet«.

Generell wird seit ein paar Jahren diskutiert, ob die Sportler auf den verschiedenen Stufen des Technikerwerbs eng an der Normtechnik oder unter bewusst erzeugten Varianten geführt werden sollen. Wahrscheinlich ist eine Zwischenlösung das Optimale. Abweichungen von der Norm können dann als Erweiterungen des Bewegungserfahrungsschatzes gesehen werden (vgl. DLV, 2010).

Generell gilt bei der Bewegungskorrektur: **Weniger ist mehr!**

19.7 Korrektur und Kommunikation

Bei der mündlichen Korrektur ist es wichtig neben der Wortwahl (Stichwort: »rosa Elefant«), auch auf den Tonfall des Gesagten zu achten.

Auch die Entscheidung, ob man erklärt, zeigt oder beides zusammen anwendet, ist nicht immer einfach. Zudem muss man berücksichtigen, ob man ein Kind oder einen Erwachsenen korrigiert (Stichwort: **Adressatenangepasste Sprache**). Ein kommunikativ gut geschulter Coach zeichnet sich v.a. dadurch aus, dass er die Stimmung und Einstellung des Sportlers genau einschätzen kann und sein eigenes Verhalten und seine Sprache daran orientieren kann. Beide müssen quasi auf einer Frequenz senden und empfangen. Der Coach ist es, der sein Verhalten und seine Sprache dem Sportler gegenüber anpassen muss, nicht umgekehrt!

In Abbildung 19.4 ist zu erkennen, dass ein Könner über bessere Fähigkeiten zur Verarbeitung und Umsetzung von Korrekturinformationen verfügt wie ein Fortgeschrittener, und dieser wiederum über bessere als ein Anfänger. **Mit steigendem Spielniveau steigt die Fähigkeit zur besseren Umsetzung von Korrekturen an.**

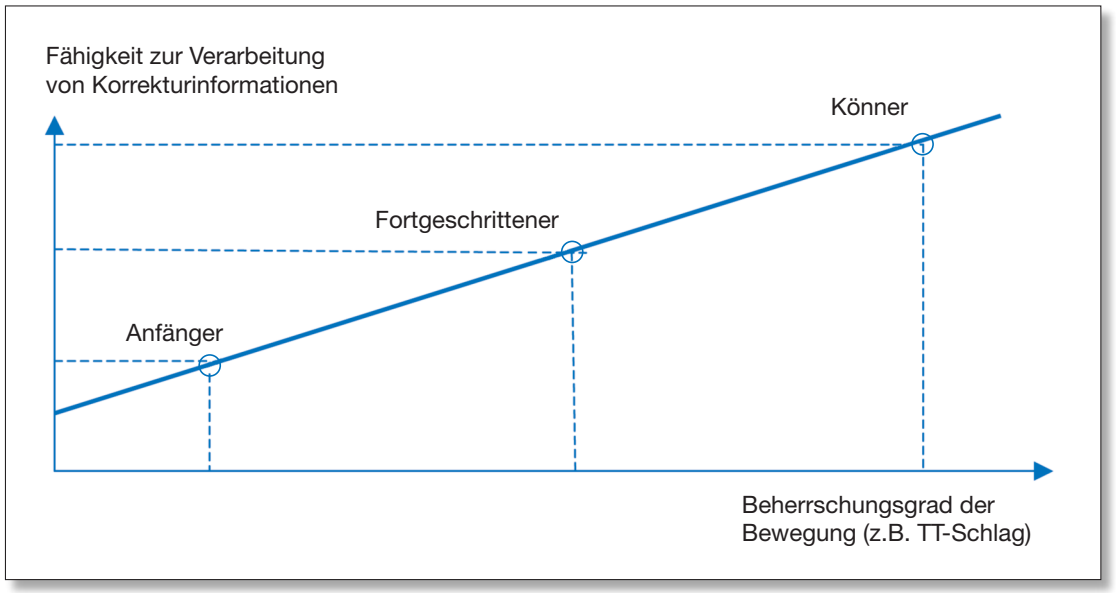


Abb. 19.4: Informationsverarbeitungsfähigkeit und Automatisierungsgrad von Bewegungen (mod. nach *Grosser* u. *Neumaier* 1982)

Bewegungsempfinden, Bewegungsvorstellung sowie das Erfühlen und Spüren der eigenen Bewegung ist bei einem Anfänger noch viel zu schwach ausgeprägt, um Korrekturen einer Videoanalyse umzusetzen. Dies veranschaulicht Abbildung 19.4. Beim technischen Feinschliff von **Könnern** ist die Videoanalyse dagegen fast unverzichtbar. Vor allem bei schnellen Sportarten wie z.B. Tischtennis oder Badminton ist das menschliche Auge häufig überfordert und macht einen Videoeinsatz (oder Smartphone bzw. Tablet-PC) überlegenswert.

19.8 Analogien in der Bewegungskorrektur

Bei Schülern und Anfängern ist es wichtig, in der Bewegungskorrektur mit Bildern bzw. **Analogien** zu arbeiten. Man kennt dies aus dem Sportunterricht indem man z.B. Tiere als Analogien nennt: »Versucht euch zu strecken wie eine Giraffe, bewegt euch leichtfüßig wie die Raubkatzen!«

Mit Analogien lernen vor allem Anfänger und leicht Fortgeschrittene relativ gut. Sie tun sich jedoch mit Bewegungsanweisungen schwerer (*Schlapkohl* et.al. 2010). Man muss deshalb aber nicht auf Bewegungserklärungen bei ihnen verzichten. Die Bewegungserklärung muss altersangepasst, verständlich, knapp und akzentuiert erfolgen. Schließlich geht es darum, bei den jungen Sportlern auch ein Bewegungswissen aufzubauen. Hier sind sehr genaue und konkrete Bewegungsanweisungen einzusetzen. Mit ansteigendem Niveau sollten Analogien in der Bewegungskorrektur immer weniger eingesetzt werden.

Neben der natürlich überwiegenden, individuellen Korrektur hat der Coach auch die Möglichkeit, alle zusammenzurufen, um eine **Gruppenkorrektur** durchzuführen. Dies bietet sich an, wenn bei vielen Spielern derselbe Fehler beobachtet werden kann. Hierbei ist zu beachten, dass man aus psychologischen Gründen nicht immer denselben Spieler als Negativbeispiel in der Gruppenkorrektur als **Demonstrationsobjekt** nehmen sollte.

19.9 Frequenz der Information

Vorsicht ist geboten bei der Bewegungskorrektur mit der Regel »Viel hilft viel!« Untersuchungen haben gezeigt, dass ein zu hartnäckiges und zu häufiges Korrigieren auch lernhinderlich sein kann. Beim Bewegungslernen von Anfängern scheint eine gemittelte und reduzierte Korrektur gute Ergebnisse zu erbringen. Gemittelt heißt, dass man den Mittelwert der Fehler anspricht. Reduziert bedeutet, dass man mehrere Versuche in der Korrektur zusammenfasst. Hierbei muss man natürlich von Sportart zu Sportart unterscheiden.

Praxisbeispiel

Man schaut sich zum Beispiel 5–10 Schlagwürfe im Handball oder Topspinschläge im Tischtennis an, und gibt dann eine Fehlerrückmeldung über den Mittelwert der beobachteten Bewegungen.

Zu häufige Korrekturinformationen können gerade bei Anfängern einer Stabilisation entgegenwirken. Da aber gerade in den vielen Sportarten/Disziplinen auch die Möglichkeit der Einzelkorrektur existiert, gilt es für den Trainer entsprechend seiner Zielsetzung zu variieren!

19.10 Zeitpunkt der Information

Grundsätzlich unterscheidet man drei **Zeitpunkte** der Korrektur:

- **Vorkorrektur** → bevor die Bewegung ausgeführt wird
- **Synchronkorrektur** → während der Bewegungsausführung
- **Schnellkorrektur** → nach der Bewegungsausführung

Als erfahrener Trainer kennt man die problematischen Knotenpunkte einer Bewegung und kann bereits im Vorfeld einen speziellen Hinweis dazu geben.

Vorkorrektur

Vorkorrektur: informierend, steuernd und motivierend

- orientiert am Bewegungsziel
- Reduktion auf das Notwendige

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, während der Spieler übt (synchron) verbal zu korrigieren. Die Synchronkorrektur sollte sich auf ein Merkmal beschränken und verständlich sein. Sie eignet sich im Sport sehr gut dazu, die Bewegungsdynamik zu unterstützen.

Synchron-korrektur

Synchronkorrektur: lenkend, begleitend

- stimulieren
- die Bewegungsausführung unterstützend

Hat sich in der Praxis jedoch als problematisch erwiesen, da der Sportler sich nicht gleichzeitig auf seine Bewegungsausführung und die Zurufe des Trainers konzentrieren kann.

Die wohl häufigste Form der Korrektur ist die Schnellkorrektur.

Schnellkorrektur

Schnellkorrektur: Verbindung mit Bewegungsempfindungen der Sportler

- Bezug zur Vorinformation
- ca. 1–2 Schwerpunkte

Nicht lange zögern, sondern: **Unmittelbar korrigieren!**
Weiter gilt: **Sofort wieder ausprobieren lassen**.

Nach einer Korrektur sollte ein Trainer nie sofort weggehen, sondern beobachten, wie der Sportler versucht, die Korrektur umzusetzen.

Diese Erkenntnisse müssen bei der Video-Korrektur immer mitbedacht werden. Der Erfolg einer Video-Korrektur ist somit von seinem Timing abhängig.

19.11 Externer und interner Fokus

Wenn man sich als Trainer bei der Bewegungskorrektur auf den Körper selbst konzentriert (z.B. Arme, Beine, Hand etc.), so spricht man vom **internen Fokus**. Lenkt man die Aufmerksamkeit auf den Effekt, den man mit der Bewegung erzielen möchte, spricht man vom **externen Fokus**.

In einer Studie sollten Anfänger lernen, sich auf Rollen eines Ski-Simulators zu bewegen. Eine Gruppe erhielt den Hinweis, den jeweils äußeren Fuß zu belasten (interner Fokus). Die zweite Gruppe sollte anstelle des Fußes die Rollen (**externer Fokus**) belasten, die sich direkt unter den Füßen befanden. Die Aufmerksamkeit der einen Gruppe wurde auf die eigenen Körperbewegung (Füße) gelenkt, die der anderen auf den Effekt der Bewegung, nämlich den Druck auf die Räder. Bereits während der Übungsphase ergab sich ein zunehmender Leistungsvorsprung der Gruppe, die sich auf die Räder konzentrierte. Im Behaltenstest zeigten sich deutliche Lernvorteile für die Gruppe mit externem Aufmerksamkeitsfokus.

Zwei Versuchsgruppen sollten lernen, einen Golfball auf ein 15 Meter entferntes Ziel zu schlagen. Bei der einen Gruppe wurde die Aufmerksamkeit auf die Armbewegung (**interner Fokus**) gelenkt, bei der anderen auf den Schwung des Golfschlägers (**externer Fokus**). Auch hier traf die Gruppe mit dem externen Fokus sowohl während der Übungsphase als auch beim Behaltenstest am Ende das Ziel wesentlich genauer als die Gruppe mit dem internen Fokus.

Grundsätze der Bewegungskorrektur

Sportler verlangen von Trainern häufig und differenziert Rückmeldungen. Dazu sollte der Trainer Folgendes berücksichtigen:

1. Das richtige Maß finden
Die Sportler wollen Informationen zu ihren Schwachstellen. Auch bei der Optimierung bereits erlernter Techniken ist das Feedback ein zentraler Aspekt. Die Sportler wollen nicht wahllos mit Hinweisen überschüttet werden.

2. Den richtigen Zeitpunkt treffen
Der beste Zeitpunkt ist in der Pause zwischen den einzelnen Übungsserien. Der Ermüdungsgrad des Sportlers sollte beachtet werden: Seine Aufnahmefähigkeit ist besser, wenn er noch frisch ist, die Umsetzung ebenfalls. Durch simultane Korrekturen fühlen sich die Sportler irritiert.

3. Sich kurz halten
Das Feedback sollte möglichst kurz gehalten werden und nur zentrale Aspekte beinhalten. Kurze Rückmeldungen vermindern die Gefahr des Missverständnisses. Je pointierter, desto besser sind die Hinweise umzusetzen. Dadurch wird weniger Trainingszeit für Korrekturen aufgewendet.

4. Die Hinweise visualisieren
Dies trägt wesentlich zum Verständnis der Hinweise bei. Hier ist das Vormachen der falschen und der richtigen Bewegung hilfreich. Sinnvoll ist auch der Einsatz von Tablets oder Handys, da der Sportler sich dann selbst sieht.

5. Durch Kompetenz überzeugen
Dazu ist die Fachkompetnez des Trainers entscheidend. »Der Ton macht die Musik« bedeutet, dass ein sachlicher und freundlicher Ton vom Trainer gewählt warden sollte. Ein ruhiges und erklärendes Auftreten ist angebracht. Ausrasten ist völlig deplaziert! Der Trainer sollte dabei auch auf Rückfragen der Sportler eingehen.

