

Herausgegeben von **David Joyce** und **Daniel Lewindon**

# ATHLETIKTRAINING FÜR SPORTLICHE HÖCHSTLEISTUNG



Mit einem Vorwort von  
**Mark Verstegen**

**riva**

# **Athletiktraining für sportliche Höchstleistung**

## Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie.  
Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

### Für Fragen und Anregungen:

[info@rivaverlag.de](mailto:info@rivaverlag.de)

### Wichtiger Hinweis

Sämtliche Inhalte dieses Buches wurden – auf Basis von Quellen, die die Autoren und der Verlag für vertrauenswürdig erachten – nach bestem Wissen und Gewissen recherchiert und sorgfältig geprüft. Trotzdem stellt dieses Buch keinen Ersatz für eine individuelle Fitnessberatung und medizinische Beratung dar. Wenn Sie medizinischen Rat einholen wollen, konsultieren Sie bitte einen qualifizierten Arzt. Der Verlag und die Autoren haften für keine nachteiligen Auswirkungen, die in einem direkten oder indirekten Zusammenhang mit den Informationen stehen, die in diesem Buch enthalten sind.

1. Auflage 2016

© 2016 by riva Verlag, ein Imprint der Münchner Verlagsgruppe GmbH,

Nymphenburger Straße 86

D-80636 München

Tel.: 089 651285-0

Fax: 089 652096

© der Originalausgabe

Die amerikanische Originalausgabe erschien 2014 bei Human Kinetics Inc., USA, unter dem Titel *High-performance training for sports. The authoritative guide for ultimate athletic conditioning*. Copyright © 2014 by David Joyce and Daniel Lewindon.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die im Buch zitierten Internetadressen geben – wenn nicht anders angegeben – den Stand vom Februar 2014 wieder.

Übersetzung: Kimiko Leibnitz

Redaktion: Matthias Michel

Umschlaggestaltung: Karen Schmidt

Umschlagabbildung: Getty Images/technotr, Shutterstock/Bella D

Innenabbildungen und Illustrationen: Human Kinetics, wenn nicht anders angegeben

Photo Asset Manager: Laura Fitch

Visual Production Assistant: Joyce Brumfield

Photo Production Manager: Jason Allen

Art Manager: Kelly Hendren

Associate Art Manager: Alan L. Wilborn

Satz: inpunkt[w]o, Haiger

Druck: Florjancic Tisk d.o.o., Slowenien

Printed in the EU

Wir danken Rugby WA in Floreat, Western Australia, und der Edith Cowan University in Joondalup, Western Australia, dafür, dass sie uns ihre Räumlichkeiten für das Fotoshooting zu diesem Buch bereitgestellt haben.

ISBN Print: 978-3-86883-666-0

ISBN E-Book (PDF): 978-3-86413-821-8

ISBN E-Book (EPUB, Mobi) 978-3-86413-822-5

Weitere Informationen zum Verlag finden Sie unter

[www.rivaverlag.de](http://www.rivaverlag.de)

Beachten Sie auch unsere weiteren Verlage unter [www.muenchner-verlagsgruppe.de](http://www.muenchner-verlagsgruppe.de)

Herausgegeben von **David Joyce** und **Daniel Lewindon**

# **ATHLETIKTRAINING FÜR SPORTLICHE HÖCHSTLEISTUNG**

**riva**

# Inhalt

Vorwort vii

<b>Einleitung:</b>	Moderne Athleten verstehen . . . . .	ix
	<i>David Joyce und Daniel Lewindon</i>	

---

<b>Teil I</b>	<b>Der Aufbau robuster Athleten</b>	<b>1</b>
---------------	-------------------------------------	----------