6. Durch Rückmeldungen motivieren
Die Rückmeldung hat Einfluss auf die Motivation des Sportlers. Ein Lob kann dazu führen, dass der Sportler sich mehr anstrengt oder dass man diesem Aspekt künftig mehr Aufmerksamkeit widmet. Ein Trainer sollte nicht immer nur Kritik äußern. Der Trainer muss positive Leistungsentwicklungen und Verbesserungen – wenn er sie wahrnimmt – dem Sportler rückmelden.

7. Sich einig sein, wenn mehrere Trainer beteiligt sind
Dies ist für Sportler sowohl auf Vereins- als auch Landes- bzw. Bundesebene wichtig. Dazu sind der Austausch und Gespräche miteinander notwendig (vgl. *Bechthold/Schölermann* 2015).

Aufgaben

- Was bedeutet »interner« bzw. »externer« Focus? Geben Sie jeweils ein Praxisbeispiel.
- Was bedeutet im Hinblick auf die Bewegungskorrektur: »Weniger ist mehr!«?
- Was wissen Sie über die unterschiedlichen Möglichkeiten des Zeitpunkts der Korrektur?
- Warum ist die Psychologie bei der Bewegungskorrektur zu berücksichtigen?
- Welche Modalitäten der Bewegungskorrektur gibt es? Geben Sie dazu jeweils ein Praxisbeispiel.

20 Bewegungslehre

In der Sportwissenschaft ist die Bewegungslehre diejenige Disziplin, welche sich mit den wissenschaftlichen Erkenntnissen über die Bewegungen im Sport befasst. Im Zentrum steht die Bewegung des Menschen im Sport.

20.1 Was ist Bewegung?

Bei Aristoteles (384–322 v. Chr.) bedeutete Bewegung so etwas wie Veränderung, worauf heutige Begriffe wie Friedensbewegung, Studentenbewegung oder Frauenbewegung vom Verständnis her hinweisen. Für den Forscher *Isaac Newton* (1643–1727) bezog sich die Bewegung ausschließlich auf die Ortsveränderung von Objekten.

> Mechanisch betrachtet, ist die Bewegung die Ortsveränderung von Masse.

Fallbeispiel Freistoß im Fußball

In einer Bewegung sind jedoch sensorische Prozesse und motorische Prozesse untrennbar miteinander verbunden. Bei einem Freistoß im Fußball muss der Schütze

- den Ball sehen (die Augen sind dabei die Sensoren),
- seinen Abstand zur Mauer einschätzen,
- die Gesamtentfernung zum Tor einschätzen,
- und die Position des Torwartes wahrnehmen.

Diese Wahrnehmungsergebnisse muss er in seine Bewegungsausführung, den Schuss, einfließen lassen. Durch diese sensorischen Prozesse bestimmt der Freistoßschütze die Geschwindigkeit, die Rotation und die Platzierung des Balles. Diese Wahrnehmungsprozesse sind eine sensorische Leistung. Die fein koordinierte Abstimmung von angespannten zu entspannten Muskeln beim Schuss, die Ausholbewegung des Beines, die Kraft des Schusses durch die Dynamik der Schussbeinbewegung sowie die notwendige Rotation selbst sind motorische Prozesse. Zur Motorik zählen neben den sensorischen und kognitiven auch motivationale und emotionale Teilsysteme und Prozesse (vgl. *Olivier* et al. 2013).

> Eine Bewegung im Sport ist eine Orts- und Positionsveränderung des menschlichen Körpers oder von Teilen des Körpers in seiner Umgebung. Eine Bewegung im Sport ist aus Sicht der Handlungstheorie ein zielgerichteter komplexer Prozess.

Zielgerichtet: Mit jeder Bewegung verfolgt man ein bestimmtes Ziel, versucht damit eine Bewegungsaufgabe zu lösen.

Komplexität: Es spielen physikalische, körperlich-energetische und psychisch-kognitive Steuerungs- und Regelungsvorgänge eine Rolle.

Es handelt sich bei einer sportlichen Bewegung auch um einen **Prozess** mit einem Phasencharakter und ständigen Rückmeldungen der jeweiligen Abschnitte und Resultate (vgl. *Grosser* et al. 1987).

Bewegungen im Sport sind sehr vielfältig, was insbesondere durch Fernsehübertragungen von Großereignissen wie Olympischen Spielen oder Weltmeisterschaften deutlich wird. Als Zuschauer wird man seit mehreren Jahren z. B. über Abflugwinkel im Diskuswurf, Reaktionszeiten von 100-m-Sprintern, Aufschlaggeschwindigkeiten im Tennis, Startzeiten und Geschwindigkeiten im Bobfahren, Pulsfrequenzen von Radfahrern oder im Fußball über zurückgelegte Laufstrecken des Teams und einzelner Spieler, Ballbesitz, Entfernungen des Schützen beim Freistoß zum Tor oder Schussgeschwindigkeiten informiert. Die sehr eigenwillige Form der Fahrerhelme im Zeitfahren im Radsport oder die Sitzposition der Fahrer sowie die Lenkerform wurden u. a. in einem Windkanal entwickelt. Über sehr viel technisches Know-how verfügt in Deutschland das *Institut für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten* (FES) in Berlin (www.fes-sport.de). Folgende Sportarten werden dort technisch unterstützt: Kanu, Radsport, Rudern, Bob, Leichtathletik, Triathlon, Schützen, Segeln, Schwimmen, Rodeln, Skeleton, Eisschnelllauf, Ski und der Deutsche Behinderten Sportverband (DBS). Es wird also in der Bewegungslehre u. a. sehr viel gemessen, vermessen, konstruiert und gestoppt. Die Ergebnisse versucht man in die Praxis einfließen zu lassen. Ein Forschungszweig der Bewegungslehre befasst sich mit der exakten Analyse von Bewegungen.

Biomechanik im Fußball

Manche Fußballer sind in der Lage, den Ball bei einem Schuss so anzuschneiden, dass er eine relativ starke Kurve fliegt. In Deutschland wurde diese Schussart durch den ehemaligen Nationalspieler *Manfred Kaltz* unter dem Begriff **»Bananenflanke«** bekannt, da die Flugbahn des Balles der Krümmung einer Banane ähnelte. Der Spieler trifft den Fußball mit seinem Fuß seitlich von dessen Mittellinie. Der Drall, den dieser schräg angesetzte Schuss annimmt, führt zu dieser charakteristischen Krümmung der Flugbahn, und zwar in dieselbe Richtung wie der Drall des Balles.

Im Internet findet man dazu viele praktische Beispiele, wie z. B. den Freistoß des Brasilianers *Roberto Carlos* aus dem Jahr 1997 im Länderspiel gegen Frankreich. Zu sehen bei: www.youtube.com/watch?v=3ECoR__tJNQ, Zugriff 19.01.2017.

Der ehemalige englische Fußballstar *David Beckham* konnte einen Freistoß aus ca. 23 Meter Entfernung durch Effet um ca. 3,2 Meter von der geraden Schussbahn abweichen lassen (vgl. *Bray*

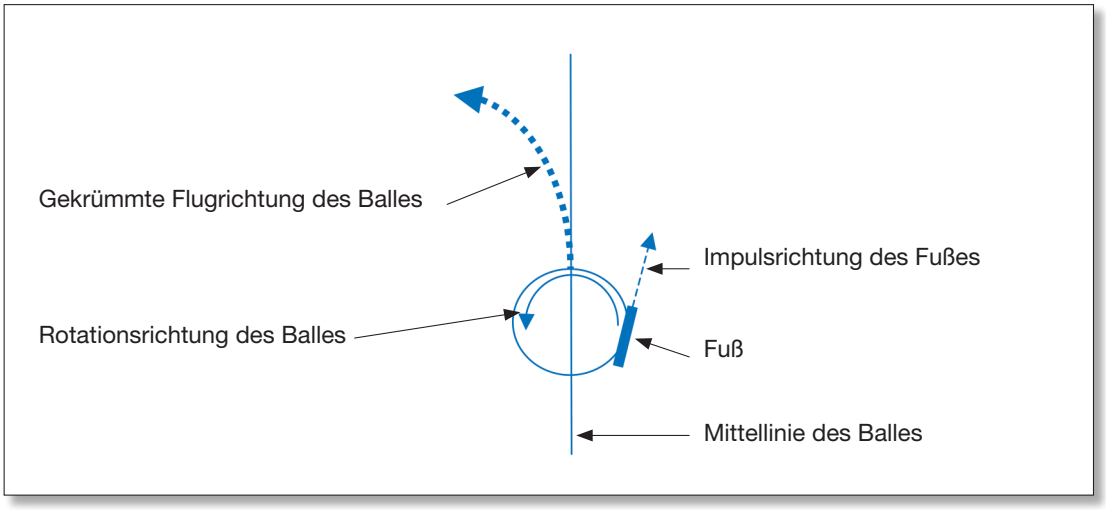


Abb. 20.1: Entstehung des Dralles bei einem Schuss im Fußball

2006). Bei Freistößen im Fußball liegt die Rotation des Balles bei 5 bis 10 Umdrehungen pro Sekunde, also zwischen 300 und 600 Umdrehungen pro Minute.

Diese Rotationsart kommt auch bei Sidespinschlägen von Tischtennisspielern vor (zu sehen bei: www.youtube.com/watch?v=yReKhXsMFMo, Zugriff 19.01.2017).

20.2 Zur Analyse sportlicher Bewegungen

Bewegungslehre

Bewegungen im Sport stehen in vielen Sportarten und Disziplinen im Mittelpunkt von Sportlern und Trainern. Und dies umso mehr, je größer die Bedeutung der Bewegungstechnik als leistungsbestimmender Faktor ist und damit entscheidend für Sieg oder Niederlage ist. Vorbild oder Vorgabe für Trainer und Sportler ist meistens die Technik von Olympiasiegern oder Weltmeistern in ihrer jeweiligen Sportart bzw. Sportdisziplin. Auch Lehrer, welche in der Schule den Schülern bestimmte Bewegungstechniken beibringen wollen, greifen in ihrer Methodik dazu auf Wissen aus der Bewegungslehre zurück.

In der Bewegungsanalyse werden sportliche Bewegungen in ihre Bestandteile zerlegt und ihre Beziehungen zueinander untersucht (vgl. *Olivier* 2013).

Man kann sich bei den Bewegungsanalysen z. B. mit der Aufgabenstellung bei der Bewegung beschäftigen oder in der Technikanalyse mit dem Auffinden von »Fehlern« in der Bewegung. Diese Abweichungen von der Idealtechnik versucht man dann in der Fehlerkorrektur zu beheben.

20.3 Die biomechanische Bewegungsanalyse

Der Begriff der Biomechanik setzt sich zusammen aus »Bios« (griechisch für Leben) und der »Mechanik« als einem Teilbereich der Physik (vgl. *Wick* 2009).

Definition Biomechanik

Definition

Die Biomechanik des Sports ist die wissenschaftliche Disziplin, welche die sportliche Bewegung unter Verwendung von Begriffen, Methoden und Gesetzmäßigkeiten der Mechanik beschreibt und erklärt (vgl. *Olivier* 2013).

Die Mechanik unterteilt man in die Kinematik und die Dynamik und diese wiederum in die Statik und die Kinetik. Die Kinematik beschreibt Bewegungsformen. Die Dynamik befasst sich z. B. mit der Wirkung von Kräften auf Körper. Wenn dabei Beschleunigungsaspekte der Kräfte auftreten, spricht man von der Kinetik, beispielsweise bei einem Spannstoß im Fußball oder Topspin im Tischtennis. Wenn Kräfte sich bei einer Bewegung im Gleichgewicht befinden, so spricht man von der Statik, beispielsweise wenn zwei Judoka sich beide am Judokittel greifen und keiner den anderen bewegen kann.

Die **Dynamik** erklärt die sportlichen Bewegungen aus den auftretenden Massen und den auf sie wirkenden Kräften. Die **Kinematik** erfasst die sportlichen Bewegungen beschreibend, indem sie ihren Verlauf als geometrische Bewegung formuliert. Die **Statik** ist die Lehre vom Gleichgewicht der Kräfte, die an einem ruhenden Körper angreifen. Die **Kinetik** ist die Lehre von den durch die Kräfte hervorgerufenen Bewegungen der Körper (vgl. *Bäumler/Schneider* 1981).

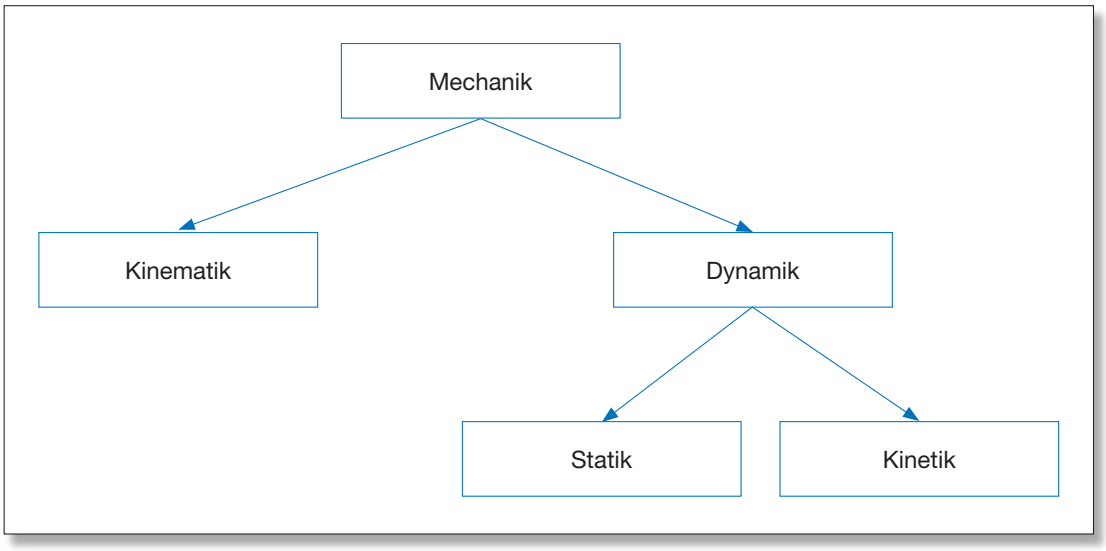


Abb. 20.2: Die Unterteilung der Mechanik (vgl. *Olivier* 2013)

Als Vorläufer der heutigen Biomechanik gelten die Betrachtungen von *Aristoteles* (384–322 v. Chr.) sowie die Überlegungen des Genies *Leonardo da Vinci* (1452–1519). *Da Vinci* wandte als erster Wissenschaftler die Regeln der Mechanik auf das Laufen, Gehen und Schwimmen an und betrieb Studien zum Körperschwerpunkt. Durch die Anatomie, die Aktivität und die Funktion der Organe, Knochen und Nerven erfasste er die menschliche Bewegung systematisch. Weitere wichtige Arbeiten lieferten *Giovanni Alfonso Borelli* (1608–1697) sowie die bahnbrechenden Erkenntnisse von *Sir Isaac Newton* (1643–1727) (vgl. *Wick* 2006, S. 17).

20.3.1 Ziele der Biomechanik im Sport

- Optimierung der Bewegungstechniken der Sportarten / Sportdisziplinen zur Leistungsverbesserung
- Entwicklung und Objektivierung von Leistungskomponenten der motorischen Fähigkeiten (Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer, Beweglichkeit)
- Entwicklung von Messverfahren zur objektiven Erfassung und Bewertung von Bewegungstechniken und motorischen Fähigkeiten

Die Untersuchungsziele der Biomechanik zeigt die Abbildung 20.3.

Präventive Biomechanik: dient der Verbesserung und Ökonomisierung von Bewegungen sowie Wiederherstellung mit dem Ziel, langfristig beschwerdefrei und beschwerdearme Formen anzuwenden.

20.3.2 Biomechanische Aspekte sportlicher Techniken und die biomechanischen Prinzipien

Optimierung der Technik

Die sportlichen Techniken bilden einen sehr wichtigen Forschungsgegenstand der Biomechanik. Die dort gewonnenen Erkenntnisse sollen zu einer Optimierung der Technik beitragen. Unbestritten ist, dass in vielen Sportarten / Sportdisziplinen die Technik einen zentralen leistungsbestimmenden Faktor darstellt.

Wenn es Sportlern beispielsweise mit einer weiterentwickelten Technik gelingt, kontinuierlich bessere Leistungen zu erbringen, wird diese sehr schnell von anderen Sportlern kopiert. In manchen

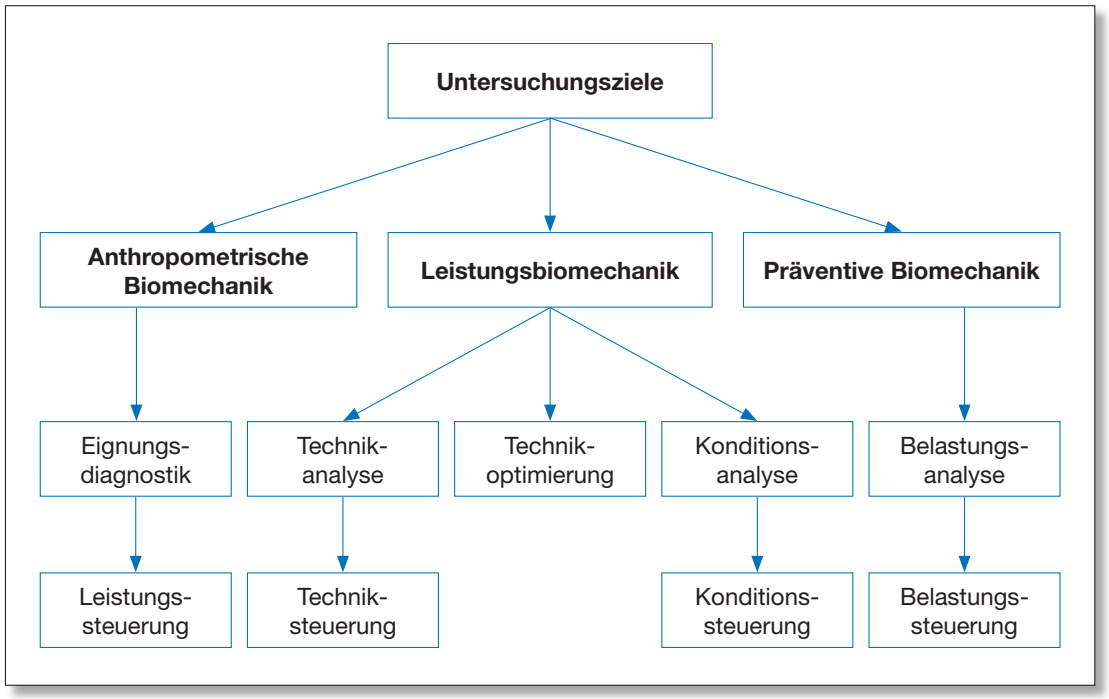


Abb. 20.3: Die Untersuchungsziele der Sportbiomechanik (mod. nach *Wick* 2009, S. 18)

Sportarten existieren unterschiedliche Techniken auch nebeneinander, sofern das Regelwerk dies erlaubt. Hierzu ein paar Beispiele:

- Die V-Technik im Skispringen hat die »alte« parallele Skihaltung abgelöst.
- Der echte Rückhandschlag der asiatischen Penholderspieler im Tischtennis (neue Bewegungstechnik).
- *Grab- oder Trackstart* im Schwimmen existieren nebeneinander.
- Angleittechnik nach *O'Brian* oder Drehstoßtechnik nach *Baryschnikow* im Kugelstoßen existieren nebeneinander.
- Der *Fosbury-Flop* im Hochsprung hat die *Straddle-Technik* abgelöst.

20.3.3 Merkmale der sportlichen Technik

- Die sportliche Technik ist ein äußeres (also sichtbares) Leitbild. Sie ist ein Modell mit bestimmten Kriterien und Merkmalen.
- Die sportliche Technik setzt sich aus einem System von Teilbewegungen zusammen.
- Allgemeine Bewegungsgesetze bilden die Grundlage für sportliche Techniken (z. B. Newton'sche Axiome).
- Sportliche Techniken zielen auf maximale sportliche Leistungen.
- Sportliche Techniken sind Ausdruck von Individualität.
- Sportliche Techniken entwickeln sich ständig weiter und können in Kennlinien dargestellt und durch Parameter charakterisiert werden. (vgl. *Wick* 2009, S. 127).

20.4 Die biomechanischen Prinzipien

Ob eine sportliche Technik wie wir sie bei Spitzensportlern sehen, aus biomechanischer Sicht zweckmäßig ist, kann durch die sportartspezifischen Erkenntnisse der von Hochmuth veröffentlichten »biomechanischen Prinzipien« begründet werden. Wesentliche Zielstellungen für die Anwendung und Nutzung dieser biomechanischen Prinzipien sind:

- Maximierung der Endgeschwindgkeit (z. B. Absprung im Weitsprung, Schüsse im Fußball, Würfe im Handball etc.)
- Minimierung der Zeitdauer (100-m-Sprint, Reaktionszeiten)
- Optimierung der zeitlichen Veränderung
- Optimale Energiezuführung (z. B. für Stöße, Würfe)
- Maximaler Wirkungsgrad der Vortriebsleistung (Rudern, Kajak) (vgl. *Wick* 2009, S. 127)

Hochmuth formuliert **6 biomechanische Prinzipien**:

1. Prinzip der Anfangskraft
2. Prinzip des optimalen Beschleunigungswegs
3. Prinzip der optimalen Tendenz im Beschleunigungsverlauf
4. Prinzip der zeitlichen und räumlichen Koordination von Einzelimpulsen
5. Prinzip der Impulserhaltung
6. Prinzip der Gegenwirkung

Praktisches Anwendungsbeispiel der biomechanischen Prinzipien beim Strecksprung

Vier Ausführungsvarianten des Strecksprungs mit dem Ziel der maximalen Sprunghöhe wurden von den Versuchsteilnehmern ausgeführt:

1. »Normaler« Strecksprung mit Ausholbewegung von Beinen und Armen
2. Strecksprung aus ruhiger Beugestellung, aber ohne Auftaktbewegung
3. Strecksprung ohne Armeinsatz, aber mit Auftaktbewegung der Beine
4. Strecksprung aus maximal tiefer Beugestellung

Ergebnisse:

1. Die größte Sprunghöhe ergab sich bei Armeinsatz und Auftaktbewegung der Beine (Variante 1).
2. Obwohl der Beschleunigungsweg bis zur 4. Variante verlängert wurde, verbessert sich die Sprunghöhe nicht.
3. Fehlender Armeinsatz und fehlende Auftaktbewegung der Beine reduzieren die Sprunghöhe.
4. Ein maximaler Beschleunigungsweg garantiert keine maximale Sprunghöhe (Variante 4).

In Variante 2 wird gegen zwei Prinzipien verstoßen. Es ist keine Anfangskraft vorhanden, da es keine Ausholbewegung gibt, die abgebremst werden muss. Zweitens wurde der optimale Beschleunigungsweg nicht erzielt.

In Variante 3 werden weder der optimale Beschleunigungsweg noch die zeitliche und räumliche Koordination von Teilimpulsen berücksichtigt. Der Strecksprung wird ausschließlich aus den Beinen gesprungen, ohne Armeinsatz. Durch die Blockierung der Armschwungbewegung konnte nur der Beschleunigungsimpuls durch die Streckung der Beine genutzt werden.

Für die schlechten Sprungleistungen in Variante 4 kann der maximale Beschleunigungsweg verantwortlich gemacht werden. Durch die spitzen Winkel im Knie-, Hüft- und in den Sprunggelenken werden die Lastmomente so hoch, dass sie entsprechend große Muskelkraftmomente binden, die nicht für die Beschleunigung genutzt werden können (vgl. *Wick* 2009, S. 128/129).

20.5 Die morphologische Bewegungsanalyse

Die morphologische Betrachtungsweise beschäftigt sich mit den von außen für den Beobachter sichtbaren und wahrnehmbaren Elementen einer sportlichen Bewegung und untersucht deren Beziehungen zueinander.

Für das Techniktraining von Trainern, Sportlern und Lehrern ist sie von großer Bedeutung. In Lehrbüchern von Sportarten sind häufig Techniken in mehreren Einzelaufnahmen zu sehen, welche das sogenannte Technikleitbild für die Fehleranalyse und die Fehlerkorrektur darstellen.

Die morphologischen Bewegungsmerkmale sind nach *Schnabel*:

- Die Struktur der sportlichen Bewegungen
- Die Bewegungsrhythmik
- Die Bewegungskopplung
- Der Bewegungsfluss
- Die Bewegungspräzision
- Die Bewegungskonstanz
- Die Bewegungsstärke
- Das Bewegungstempo
- Der Bewegungsumfang

20.5.1 Zur Struktur sportlicher Bewegungen

Die Struktur einer sportlichen Bewegung stellt das Ergebnis ihrer Analyse dar. Die Elemente der morphologischen Grundstruktur einer sportlichen Bewegung sind:

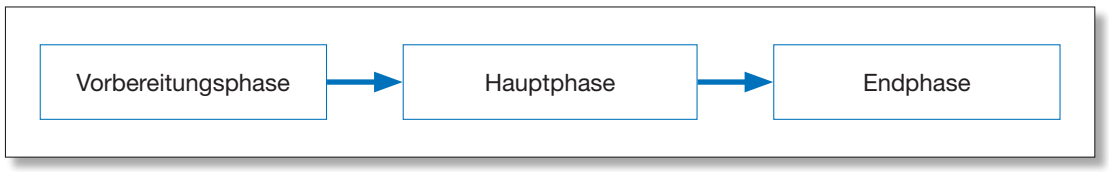


Abb. 20.4: Die morphologische Grundstruktur einer Bewegung

Die Vorbereitungsphase hat die Aufgabe, die Hauptphase optimal vorzubereiten. In der Hauptphase wird die Bewegungsaufgabe direkt gelöst. In der Endphase soll das am Schluss der Hauptphase oft labile Gleichgewicht stabilisiert werden (vgl. *Olivier* et al. 2013).