---

<b>Kapitel 1</b>	Die Evaluierung athletischer Fähigkeiten . . . . .	3
	<i>Mike McGuigan, PhD, CSCS*D</i>	
<b>Kapitel 2</b>	Die Entwicklung junger Athleten. . . . .	17
	<i>Rhodri S. Lloyd, PhD, ASCC, CSCS*D, und Jon L. Oliver, PhD</i>	
<b>Kapitel 3</b>	Verbesserung der Bewegungseffizienz. . . . .	33
	<i>Craig Ranson, PhD, und David Joyce</i>	
<b>Kapitel 4</b>	Die Stabilisierung und Kräftigung des Core . . . . .	47
	<i>Andy Barr und Daniel Lewindon</i>	
<b>Kapitel 5</b>	Die Optimierung der Beweglichkeit. . . . .	69
	<i>Sue Falsone</i>	
<b>Kapitel 6</b>	Das Monitoring der Trainingsreaktion . . . . .	81
	<i>Aaron J. Coutts, PhD, und Stuart Cormack, PhD</i>	
<b>Kapitel 7</b>	Die Wiederaufnahme des Trainings nach einer Verletzung . . . . .	99
	<i>Daniel Lewindon und David Joyce</i>	

---

<b>Teil II</b>	<b>Die Entwicklung des athletischen Leistungsvermögens</b>	<b>115</b>
----------------	--	------------

---

<b>Kapitel 8</b>	Die Individualisierung von Warm-up und Cool-down . . . . .	117
	<i>Rett Larson</i>	
<b>Kapitel 9</b>	Das Feintuning der motorischen Kontrolle . . . . .	133
	<i>Frans Bosch</i>	
<b>Kapitel 10</b>	Die Verwendung von Langhantelübungen zur Verbesserung der Explosivität . .	149
	<i>Daniel Baker, PhD</i>	
<b>Kapitel 11</b>	Die erfolgreiche Übersetzung von Kraft in Schnelligkeit . . . . .	169
	<i>Derek M. Hansen, CSCS, BA, MASc</i>	

<b>Kapitel 12</b>	Optimierung des Sprung- und Landetrainings . . . . .	191
	<i>Jeremy Sheppard, PhD</i>	
<b>Kapitel 13</b>	Die Erhöhung der Agilität. . . . .	211
	<i>Sophia Nimphius, PhD, ASCC, CSCS*D</i>	
<b>Kapitel 14</b>	Die Erzeugung anaerober Leistung . . . . .	227
	<i>David Martin, PhD</i>	
<b>Kapitel 15</b>	Der Aufbau der Ausdauer für wiederholte Leistungen . . . . .	241
	<i>Darcy Norman</i>	
<b>Kapitel 16</b>	Die Steigerung der aeroben Kapazität. . . . .	251
	<i>Grégory Dupont, PhD</i>	
<b>Kapitel 17</b>	Die Optimierung effektiver Crosstraining-Methoden. . . . .	263
	<i>Anthony Rice, PhD, und Chris Spinks</i>	
<hr/>		
<b>Teil III</b>	<b>Die Realisierung von Leistung</b>	<b>279</b>
<hr/>		
<b>Kapitel 18</b>	Die Planung eines Leistungsprogramms. . . . .	281
	<i>Benjamin Rosenblatt, ASCC</i>	
<b>Kapitel 19</b>	Die Gestaltung energiespezifischer Programme . . . . .	293
	<i>Joel Jamieson</i>	
<b>Kapitel 20</b>	Die Minimierung des Interferenzeffekts. . . . .	303
	<i>Glenn Stewart</i>	
<b>Kapitel 21</b>	Die Optimierung des Vorsaison-Trainings in Teamsportarten . . . . .	313
	<i>Darren Burgess, PhD</i>	
<b>Kapitel 22</b>	Das Peaking für Wettkämpfe in Individualsportarten . . . . .	327
	<i>G. Gregory Haff, PhD, CSCS*D, FNSCA, AWF-3, ASCC, ASCA-2</i>	
<b>Kapitel 23</b>	Die Erhaltung der konditionellen Überlegenheit in der Wettkampfphase . . .	337
	<i>Stuart Yule</i>	
<b>Kapitel 24</b>	Die effektive Erholung im Hochleistungssport . . . . .	357
	<i>Christian J. Cook, Liam P. Kilduff und Marc R. Jones</i>	