Man kann sich diese Phasenstruktur z. B. an einem TT-Schlag, dem Rückhand-Topspin, klarmachen (Tab. 20.1).

Man unterscheidet weiterhin **zyklische von azyklischen Bewegungen**. Bei **zyklischen Bewegungen** wiederholt sich der Ablauf der Phasen mehrfach hintereinander und es kommt dabei zu einer Phasenverschmelzung.

Sportliche Bewegungen mit zyklischem Ablauf sind: Radfahren, Rudern, Schwimmen, Laufen. Die Endphase der Bewegung fällt quasi mit der Vorbereitungsphase der nachfolgenden Bewegung zusammen. Es handelt sich von der Grundstruktur her um eine **zweiphasige Bewegung**: Hauptphase – Zwischenphase.

Bei den **azyklischen Bewegungen** wird nach einer einmaligen Ausführung das Bewegungsziel erreicht. Beispiele hierfür sind: Speerwurf, Tischtennisschlag, Tennisschlag, Spannstoß im Fußball, Schlagwurf im Handball, Schmetterschlag im Volleyball oder Wurf im Basketball, Weitsprung, Hochsprung.

Vorbereitungsphase	Hauptphase	Endphase
Ausholphase	**Treffphase**	**Ausschwungphase**
• Beine gebeugt • linkes Bein leicht nach hinten versetzt • dadurch kommt die Schlagarmschulter leicht nach vorne • Schläger wird nach unten hinten geführt, wobei die Schlägerspitze zum Boden zeigt • das Handgelenk wird stark gebeugt und vorgespannt	• der Schläger – Balltreffpunkt liegt vorne zentral vor dem Körper • tangentiales Treffen des Balles im höchsten Punkt	• Abbremsen der Schlagschulterbewegung • Abbremsen der Oberarm- und Unterarmbewegung • Schlägerspitze befindet sich dabei auf Stirnhöhe deutlich vor dem Kopf • zurück in neutrale Ausgangsposition
Schlagphase		
• leichter Bewegungsimpuls nach oben aus den Beinen • leichte Schulterdrehung nach rechts • der Ellbogen ist die zentrale Drehachse • kurz vor dem Balltreffpunkt erfolgt ein dynamisch-explosiver Handgelenkseinsatz		

Tab. 20.1: Dreiphasige Struktur eines TT-Topspinschlages

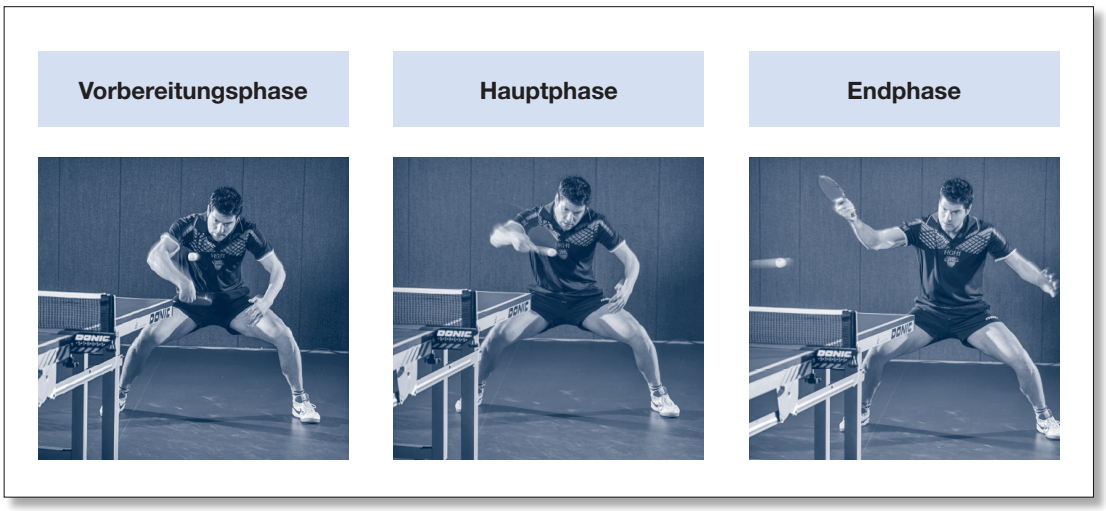


Abb. 20.5: Dreiphasige Darstellung des Rückhand-Topspins vom Bronzemedaillengewinner der Olympischen Spiele London 2012 und mehrfachen Europameisters und Deutschen Meisters *Dimitri Ovtcharov* (mit freundlicher Genehmigung der Firma DONIC)

20.6 Der Magnus-Effekt

Fallbeispiel Fußball

Den oben beschriebenen Drall erzeugt der sog. Magnus-Effekt, benannt nach dem deutschen Physiker *Heinrich Magnus* (1802–1870). Er stellte fest, dass ein senkrechter Zylinder, der um seine Achse rotiert eine seitlich wirkende Kraft erfährt, wenn er einem waagrechten Luftstrom ausgesetzt ist. Bei einem Tischtennistopspin, bei dem der Ball oberhalb seiner Mittellinie getroffen wird, treten ca. 8000–10000 Umdrehungen pro Minute auf, im Tennis ca. 3500 pro Minute. Bei einem Topspin wird der Ball quasi durch den Magnus-Effekt aufgrund des Luftstroms nach unten »gesaugt«, er springt früher auf der gegnerischen Tischhälfte auf als ein Ball ohne Effekt. Bei einem Abschlag eines Torwartes im Fußball mit Rückwärtsrotation tritt der umgekehrte Effekt ein, der Ball bleibt dadurch länger in der Luft und fliegt weiter. Einen Freistoß über eine Mauer ins Tor schießen sollte man deshalb stets mit Topspintechnik und nicht mit Rückwärtsrotation, da der Ball sonst leicht übers Tor segelt. Der Freistoßschütze muss bei einer Mauerüberwindung im Fußball:

1. mit Topspintechnik schießen (Rotation)
2. dem Ball die richtige Dynamik (= Geschwindigkeit, Tempo) mitgeben
3. genau zielen (Präzision).

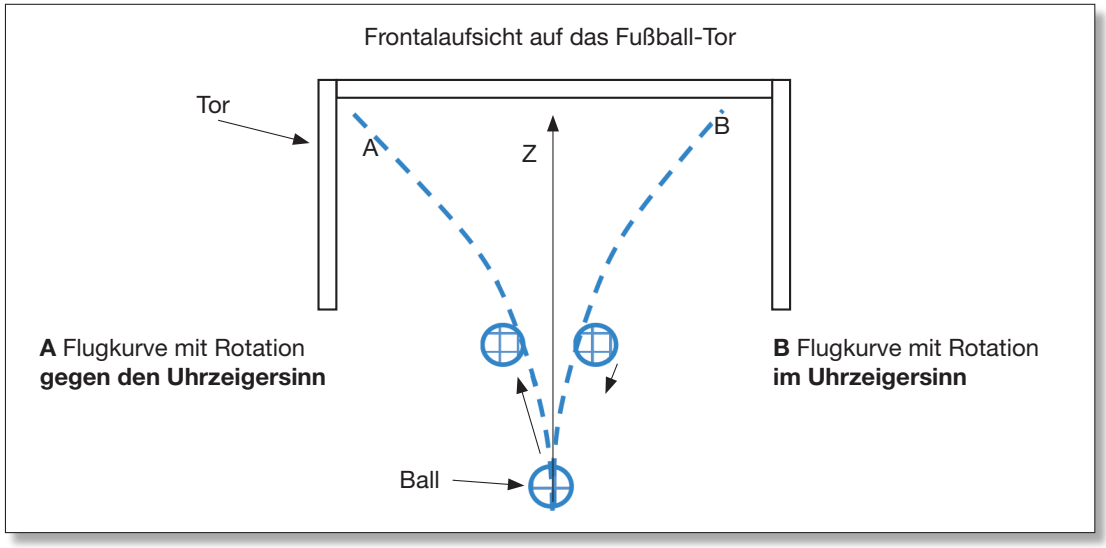


Abb. 20.6: Frontalaufsicht auf das Fußballtor. Zentraler Schuss (Z), Ball fliegt geradeaus. Flugkurve A, mit Rotation gegen den Uhrzeigersinn, Ball fliegt eine Kurve nach links. Flugkurve (B) mit Rotation mit dem Uhrzeigersinn, Ball fliegt eine Kurve nach rechts.

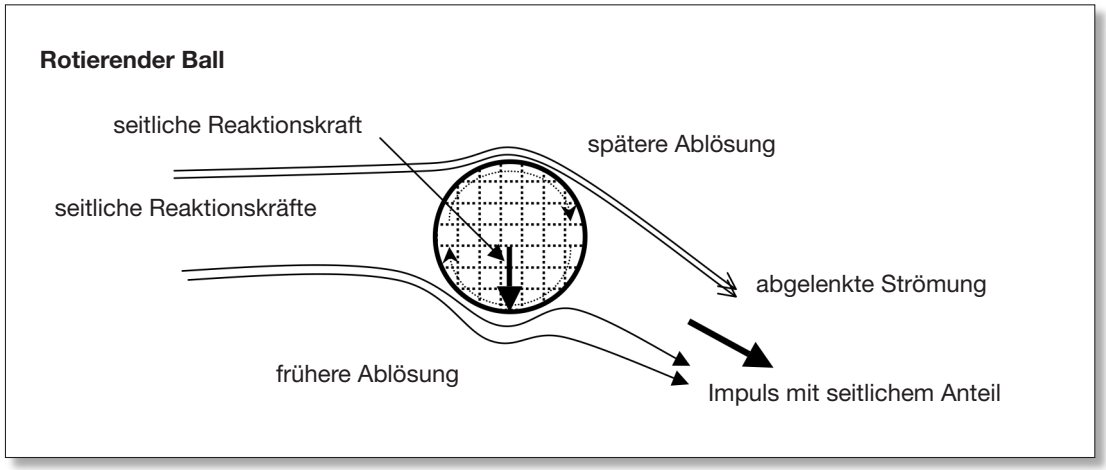


Abb. 20.7: Aufgrund der Ballrotation löst sich die Luftströmung asymmetrisch ab. Die Luftströmung wird infolge der Rotation des Balles seitlich abgelenkt. Dabei entsteht in Gegenrichtung eine Reaktionskraft auf den Ball (mod. nach *Wesson* 2006). Der Ball dreht sich im obigen Beispiel im Uhrzeigersinn.

Wenn bei einem angeschnittenen Schuss der rotierende Ball von Luft umströmt wird, weist der Impuls der abgelenkten Luftströmung auch einen seitlichen Anteil auf, im Gegensatz zur ankommenden Strömung. Der Ball erhält einen Impuls in die entgegengesetzte Richtung.

Fallbeispiel Volleyball

Übrigens setzen nicht nur Fußballer, sondern auch Volleyballer den Magnuseffekt ein. Beim Aufschlag kann man den Ball »flattern« lassen, indem man ihn ohne Rotation übers Netzt schlägt, beim Smash-Aufschlag verleiht der Spieler dem Ball eine Vorwärtsrotation.

An derjenigen Seite des Balles, die sich mit der Strömung dreht, zieht die Luft weiter um den Ball herum und die Strömung löst sich später ab. An der anderen Seite laufen Oberfläche des Balles und die Strömung gegeneinander, sodass die Luft schneller abgebremst wird und die Ablösung früher eintritt. Dadurch wird die den Ball passierende Luft letztlich seitlich abgelenkt (vgl. *Wesson* 2006).

Fallbeispiel Handball

Der Dreher im Handball

Die Rotation des Balles nutzen auch die Handballer beim sogenannten »Dreher«. Dabei wirft der Spieler – meistens von einer Außenposition – den Ball seitlich am Torhüter vorbei. Beim Aufkommen auf dem Boden ändert der Ball durch die Rotation, die ihm vom Spieler durch Handgelenkeinsatz mitgegeben wird, jedoch seine Richtung und fliegt ins Tor. Diesen Effekt bewirkt die Reibungskraft. Reibungskraft entsteht immer dann, wenn zwei Körper sich berühren, eine gemeinsame Kontaktfläche haben und dabei Bewegung entsteht. In unserem Fall wird dies durch den Handball und den Hallenboden gewährleistet.

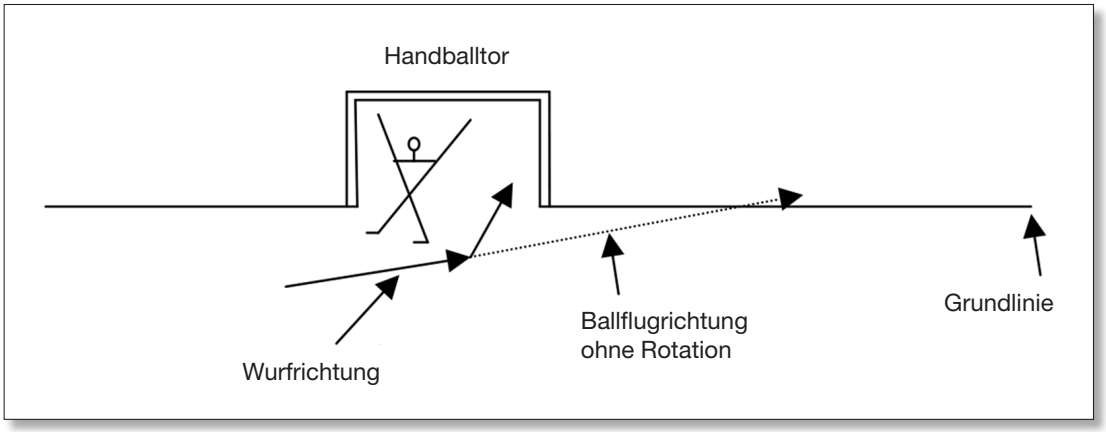


Abb. 20.8: Der Dreher im Handball (eigene Skizze)

Der Dreher erfordert vom Werfer ein außerordentliches **Ballgefühl**. Enthält der Ball zu wenig Rotation, wird er seine Richtung nicht entscheidend ändern und am Tor vorbeigehen. Wird der Ball zu stark geworfen, übertrifft die Kraft des horizontalen Wurfimpulses die Reibungskraft von Ball und Boden und die Rotation wirkt sich nicht oder so schwach auf die Ballrichtung aus, dass der Ball dann ebenfalls neben dem Tor landet.

20.7 Einwurf im Fußball und Biomechanik

Eine grundlegende Technik im Fußball ist der Einwurf. Die meisten Fußballer laufen kurz an und lassen den Ball in dem Moment los, wenn beide Füße fest nebeneinander auf dem Boden stehen. Man spricht auch vom Parallel-Einwurf. Wirft man hingegen den Ball in einer Schrittposition der Füße ab, so wird der Einwurf länger, denn dann überträgt sich ein größerer Teil des Impulses, der

durch den Anlauf entsteht, auf den fliegenden Ball. Verleiht man dem Ball beim Loslassen zusätzlich noch eine Rückwärtsrotation, so kann der Einwurf ca. 3–5 Meter weiter fliegen (vgl. *Bray*, 2006).

Bei der U-20-WM der Frauen in Chile 2008 warf die Brasilianerin Lena Gabriela Fortune durch einen »Salto«-Überschlag-Einwurf den Ball zwischen Elfmeterpunkt und Fünf-Meter-Raum, woraufhin nach einem eimaligen Zuspiel in der Folge ein Tor fiel. Dieses kuriose Tor erzeugte nicht nur mediales, sondern auch wissenschaftliches Interesse. Hatte diese Einwurftechnik Vorteile oder war es nur ein Show-Element? Eine Überprüfung ergab, dass diese Einwurftechnik den Regeln der Fifa entsprach.

Maximale Weiten bei Standard-Einwurftechniken erreichen ca. 35 Meter, ein Salto-Einwurf liegt hingegen bei etwa 50 Metern!

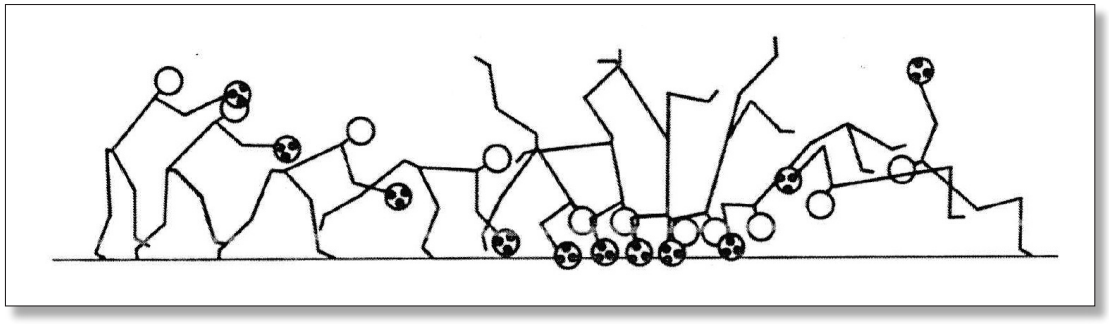


Abb. 20.9: Der Verlauf eines Überschlag-Einwurfes (*Urban* 2014)

In einer Studie verglich *Urban* (2014) den Parallel-Einwurf, den Schritt-Einwurf und den Überschlag-Einwurf miteinander. Alle Probanden mussten die gleichen Einwürfe ausführen. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 20.2.

	Parallel	Schritt	Überschlag
Mittelwert in Metern	20,94	22,20	30,36

Tab. 20.2: Durchschnittliche Wurfweite bei verschiedenen Ausführungsvarianten (nach *Urban* 2014)

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, liegt der Weitenunterschied des Überschlag-Einwurfes zu den beiden anderen Varianten zwischen 40 und 50 %!

Taktische Bedeutung des Überschlageinwurfes

Das Beispiel macht deutlich, welchen Beitrag die Biomechanik zur Sportpraxis beitragen kann. Beide Varianten, also Schritt- und Überschlag-Einwurf sind absolut regelkonform. Es sind alternative Bewegungsausführungen.

Urban schlägt vor, sogenannte **Einwurfspezialisten** in Fußballteams auszubilden, welche weite Einwürfe ausführen können. **Denn der weite Einwurf eröffnet taktische Alternativen**. Er ist bedeutsam in seiner Wirkung als Spielbeschleuniger im Konterspiel. Beim Einwurf gilt bekanntlich die Abseitsregel nicht. Da kaum ein Spieler weite Einwürfe beherrscht, schiebt der Gegner den Raum zu und organisiert möglicherweise ein hohes Pressing. Weite Einwürfe wären in einem solchen Fall ein Überraschungsmoment, denn man könnte den Gegner damit überwerfen. Wenn dem Gegner bekannt ist, dass das andere Team über weite Einwerfer verfügt, wird er ein solches Pressing nicht aufbauen können. Man kann den Ball nämlich über aufgerückte Abwehrreihen in den freien Raum werfen.

Auch gegen Ende eines Spieles, wenn das zurückliegende Team versucht, seine 4er-Abwehrkette in Richtung Mittellinie zu verschieben, um bei einem Ballgewinn einen schnellen Gegenangriff zu erzielen, kann der Überschlag-Einwurf z. B. über eine 4er-Kette hinweg zu einem Stürmer in den freien Raum geworfen werden.

Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, dass der Überschlag-Einwurf in die Gefahrenzone des Strafraums geworfen werden kann. Parallel- und Schritt-Einwurf kommen auf eine Abwurfgeschwindigkeit von ca. 18,1 Meter / Sekunde und sind hier gegenüber dem Überschlag-Einwurf klar im Nachteil, der es auf 23 Meter / Sekunde bringt. Damit gleicht diese Einwurfvariante mehr einem Eckball als einem Einwurf.

Zur Umsetzbarkeit

1. Bei Nässe ist der Überschlag-Einwurf wegen des Abrutschens der Hände nicht ratsam (Verletzungsgefahr).
2. Die Breite des Platzes mit den Seitenrändern hat erheblichen Einfluss auf den Überschlag-Einwurf. Die Anlauflänge beträgt nämlich zwischen 4,5 und 6 Metern, weshalb z. B. orthogonal angelaufen werden sollte. Ist der Seitenrand nur 2–3 Meter breit, funktioniert das nicht.
3. Der Überschlag-Einwurf sollte vor dem Spiel Teil des spezifischen Warm-Ups sein.

Da der Einwurf die zweithäufigste Standardsituation im Fußball darstellt, sollten die Teams diese Überschlag-Variante in Erwägung ziehen. Dafür würden sich besonders gut Außenspieler eignen, da sie bei erwünschten schnellen Einwurfausführungen schnell am Ball sein könnten (vgl. *Urban* 2014).

Aufgaben und Fragen

- Gehen Sie auf die Homepage des Institutes für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten (FES) und informieren Sie sich dort über dessen Funktion.
- Schauen Sie gemeinsam mit Mitschülern ein Fußballspiel entweder im Fernsehen oder »live« an und versuchen Sie Beispiele für Bananenflanken oder Freistöße / Schüsse mit Magnus-Effekt zu entdecken.
- In welche Bereiche wird die Mechanik unterteilt? Was versteht man unter den einzelnen Teilen?
- Welches sind die Ziele der Biomechanik?
- Nennen Sie unterschiedliche Techniken, welche in Sportarten / Disziplinen parallel erlaubt sind. Versuchen Sie die Beispiele im Internet zu finden.
- Welche biomechanischen Prinzipien sind Ihnen bekannt?
- Machen Sie anhand eines Technik- oder Bewegungsbeispieles deutlich, wo diese zur Wirkung kommen.
- Wählen Sie ein Technikbeispiel einer Ihnen gut bekannten Sportart und unterteilen Sie die einzelnen Bewegungsabschnitte nach der morphologischen Grundstruktur.
- Welches sind die 5 ablaufrelevanten Bezugsgrundlagen? Was versteht man im Einzelnen darunter?
- Welche Bewegungsziele kennen Sie?
- Versuchen Sie eine Bewegungsanalyse einer Ihnen sehr gut bekannten sportlichen Technik vorzunehmen.
- Erklären Sie den »Dreher« im Handball. Was kann man dabei »falsch« machen? Wie hängen Einwurftechnik und Taktik im Fußball zusammen?

Glossar

Adaptabilität	individuelle Anpassungsfähigkeit
Adaptation	Anpassung
aerob	Vorgänge, die mit Beteiligung von Sauerstoff ablaufen
alaktazid	ohne Milchsäure (Laktat) ablaufende Energiebereitstellung
Anabolismus	aufbauende Vorgänge im Organismus
anaerob	Vorgänge, die ohne Beteiligung von Sauerstoff ablaufen
Antizipation	vorstellungsmäßige Vorwegnahme des Ergebnisses und Ablaufs einer Handlung
Derivat	Abkömmling
diuretisch	entwässernd
Elektrolyte	z.B. Salze, die in wässriger Lösung in positive und negative Ionen zerfallen
exzentrisch	abbremsend/nachgebend (z.B. Muskelarbeit beim Abfangen des Körpergewichts)
Flexibilität	Beweglichkeit, Gelenkigkeit
Fruktose	Fruchtzucker
funktionell	zweckbestimmt
Glukose	Traubenzucker, eines der wichtigsten Kohlenhydrate
glykämisch	auf den Zuckergehalt in Nahrungsmitteln bezogen
Glykogen	tierische Stärke, Speicherform des Traubenzuckers in Leber und Muskeln
Heterochronizität	unterschiedlicher Verlauf (im Bereich der Regeneration)
Homöostase	Konstanz von Lebensbedingungen, Fließgleichgewicht
intermuskulär	auf das Zusammenspiel verschiedener Muskeln bezogen
intramuskulär	auf das Zusammenspiel der Fasern in einem Muskel bezogen
ischämisch	unzureichend durchblutet, »blutleer«
isometrisch	Spannungsänderung des Muskels bei gleich bleibender Muskellänge
Kohlenhydrate	Zuckerformen
Kontraktion	Anspannung des Muskels
konzentrisch	überwindend (im Krafttraining z.B. Kniestreckbewegung)
Laktat	Milchsäure; Abfallprodukt, das bei der Verbrennung von Glukose bei unzureichender Sauerstoffversorgung entsteht
Maltodextrine	Mehrfachzucker
Maltose	Malzzucker
Mitochondrien	Zellorganelle für aerobe Energiebereitstellung
morphologisch	Form, Größe, Umfang und Struktur von Körper, Organen oder Geweben
motorisch	Bewegung betreffend
neuromuskulär	Zusammenspiel zwischen Nerv und Muskel betreffend

Osmolarität	osmotischer Druck einer Flüssigkeit (Verhältnis Teilchen/Flüssigkeit)
physisch	körperlich
Prophylaxe	Vorbeugung
Protein	Eiweiß
psychisch	seelisch
Regeneration	Erholung
Rehydratation	Wiederauffüllung mit Flüssigkeit
Resorptionsrate	Aufnahmemenge an Flüssigkeit in einem definierten Zeitabschnitt
retardiert	verzögert
Saccharose	Mehrfachzucker
Substitution	Ersatz
Sympathikus	Leistungsnerv
Thermoregulation	Temperaturregulation des menschlichen Körpers
Viskosität	Zähflüssigkeit