# Vorwort

## Mark Verstegen

Präsident und Gründer, EXOS, TeamEXOS.com

Ich freue mich sehr über die Veröffentlichung von *Athletiktraining für sportliche Höchstleistung*. Es ist nicht oft der Fall, dass sich internationale Experten aus unterschiedlichen Fachbereichen für ein gemeinsames Projekt wie das vorliegende Buch zusammentun. Die Herausgeber standen vor der großen Herausforderung, den vielen talentierten Autoren, von denen jeder über ein sehr tiefes und breites Spektrum an Wissen verfügt, innerhalb dieses Projekts eine klare Aufgabe in Form eines streng abgegrenzten Themenbereichs zuzuweisen. Das ist in etwa so, als wolle man eine Nationalmannschaft aus hervorragenden Einzelspielern bilden, die zunächst lernen müssen, sich zu koordinieren, damit sie für ihr Land, ihre Trainer und Teamkollegen als harmonische Einheit agieren können. Wir alle wissen, dass der Erfolg eines Projekts normalerweise von der Integrität und dem Kommunikationsstil der Personen abhängt, die an der Spitze der Gruppe stehen. Und so verhält es sich auch bei diesem Buch.

David Joyce und Daniel Lewindon sind zwei außergewöhnliche Persönlichkeiten – praxiserfahrene Experten einerseits und Visionäre andererseits –, die den Mut hatten, diese große Zahl hochspezialisierter Fachleute als ein Team zusammenzubringen; einzig mit dem Ziel, die interdisziplinäre Zusammenarbeit all jener Fachbereiche zu fördern, die den unterschiedlichsten Athleten und Mannschaften dabei helfen, ihre Ziele zu erreichen. Auch bei EXOS (ehemals Athletes' Performance und Core Performance) ist das unser täglich Brot. Wir arbeiten gemeinschaftlich daran, die Lebensqualität unserer Klienten zu erhöhen, indem wir Strategien entwickeln, die ihre Gesundheit und Leistungsfähigkeit verbessern.

*Athletiktraining für sportliche Höchstleistung* vereint die vielfältigen, erprobten Methoden der jeweils auf ihrem Gebiet führenden Experten, die alles daran setzen, ihr Wissen zu erweitern, ihre Erfahrungen wissenschaftlich zu überprüfen – und schließlich auf den Alltag zu übertragen.

Den Autoren der einzelnen Aufsätze gebührt der größte Respekt für die Freigiebigkeit und Hingabe, woraus dieses wichtige Buch entstanden ist.

Es enthält viele aufschlussreiche Informationen, die wir umgehend praktisch anwenden können. Es stimmt zwar, dass jede Situation und jeder Athlet einzigartig sind und dass man stets Faktoren wie Kultur, Personenkonstellation, Ziele, Prioritäten, Ressourcen, Teamkollegen, verfügbare Trainingseinrichtungen sowie seine eigene Rolle innerhalb des jeweiligen Systems berücksichtigen muss. Aber es gibt immer Mittel und Wege, wie man das reichhaltige Wissen in diesem Buch ohne große Umwege für sich nutzen kann. Meine Empfehlung: Notieren Sie sich am Ende jedes Kapitels drei Möglichkeiten, die Sie sofort, also in Ihrer aktuellen Situation, in die Praxis umsetzen können. Probieren Sie sie einfach aus, denn nur so finden Sie heraus, wie sie sich auf Ihr Methodensystem und Ihre Athleten auswirken.

Das Schönste an unserem Beruf ist der direkte Umgang mit anderen Menschen, denen wir dabei helfen, das zu erreichen, was ihnen wichtig ist. Damit verbunden ist die unglaubliche Verantwortung, alle ethisch vertretbaren Maßnahmen zu ergreifen, damit sie ihre Ziele auch verwirklichen.

Wir alle sollten dem Team von *Athletiktraining für sportliche Höchstleistung* dafür danken, dass sie unser Wissen auf fundierte Weise auffrischen und es zugleich auf den neuesten Stand bringen, wodurch wir die Gelegenheit erhalten, diese Informationen selbst zeitnah auszuprobieren.

Darüber hinaus sollten wir die positive, kameradschaftliche Gesinnung würdigen, die dieses Buch überhaupt erst möglich gemacht hat. Denn es ist diese Bereitschaft, unsere Erfahrung und unser Wissen miteinander hinweg zu teilen, die unseren jeweiligen Bereichen eine starke Zukunft garantiert und uns unserem gemeinsamen Ziel näherbringt: nämlich durch die Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit die Gesundheit proaktiv zu erhalten und zu fördern.





# Einleitung:

## Moderne Athleten verstehen

**David Joyce**

Western Rugby Force, Australien, und Edith Cowan University, Perth, Australien

**Daniel Lewindon**

Rugby Football Union, Vereinigtes Königreich

**Z**wischen den Spitzenathleten von früher und von heute besteht ein großer Unterschied. Die Regeln und Ziele dürften in den meisten Sportarten weitgehend gleich geblieben sein, aber die Maßnahmen, um es in einer Sportart bis an die Weltspitze zu bringen, haben sich drastisch verändert. Man musste schon immer Opfer bringen, um die Nummer eins zu werden, aber der wachsende Stellenwert von Sport und das damit verbundene öffentliche Interesse bedeuten zugleich, dass der Beruf des Profisportlers heutzutage eine Aufmerksamkeit und Hingabe erfordert, die alle anderen Lebensbereiche in den Schatten stellt.

Aber kein Athlet ist eine Insel. Zwar kann man auch als Einzelperson eine olympische Goldmedaille gewinnen, in Wirklichkeit aber ist ein solcher Erfolg das Ergebnis der Arbeit eines ganzen Teams, das dieses Individuum in einem aufwendigen Prozess auf seinen Weg gebracht hat. Bei den Olympischen Spielen in London 2012 prangte der Sinnspruch »Niemand von uns ist so gut wie wir alle« an der Wand des Speisesaals – eine prägnante Erinnerung an die Teamarbeit, die hinter den Kulissen erforderlich ist, wenn man es in seiner Sportart zu höchsten Ehren bringen will.

In Sachen strategisches Denken, Prozessmanagement, Kontingenzplanung sowie der Optimierung von Teamstrukturen war über Jahrzehnte hinweg ausschließlich die Geschäftswelt tonangebend. Inzwischen hat aber dieses objektive, systematische Vorgehen in allen Branchen und Tätigkeitsfeldern Fuß gefasst und neue Maßstäbe gesetzt. Und so existiert nun auch in der Welt des Sports ein Bewusstsein für die Lehren, die man aus dem Geschäftsleben ziehen kann.

Sportlicher Erfolg erfordert langfristige Planung, Motivation und stabile Rahmenbedingungen, und zwar auf allen Ebenen, vom Vereinspräsidenten bis zum Masseur; alle sollten ihren Teil dazu beitragen, die Leistung der Sportler zu verbessern. Hochleistungssport ist also kein Ziel, das von ehrgeizigen Amateuren im Handumdrehen erreicht werden kann. Es ist vielmehr ein Ziel, das einer langfristigen und gewissenhaften Planung bedarf.

Die heutigen Spitzenathleten wurden alle seit ihrer Jugend, in manchen Fällen sogar seit frühester Kindheit, gefördert. Nach einer sorgfältigen Talent-sichtung und Auswahl – unter Berücksichtigung der genetischen Veranlagung und persönlichen Neigung – wurden sie systematisch aufgebaut und progressiv Trainings- und Wettkampfbedingungen ausgesetzt, die alle darauf abzielten, einen erwachsenen Spitzensportler hervorzubringen.