Abkürzungen

ATP	Adenosintriphoshat
ADP	Adenosindiphosphat
DSB	Deutscher Sportbund
g	Gramm
GLT	Grundlagentraining
GT	Gerätturnen
Hg	Quecksilber
HDL	High Density Lipoprotein (»gutes« Cholesterin)
KA	Kraftausdauer
kg	Kilogramm
KF	konditionelle Fähigkeiten
KP	Kreatinphosphat
l	Liter
LA	Leichtathletik
LDL	Low Density Lipoprotein (»schlechtes« Cholesterin)
mg	Milligramm
ml	Milliliter
mod.	modifiziert
mmol	Millimol
mosmol	Milliosmol
min	Minuten
s	Sekunden
SK	Schnelligkeit

Literatur

Anrich C.: Fußball – Leistung steigern, Verletzungen vermeiden. Rowohlt Verlag, Reinbek 2002

Bauersfeld M., Voß G.: Neue Wege im Schnelligkeitstraining. Philippka Verlag, Münster 1992

Baumann S.: Psyche in Form. Bayerischer Landessportverband (Hrsg.). München 1999

Baumann S.: Sportpsychologie. Meyer & Meyer, Aachen 2006

Baumann, S.: Mannschaftspsychologie. Meyer & Meyer Verlag, Aachen 2002

Baumann, S.: Psychologie im Tischtennis. Schimmel Verlag, Würzburg 2004

Bechthold, A., Schölermann, B.: Die Wahrnehmung von Trainerfeedback aus Sicht der Athleten. In: Leistungssport 3/2015, S. 19–23

Boeckh-Behrens W. U., Buskies W.: Gesundheitsorientiertes Fitnesstraining. Dr. Loges, Winsen 1995

Böning D.: Standards der Sportmedizin: Muskelkater. Dtsch. Z. Sportmed. 51/2 (2000) 63–64

Bös K., Brehm W.: Gesundheitssport. Verlag Hofmann, Schorndorf 1998

Bös K.: Gesunde Kinder und Jugendliche durch gezielte Bewegungsförderung – was kann der Handball leisten? Symposiumsvortrag 17.04.2004

Bötcher G., Hönl M.: Effektives Schnelligkeitstraining im Handball – mehr als nur sprinten. Handball-Training 3 (1994) 39–43

Boyle P. M.: The effect of static and dynamic stretching on muscle force production. Leistungssport 3 (2004) 31–32

Brehm, W., Bös, K., Pahmeier, I., Tiemann, M., Ungerer-Röhrich, U., Wagner, P.: Psychosoziale Ressourcen. Arbeitshilfen für Übungsleiter/innen und Trainer/innen. DTB, Frankfurt 2014

Brettschneider W.-D.: Sportunterricht in Deutschland – erste Ergebnisse der SPRINT-Studie. DSB 2004.

Brouns F.: Die Ernährungsbedürfnisse von Sportlern. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1993

Conzelmann A.: Modelle sensibler Phasen als Leitkonzepte für ein entwicklungsgemäßes Training im Kindes- und Jugendalter? In: *Hohmann A, Wick D, Claus K* (Hrsg.): Talent im Sport. Verlag Hofmann, Schorndorf 2002.

Cross, K. M., Worrell, T. W.: Effects of a static stretching program on the incidence of lower extremity musculotendinous strains. J. Athl. Train. 34 (1999) 11–14.

de Marées H.: Sportphysiologie, 9. Aufl. Sport und Buch Strauß, Köln 2003

Dickhuth H.-H.: Einführung in die Sport- und Leistungsmedizin. Verlag Hofmann, Schorndorf 2002

DLV: Jugendtraining. Jugend-Leichtathletik. Philippka Verlag, Münster 2010

DTTB: Lehrplan 2000. DTTB-Eigenverlag, Frankfurt 2002

Feldmann K., Späte D.: Handlungsschnelligkeit gezielt trainieren. Handballtraining 9 (1998) 4–17

Freiwald, J.: Optimales Dehnen. Spitta Verlag, Balingen 2013

Friedrich W., Moeller H.: Zum Problem der Superkompensation. Leistungssport 5 (1999) 52–55

Friedrich W.: Der Spieler ist, was er isst – und trinkt. Teil 1: Richtig trinken. fussball training 5 + 6 (2006 c) 34–40

Friedrich W.: Der Spieler ist, was er isst – und trinkt. Teil 2: Richtig essen. fussball training 7 (2006 d) 50–54

Friedrich W.: Konditionstraining im Tischtennis. Deutscher Tischtennis Bund (Hrsg.). Frankfurt/Main 2005

Friedrich W.: Optimale Sporternährung. Spitta Verlag, Balingen 2015

Friedrich W.: Sport, Ernährung und Gewichtsreduktion bei Kindern und Jugendlichen. Spitta Verlag, Balingen 2006 b

Friedrich, W.: Optimale Regeneration. Spitta Verlag, Balingen 2014

Friedrich, W.: Workbook Optimale Regeneration im Sport. Spitta Verlag, Balingen 2015

Fröhlich M. et al: Metabolische und Kardiovasculäre Beanspruchung bei spezifisch trainierten und untrainierten Männern im Kraftausdauertraining. Dtsch Sportmed 12 (2003) 355–360

Gabler H., Nitsch J. R., Singer R.: Einführung in die Sportpsychologie. Verlag Hofmann, Schorndorf 2004

Gärtner, D.: Beweglichkeit im Sport. In: Leistungssport 3/2016. S. 5–12

Grigereit, A.: Regeneration nach sportlicher Belastung. LinguaMed Verlag, Neu-Isenburg 1996

Grosser M., Starischka S., Zimmermann E.: Das neue Konditionstraining, 8. Aufl. BLV Verlagsgesellschaft, München 2001

Grupe O.: Bewegung, Spiel und Leistung im Sport. Verlag Hofmann, Schorndorf 1982

Haidn O., Weineck J.: Bogenschießen. Spitta Verlag, Balingen 2000

Harre D.: Trainingslehre. Sportverlag, Berlin 1982

Hegner, J., Hotz, A., Kuntz, H.: Erfolgreich trainieren. Akademischer Sportverband Zürich, Zürich 2000

Hohmann, A., Lames, M., Letzelter, M.: Einführung in die Trainingswissenschaft. Limpert Verlag, Wiebelsheim 2007

Hohmann A., Lames M., Letzelter M.: Einführung in die Trainingswissenschaft. Limpert Verlag, Wiebelsheim 2007

Hollmann W., Hettinger T.: Sportmedizin – Arbeits- und Trainingsgrundlagen, 4. Aufl. Schattauer Verlag, Stuttgart–New York 2000

Hottenrott, K., Neumann, G.: Trainingswissenschaft. Meyer & Meyer Verlag, Aachen 2016

Hotz A.: Koordination. In: *Hegner J., Hotz A., Kunz H.* (Hrsg.): Erfolgreich trainieren, S.116–139. Akademischer Sportverband Zürich, Zürich 2000

Janssen P.: Ausdauertraining, 3. Aufl. Spitta Verlag, Balingen 2003

Jeukendrup A. E., Brouns F.: Ernährung im Ausdauersport: von der Theorie zur Praxis. Insider 5/1 (1997) 1–6

Joch W., Ückert S.: Grundlagen des Trainierens, 2. Aufl. LIT Verlag, Münster 1999

Keul J., Hamm M.: Die richtige Fitnessernährung. Umschau Verlag, Heidelberg 1998

Klee A., Wiemann K.: Beweglichkeit, Dehnfähigkeit. Verlag Hofmann, Schorndorf 2005

Klee, A.: Dehnen beim Tennis: Sinnvoll oder Mythos? TennisSport 5 (2011) 4–11

Klee, A., Wiemann, K.: Dehnen – Training der Beweglichkeit. Schriftenreihe Praxisideen, 2. erweiterte Auflage 2012

Klee, A.: Update Dehnen. Sportunterricht 62 (2013) 130–134

Konopka P.: Sporternährung. BLV, München 2003

Lehmann, M. et al.: Übertraining und Leistungsminderung. Leistungssport 5 (1999) 23–29

Letzelter M.: Trainingsgrundlagen. Rowohlt Verlag, Reinbek 1984

Linz, L.: Erfolgreiches Teamcoaching. Meyer & Meyer Verlag, Aachen 2004

Löllgen H.: Das Anstrengungsempfinden. Dtsch Z Sportmed 11 (2004) 299–300

Martin D., Carl K., Lehnertz K.: Handbuch Trainingslehre. Verlag Hofmann, Schorndorf 2001

Moeller H., Niess A. M.: Getränke im Sport. Dtsch Z Sportmed 9 (1997) 360–364

Neumaier A.: Koordinatives Anforderungsprofil und Koordinationstraining. Sport und Buch Strauß, Köln 1999

Neumann G., Hottenrott K.: Das große Buch vom Laufen. Meyer & Meyer Verlag, Aachen 2002

Nieß, A.: Zur Trainingseinteilung HIT und HVT In: Dt. Z. f. Sportmedizin, 65, Heft 12, 2014, S. 3

Paffenbarger R. S.: Körperliche Aktivität, Leistungsfähigkeit, koronare Herzkrankheit und Lebenserwartung. Dtsch Z Sportmedizin 2 (1991) 60–66

Power, K., Behm, D., Cahill, F.: An acute bout of static stretching: Effects on force and jumping performance. Leistungssport 1 (2005) 45–46

Ros R.: Sportwissenschaftlich-sportmedizinische Begründung für einen gesundheitsorientierten Sport außerhalb und innerhalb der Hochschule. In: *Schulke H.-J.* (Hrsg.): Gesundheit in Bewegung. Meyer & Meyer Verlag, Aachen 1992

Rost R.: Sport und Gesundheit. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg 1994

Schlapkohl, N.: Instruktionen im Leistungssport. Leistungssport 1 (2010) 31–34

Schleip, R.: Faszien-Fitness. Riva-Verlag, München 2015

Schnabel G., Harre D., Borde A. (Hrsg.): Trainingswissenschaft, 3. Aufl. Sportverlag, Berlin 2003

Slomka, G.: Faszien in Bewegung. Meyer & Meyer Verlag, Aachen 2014

Sperlich, B., Hoppe, M. W., Haegele, M.: Ausdauertraining – Dauermethode versus intensive Intervallmethode im Fußball. In: Dt. Z. f. Sportmedizin, 64, Heft 1, 2013, S. 10–17

Spiecker H.: Sportschuhe. perimed-Verlag, Erlangen 1983

Steinhöfer D.: Grundlagen des Athletiktrainings. Philippka Verlag, Münster 2003

Strauß, T., Wydra, G.: Untersuchungen zum Einfluss von statischem Dehnen auf die Wurfgeschwindigkeit im Handball. Leistungssport 6 (2010) 35-39

Tittel K.: Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen, 10. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1985

Urban, S.: Distanzvergleich und Zielgenauigkeit von Einwurfvarianten im Sportspiel Fußball. Unver. Masterarbeit, Konstanz 2014

Vogt, L., Töpper, A.: Sport in der Prävention. Deutscher Ärzteverlag, Köln 2011

Weineck A., Weineck J.: Leistungskurs Sport, Bd. 1. Promotion Service Zenk, Forchheim 2005 a

Weineck A., Weineck J.: Leistungskurs Sport, Bd. 2 Promotion Service Zenk, Forchheim 2005 b

Weineck J., Haas H.: Optimales Basketballtraining. Spitta Verlag, Balingen 1999

Weineck J.: Optimales Training, 14. Aufl. Spitta Verlag, Balingen 2004 a

Weineck J.: Sportanatomie. Spitta Verlag, Balingen 2002

Weineck J.: Sportbiologie, 9. Aufl. Spitta Verlag, Balingen 2004 b

Wesson, J.: Fußball - Wissenschaft mit Kick. Spektrum Verlag, München 2006

Wick D.: Biomechanische Grundlagen sportlicher Bewegungen. Spitta Verlag, Balingen 2005

Wottschel, S., Wydra, G., Bös, K.: Beweglichkeit unter Trainings- und Wettkampfbedingungen. Leistungssport 5 (2012) 47–52

Sachregister

2:1-Regel 230
3:1-Regel 230

A
Abtrainieren 24
Adaptation 39
Adenosintriphosphat (ATP) 44, 55 f, 59 f, 64 f, 79, 90, 116, 131 f, 198, 224
aerobe Ausdauer 41, 45 f, 80, 86, 94, 97, 215
aerobe Schwelle 100 f, 93
aerober Stoffwechsel 60 f, 89, 103
Aerobic 97, 187, 196
Agonist Contract (AC) 145, 147
Agonistische Kontraktion 145, 147
Aktinfilamente 55
Aktionsschnelligkeit 131 f
anaerobe Schwelle 55 f, 86, 88, 92, 93
Anforderungsprofil der Sportart 26 f, 34 f, 159
Anpassung 136 f, 144, 148, 174, 228, 232
Anpassungserscheinungen 176, 181 f, 186, 195, 205
Anpassungsprozesse 201, 203, 226
Anschlusstraining 29, 30, 32
Anspannen-Entspannen-Dehnen 147
Anstrengungsempfinden 126 f
Antizipation 36 f, 135, 154, 158 f
Antizipationsfähigkeit 208
Arterien 65, 166 f
Arteriosklerose 166 f, 172, 178 ff
Arthrose 166
Atemfrequenz 67, 99
Atemminutenvolumen 94
Atemwege 67, 177
Atmung 67, 98 f, 182, 210
Atmungskette 44, 64
Atmungsmuskulatur 99
Atmungssystem 76, 94, 97, 191 f
Aufbautraining 29, 32, 44, 113
Aufmerksamkeit 144 f, 171, 185, 207 f, 210, 229, 237, 241 f
Aufwärmen 68, 140 ff, 190 ff, 214, 233
Ausbildung, polysportive 31
Ausdauer 36 f, 41, 45 f, 49, 51, 63, 77, 80, 85 f
Ausdauer, allgemeine aerobe 33, 46
Ausdauer, psychische Komponente 86
Ausdauer, sportartspezifische 35
Ausdauerformen 86 ff
Ausdauerlauf 60
Ausdauerleistungsfähigkeit 40, 46, 66, 80, 85, 91 ff, 97 f, 101 ff, 193
Ausdauerleistungsfähigkeit, aerobe 94
Ausdauersportler 76, 94, 99, 114, 201
Ausdauertrainierte 54, 65, 86, 91, 92 f, 103, 169 f, 180
Ausdauertraining 23, 39, 43, 48, 63 f, 65 f, 67, 76, 79, 85 ff, 100 ff, 110 ff, 168, 178, 181, 185, 188, 191, 230
Auswahlreaktion 135 f, 157
Azidose 134

B
Badminton 35, 75, 122, 125, 132, 139, 141 f, 145 f, 155, 172, 180, 188, 193, 196, 240
Bandapparat 68, 73, 213 f
Bandscheiben 73 f, 148
Bandscheibenleiden 166
basedowoides Übertraining 96
Basketball 23, 26 f, 31 ff, 61, 64, 73, 75, 89, 103, 107, 114 ff, 122 ff, 125, 128, 132, 145, 154, 187 f, 194, 196, 199 f, 202, 204, 207, 216, 227, 249
Belastungsdauer 48, 60, 83, 92, 102, 106, 119, 131, 181, 199, 204
Belastungsdichte 48
Belastungsintensität 40, 48, 52 f, 60, 86 f, 89 f, 93, 97 f, 102, 105 f, 187, 199, 203 f
Belastungssteigerung 46, 48, 53, 58, 96, 124
Belastungsumfang 32, 48, 52, 87, 97 f
Bestrafung im Training 18
Bewältigungsmodell 175 f
Beweglichkeit 27, 33, 36 f, 39, 69, 73, 75, 124, 138 ff, 150, 171 f, 174, 181 f, 246, 255
Beweglichkeitstraining 138 ff, 171, 182, 230
Bewegungsausführung 33, 124, 130 f, 159, 162, 164, 234 f, 241, 243, 253
Bewegungskorrektur 234 ff, 240 ff
Bewegungslernen 159, 164, 234, 240
Bewegungssteuerung 154, 156, 158 ff, 236
Biathlon 88, 125
Bindungsmodell 175
Blocktraining 50 ff
Blut 23, 61, 65 ff, 92, 95, 99, 134, 167, 169, 181, 192, 202, 204, 206, 215, 221 f
Blutdruck 66, 95 f, 150, 166, 168 f, 172, 180, 182, 185, 191, 222
Bluthochdruck 66, 166 ff, 173, 176 ff, 184, 186, 188 f
Blutzellen 67
Blutzucker 222
Blutzuckeranstieg 166, 199
Blutzuckergehalt 199
Blutzuckerspiegel 166
Body Mass Index (BMI) 166, 179, 207
Borg-Skala 126, 128

C
Carboloading 200
Circuittraining 121, 128 f
Contract Relax (CR) 144, 147

D
Dauermethode 78 ff, 98, 101 f, 120
Dehnen 138, 140 ff, 182, 191 f
Dehnmethoden 140, 141, 143 ff, 182
Dehnungsmethoden 140 f, 142
Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) 195
Differenzierungsfähigkeit 33, 36, 153 ff
Doping 20, 41, 218 ff
Dopingkontrollen 220, 223 f
Druckbedingungen 159, 161 ff
Dynamic stretching 144, 147
Dynamisches Dehnen 141, 144, 147

E
Einfachreaktion 135 f
Eishockeyspieler 158
Eiskunstlauf 117, 152
Eiweiße 60, 64 f, 96, 201
Energiebereitstellung 34, 43, 54 f, 57, 59 ff, 67, 76, 86 f, 90 ff, 107, 110, 116, 120 f, 131, 185, 192, 198, 201 f, 206, 255
Energiespeicher 43, 91, 120, 136
Entspannung 86, 96, 139, 143 f, 146, 156, 168, 184, 186, 208 ff, 233
Erhaltungstraining 51 f
Erholung 43 f, 47, 64 f, 82, 96, 102, 133, 186, 211 f, 226 f, 230, 233, 256
Ermüdung 43, 63, 76, 95 f, 112, 120, 133, 181, 183, 193, 195, 214 f, 226, 228 f, 233
Ernährung 21, 43, 54, 110, 166 f, 179 f, 195 ff, 214, 226 ff, 230 ff,
Erythropoetin (EPO) 222

Erythrozyten 67 f, 198
Explosivkraft 122
extensive Dauermethode 79 f

F
Fahrtspiel (Fartlek) 97 f, 99
Faszientraining 148 ff
Fehlerkorrektur 13, 245, 249
Fette 60, 65, 106, 110, 181, 197 f, 200
Fettstoffwechseltraining 100
Fitnesstraining 165 ff, 172, 203
Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt 110, 202, 231
Formverlust 52, 227
Freizeitsport 93, 168, 196, 220
Freizeitsportler 39, 41, 85, 197, 203
funktionelle Gymnastik 13
Fußball 20, 27, 31, 35, 37, 49, 52, 61, 63 f, 72, 74 f, 85, 89 f, 102 ff, 107, 112, 114 ff, 122, 125, 130, 132, 134 f, 138 f, 145, 155, 157 f, 160, 171 f, 187 f, 190, 193 f, 196, 199 f, 202, 204, 207 ff, 216 f, 220, 243 ff, 248 f, 251 ff
Fußballtrainer 13, 20, 49

G
Gelenke 68 ff, 72 f, 76, 97, 139, 143, 150, 154, 160, 166, 172, 182 f, 193, 214, 217
Gesetzmäßigkeiten des Trainings 39 ff
Gesundheit 47, 85, 89, 97, 111, 165 ff, 172 ff, 177, 184 f, 196, 211 f, 214, 224
Gesundheitsförderung 47, 168, 173 f, 182
Gesundheitskonzepte 175, 177, 179, 181, 183, 185
Gesundheitssport 23, 25 f, 80, 89, 92, 97, 102, 113, 118, 120, 139, 163, 165, 173 ff, 201, 226
Gleichgewichtsfähigkeit 36, 152, 155 f
Glykogenvorräte 42 f, 205
Glykolyse 61, 64, 95
Grundlagenausdauer 26, 41, 86, 89 f, 97, 111 f, 119, 130 f, 181, 200, 226 f, 230, 233
Grundlagentraining 27, 29, 31 ff, 44, 102, 154, 257

H
Haltungsprophylaxe 115
Haltungsschäden 113, 115
Hämoglobin 68, 206
Handball 23, 31, 35, 54, 61, 64, 75, 89 f, 103, 107, 114, 116, 122, 125, 132, 136, 139 f, 142, 144 f, 155, 157, 159, 172, 183, 187 f, 193 f, 196, 199 f, 202, 204, 207 ff, 216, 227, 233, 240, 248 f, 252, 254
Handlungsschnelligkeit 89, 134 f
Herz 34, 62, 65 f, 92, 94, 99, 169, 180
Herz-Kreislauf-System (HKS) 34, 54 ff, 59, 61, 63, 65 ff, 76, 79, 89, 91 f, 94 ff, 105 f, 110 f, 166, 176, 186 ff, 190 ff
Herzerkrankungen 167, 178 f
Herzfrequenz 48, 65 f, 79, 95, 100, 104 ff, 111 f, 181, 184, 192, 222
Herzgröße 94 f, 165
Herzhohlräume 66, 92
Herzinfarkt 166, 173, 180, 222
Herzkranzgefäße 166, 180
Herzminutenvolumen 65 f, 92 ff, 112, 191 f
Herzsport 163
Hochsprung 117, 122, 125, 247, 249
Homöostase 42 f, 47, 255

I
IK-Training 117 f
Immunsystem 67, 94, 110, 166, 180 f, 206
individuelle anaerobe Schwelle 94, 101
Informationsanforderungen 159, 161
Inlineskating 39, 97, 188, 216
intensive Dauermethode 80
Intervallmethode 78 f, 81 ff, 134

J
Judo 35, 38, 75, 116, 119, 125, 145, 154, 187, 196, 199, 207, 217
Jugendliche 14, 16 ff, 27, 45, 65, 103, 113, 127, 136 f, 160, 169, 174, 203, 209, 220, 222, 234, 237
Junioren 29 f

K
Kapillaren 68
Karvonen-Formel 105 f
Kausalattribuierung 212
kinästhetischer Analysator 160
Kinder 13, 16 ff, 27, 31, 45, 48, 67, 103, 136 f, 159, 169, 174, 192, 201, 203, 205, 209, 213, 216, 220, 222, 234
Klettern 53, 114, 116, 119 f, 125, 165, 172
Kniegelenk 70 ff, 115, 171, 216 f
Knochen 68 f, 72 f, 166, 179, 182, 217, 246
Knorpel 68 f
Kohlenhydrate 60, 64 f, 80, 96, 106 f, 110, 181, 197 ff, 203, 207, 232, 255
Kohlenhydratstoffwechsel 80
Kohlenhydratverbrennung 110
Kommunikationsfähigkeit 14
Komplexitätsdruck 163
konditionelle fähigkeiten 37, 46, 227, 257
Konfliktfähigkeit 14
Konzentration 123, 161, 181, 199, 208 ff, 214, 222, 228
Konzentrationsfähigkeit 27, 39, 86, 96, 208, 210, 215, 228
kooperativer führungsstil 16
Koordination 13, 27, 32, 34 f, 37, 39, 46, 116 f, 120, 124, 135 ff, 148, 151, 153, 158, 160, 163 f, 170 f, 174, 176, 178, 181 ff, 187, 193, 221, 248
Koordinationstraining 31 f, 39, 44 f, 151 ff, 183, 191, 215
koordinative fähigkeiten 26, 37, 49, 151 f, 155 f, 171
Kopplungsfähigkeit 36, 155
Korrektur und Kommunikation 239
Kraft 26 f, 36 f, 40, 42 f, 46, 49, 51, 77, 88, 113 ff, 136, 141, 146, 151, 154, 170 ff, 174, 176, 178, 181, 187, 243, 246, 251 f
Kraftanstieg 42, 45, 118, 163
Kraftarten 113, 116
Kraftausdauer 36, 41, 51, 81, 88, 97, 114, 119 ff, 124, 182, 187
Kraftfähigkeiten 35, 115, 124 f, 128
Krafttraining 39, 41, 45, 48, 57, 113 ff, 120 ff, 130, 146, 165, 182, 196, 211 f
Krebs 177
Kurzzeitausdauer 86 ff
Kurzzeitdehnen 140 f

L
Laktat 61 ff, 65, 67, 76, 79, 89, 91, 95, 100, 101, 104, 116, 120, 255
Laktatschwellenkonzepte 100
Langzeitdehnen 140 ff, 146
Leichtathletik 30, 87, 122, 134, 138, 188, 219, 233, 244, 257
Leistungsentwicklung 34, 44 f, 47, 98, 242
Leistungsmotivation 15, 212
Leistungssport 31, 32, 41, 48 f, 52, 80, 93, 95, 100, 102, 117 f, 129, 138 f, 169, 195 f, 202, 213, 218, 220, 225 f
Lernziele, affektive 49
Lernziele, kognitive 49
Leukozyten 67
Lunge 65 f, 68, 93

M
Majoritätsnorm 139 f
Makrozyklen 51 f
Marathon 37, 64, 85, 88, 90, 101, 114, 172, 204, 209, 218
Marathonläufer 86 f, 102, 114, 190
Maximalkraft 41, 46, 57, 114, 116 ff, 122, 125, 129 ff, 141 f, 182
Maximalkrafttraining 45, 51, 118, 124, 128
Methodenkompetenz 14
Mikrozyklen 52
Mineralstoffe 96, 203, 205
Mineralwasser 200, 203 ff,
Minimalnorm 139
Mitochondrien 44, 60 f, 64, 66, 91, 185, 255
Mittelzeitausdauer 86 ff, 107
Mobilisationsschwelle 41
Motivation 11, 20, 32 f, 45, 97, 107, 111, 116, 121, 124, 165, 169, 184, 186, 208 ff, 237 f, 242 f
Mountainbike 88, 97, 125, 165, 208
Mountainbike-Tour 165
Mundatmung 67
Muskelfasern 54, 56 f, 63, 103, 116, 118, 124, 130, 140, 217
Muskelfaserspektrum 102, 116
Muskelfasertypen 57, 63, 90, 94
Muskelfilamente 54

Muskelgewebe 54, 142
Muskelkater 58, 141, 143, 148
Muskelkontraktion 44, 55, 61, 114, 129, 160
Muskelpumpe 166
Muskelquerschnitt 39 f, 115 ff, 129
Muskulatur 43, 54 ff, 59, 61 ff, 74, 76, 86, 89, 92, 94 f, 97, 114 f, 119 f, 122 ff, 127 ff, 142 ff, 148, 156 f, 173, 190, 192, 199, 201, 203, 217, 227, 229
Myofibrillen 54
Myosinfilamente 55

N
Nachwuchstraining 29 ff, 192
Nahrungsergänzungsmittel 195 f, 205, 222
Nasenatmung 67
Nationale Anti Doping Agentur (NADA) 221 ff
Nicht-Trainings-Stressfaktoren 229
Nonverbale Botschaften 238

O
Optimalnorm 36, 139 f
optischer Analysator 159
Organisationskompetenz 15
Orientierungsfähigkeit 36, 152 ff, 158
Osteoporose 166, 177, 184
Overreaching 96

P
pädagogisches Leitprinzip 47
Pause, lohnende 82 f
PECH-Regel 215
Periodisierung 32, 47, 50 f
Personale Kompetenz 14 f
Planmäßigkeit 24
Plasma 67
Präzisionsdruck 163
Pressatmung 182
Proteine 60, 197 f, 200 f, 205, 207
Pufferkapazität 92, 103, 120
Pulsuhr 108 f
Pyramidentraining 117, 129
Pyruvat 63

Q
Q-Training 118
Qualitätsgesetz (physiologisches Gesetz) 40
Querbrücken-Zyklus 55

R
Reaktionsfähigkeit 35 f, 135, 157 f, 159
Reaktionsschnelligkeit 33, 35, 135
Reaktionszeiten 136, 193, 244, 248
Reaktivkraft 114, 123 ff,
Regeneration 36, 43, 52, 62, 99, 107, 112, 144, 147 ff, 195, 199 ff, 203, 211 f, 214, 226 ff, 255 f
Regenerationsfähigkeit 79, 86, 90, 227
Regenerationslauf 110
Regenerationsmaßnahmen, aktive 232
Regenerationsmaßnahmen, passive 232
Regenerationstraining 106
Rehabilitation 24, 113
Reizdauer 77, 80 f, 133
Reizdichte 77, 80 f, 133
Reizschwellengesetz 40, 47, 53
Reizstärke 77, 80 f, 120
Reizstufenregel 40 f, 47 f, 53
Reizumfang 77, 80 f, 120, 133
Rekrutierung 57 f, 116
Rennradfahren 97
Respekt 16, 21
Resynthese 43, 79, 123, 131, 133
Rhythmisierungsfähigkeit 36, 156
Ringen 75, 116, 119 f, 122, 154, 196, 207, 217
Risikofaktorenmodell 175 f, 189
Rückenschule 176 f

S
Sauerstoffaufnahme 46, 92 ff, 98, 101, 104, 191, 200, 222
Sauerstoffaufnahme, maximale 92 ff, 104, 200
Sauerstoffaufnahmevermögen, maximales 92
Sauerstoffdefizit 99, 110
Sauerstoffdifferenz, arteriovenöse 94, 112
Sauerstoffschuld 99 f, 112
Sauerstofftransportkapazität 93 f
Sauerstoffverbrauch 163
Schlaganfall 166 f, 173, 178 ff,
Schlagvolumen 65, 95
Schnelligkeit 26 f, 33, 35 ff, 40 ff, 45 f, 49, 88 f, 91, 122, 124, 130 f, 132 ff, 136 f, 170 ff, 188, 191, 246, 257
Schnelligkeitsausdauer 81, 87 f, 134, 137
Schnelligkeitstraining 43, 130 ff
Schnellkorrektur 241
Schnellkraft 36, 45 f, 51, 114, 116, 121 ff, 129 ff, 141, 148
Schultergelenk 70, 75, 140, 217
Schweiß 96, 202
Schwitzen 68, 168 f, 180, 184, 200, 202, 227
Seniorenalter 45, 160, 174, 183
Situationsdruck 163
Skelettmuskel 44, 54, 56, 65, 142
Skilanglauf 37, 60, 64, 88, 97, 119, 156, 172, 186, 188, 196
Snowboardfahren 75
Sozialkompetenz 14 f, 33
Spezialisierung 32, 47, 52 f
Spezialnorm 139, 144
Spielausdauer 89 f
Spielsportarten 75, 89, 101, 122, 132, 136, 154, 164, 205
Sportartanalyse 27, 37, 159
Sportbiologie 54 ff
Sportgetränke 203 ff, 207
Sportherz 65, 92
Sportschäden 213
Sportverletzungen 73, 213 ff
Sprint 31, 44, 54, 71, 87 f, 90, 104 f, 114, 124, 130, 132 ff, 141, 157, 172, 192, 217, 244, 248
Sprintanfänger 44
Sprintfähigkeit 104
Sprintschnelligkeit 33, 132
Sprinttraining 40, 133
Sprintzeit 44, 190
Sprünge 25, 40, 74, 115, 124, 142
Sprunggelenke 72 f, 248
Squash 75, 111, 122, 142, 155, 180, 187 f, 193, 196, 217
Stabhochsprung 117
Startkraft 122
Static stretching 144, 147
Statisches Dehnen 144, 146 f
Steady State 98, 110 f
Stehvermögen 134
Step Aerobic 97
Stimulanzien 218, 220 ff
Stoffwechselanforderungen 87
Stoßdämpferfunktion 73
Strafmaß, gerechtes 19
Superkompensation 42 ff, 47, 200
Synchronkorrektur 241
systolischer Druck 169

T
taktiler Analysator 160
Tanzsport 187, 207
Teamfähigkeit 14
Techniktraining 26, 39, 44, 153, 164, 249
Tempowechsellauf 98 f
Tennis 35, 48, 64, 74 f, 90, 104, 107, 122, 124 f, 132, 142, 145, 154 f, 157, 172, 187 f, 193, 196, 199, 202, 205, 216 f, 219, 244, 251
Thermoregulation 202, 256
Thrombozyten 67
Tischtennis 23, 31, 35 f, 39, 54, 62, 75, 90, 104, 107, 114, 122, 124 f, 132, 139, 141 f, 145 f, 155, 159, 171 f, 188, 193 f, 196, 199, 209, 217, 227, 240, 245, 247
Tonisierende Übungen 141 f, 145
Trainer, behavioristischer 20
Trainer, guter 13, 21
Trainer, humanistischer 16
Trainierbarkeit 45 ff, 113, 115, 136, 160
Training 11, 13 ff, 57, 62, 68, 80 f, 86, 91, 94 f, 96 f, 100 ff, 109, 112 f, 116 ff, 124, 129, 134 ff, 139 f, 147 ff, 152 ff, 158 f, 164, 169 ff, 181 f, 185 ff, 191, 195, 199 ff, 203 ff, 210, 213 f, 223, 226, 230 ff
Training, sportartspezifisches 52
Training, Ziele 24, 49, 170
Trainingsbelastung 42, 45 ff, 49, 196
Trainingsbereich 98, 182
Trainingsbradykardie 65 f
Trainingseinheit 16, 23 f, 31, 33, 43, 52, 77, 103, 144, 146, 164, 192, 204, 214, 226, 230, 232 f

Trainingshäufigkeit 42, 77, 98
Trainingsinhalte 11, 24 ff, 31 f, 49, 98, 170
Trainingskontrolle 224
Trainingslehre 13, 23, 31, 64, 87, 170, 228
Trainingsmethoden 20, 24, 32 f, 39, 49, 77 f, 82 f, 97 f, 111 f, 118, 120, 123, 132, 170
Trainingsmittel 49, 97 f, 106, 110 f, 117
Trainingspause 42, 96
Trainingsplanung 15, 27, 29, 31, 33, 38, 62, 103, 107, 110, 214, 226 f, 230 f, 233
Trainingsprinzipien 39 f, 42, 44, 46 ff, 213
Triathlon 64, 88, 90, 103, 188, 204, 244
Typ-II-Diabetes 166

U
Übergangsperiode 49, 51 f
Übergewicht 166 ff, 173 f, 176, 178 ff, 200
Übertraining 96, 229, 233
Übungen, tonisierende 141 f, 145
Umstellungsfähigkeit 36, 99, 157 f
Untrainierte 41, 46, 65, 76, 91 ff, 106, 126, 129, 131, 163, 174, 180, 202

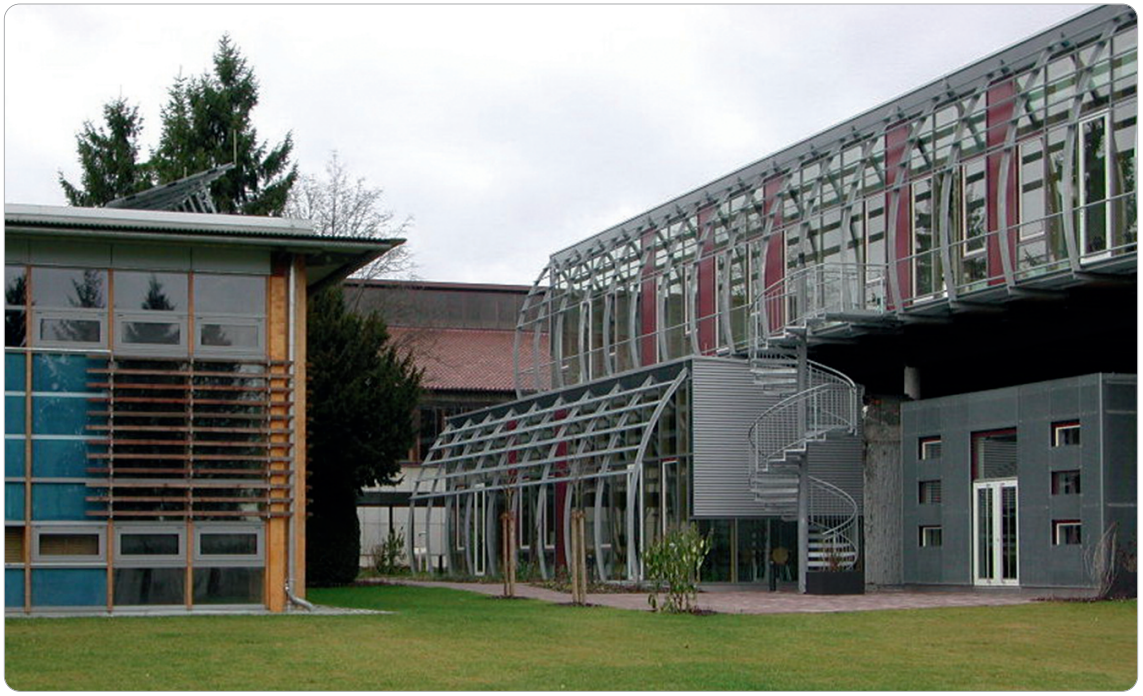
V
Vegetarier 205
vegetarisch 205
vegan 205
Venen 65, 166
Venenstauung 166
Verletzungsarten 217
Verletzungsprophylaxe 115, 213
vestibulärer Analysator 160
Viskosität 66, 192 f, 256
Vitamine 196, 205 ff
Volleyball 23, 35, 73 f, 107, 114, 117, 122, 124 f, 142, 145, 153, 155, 188, 193, 216, 249, 252
Vorbereitungsperiode 49 ff
Vorkorrektur 241

W
Word Anti Doping Agency (WADA) 219 ff
Warmlaufen 68, 192 f
Wasser- und Elektrolythaushalt 110, 202, 231
Weitsprung 37, 114, 124, 248 f
Weltgesundheitsorganisation (WHO) 165, 175
Weltklassesprinter 54
Wettkampfkontrolle 223 ff
Wettkampfperiode 49, 51 f
Wettkampfsport 97, 220
Wiederholung und Kontinuität 47, 49
Wiederholungsmethode 49, 78, 81, 84, 124, 132, 134, 136
Wirbelsäule 73 f, 140, 166, 183

Z
Zeitdruck 153, 158, 163, 184
Zentralnervensystem 73, 79, 95 f, 191, 228
Zirkeltraining 121, 230
Zitratzyklus 44
Zuckerkrankheit 176, 180
Zyklisierung 47, 50

Landessportschule
Ruit
Kirchheimer Straße 125
73760 Ostfildern

Telefon: 0711 3484-0
Telefax: 0711 3484-147
E-Mail: info@ls-ruit.de
Internet: www.ls-ruit.de



Landessportschule
Albstadt
Vogelsangstraße 21
72461 Albstadt

Telefon: 07432 9821-0
Telefax: 07432 9821-16
E-Mail: info@ls-albstadt.de
Internet: www.ls-albstadt.de