In den letzten zehn Jahren hat sich in der Konditionierung junger, aufstrebender Sportler viel getan. Sich ständig weiterentwickelnde Technologien und zahlreiche neue Erkenntnisse aus der Forschung haben zur Folge, dass das Wissen, welches vor zehn Jahren noch als innovativ galt, mittlerweile veraltet ist. Der heutige Hochleistungssport wäre für einen Betrachter des frühen 20. Jahrhunderts praktisch nicht wiedererkennbar.

### Determinanten für den sportlichen Erfolg

Um überhaupt ein Spitzenathlet werden zu können, benötigt es eine Mischung aus technischen und taktischen Fähigkeiten, bestimmten

körperlichen Voraussetzungen und einer enormen mentalen und emotionalen Stärke. Diesen Komponenten wird kulturspezifisch unterschiedliche Bedeutung beigemessen. In Asien zum Beispiel beruht der sportliche Erfolg oft auf einer makellosen Technik und dem Aufbau einer enormen mentalen Resilienz. Im westlichen Kulturkreis hingegen steht die körperliche Überlegenheit oft (aber nicht immer) stärker im Vordergrund. Selbstverständlich schließen sich diese Ansätze nicht gegenseitig aus, lassen aber eine unterschiedliche Gewichtung erkennen.

Wir vertreten die Auffassung, dass das Idealmodell eine Kombination beider Kulturkreise ist, das heißt, den Aufbau von körperlichen, technischen und taktischen Fähigkeiten mit der kontinuierlichen Entwicklung psychologischer Stärke verbindet. Entwickelt werden diese Aspekte in einer Organisationskultur, die im Streben nach Höchstleistung keine Kompromisse macht.

## Ziele im Performance Training

Jeder Sport erfordert die sorgfältige, präzise Ausführung bestimmter Fertigkeiten. Selbst Sportarten, die größtenteils auf körperlicher Ausdauer beruhen, wie etwa Sechs-Tage-Rennen, fordern dem Athleten ein enormes technisches Können ab, weil sonst Energielecks entstehen, durch die Kraft entweicht.

Performance Training verfolgt zwei Ziele:

1. Die nötigen physiologischen Reserven zu entwickeln, um eine Sportart auf einem höheren Niveau und ohne Leistungsabfall über eine längere Dauer betreiben zu können als die Konkurrenz. Kurzum: Athleten streben danach, ihre Gegner möglichst oft in eine rote Zone zu bringen, um sie auf diese Weise zu überfordern und zu Fehlern zu zwingen. Diese rote Zone kann wie beim Tischtennis oder Fechten mehr auf die Reaktionsschnelligkeit abzielen oder wie beim Golf die mentale Stärke auf die Probe stellen; sie kann wie beim Radfahren den Athleten an seine konditionellen Grenzen bringen, oder es handelt sich um eine Kombination aus allen diesen Bereichen. Man könnte sogar sagen, der Erfolg hängt in den meisten Sportarten davon ab, in allen diesen

Bereichen seine Dominanz in der roten Zone zu behaupten.

2. Robust genug zu sein, um das technische und taktische Training zu überstehen, ohne sich dabei eine Verletzung zuzuziehen.

## Entwicklung von Athletik zur Unterstützung technischer Fähigkeiten

Das Ziel von Athletiktraining sollte es sein, das Individuum in die Lage zu versetzen, Trainingsbelastungen auszuhalten und dadurch seine Toleranz gegenüber technischem und taktischem Coaching zu maximieren. Das ist in einer Sportart wie dem Turmspringen offensichtlich, kann aber auch auf Disziplinen wie Schwimmen und Rudern übertragen werden, in denen der Unterschied zwischen dem ersten und dem vierten Platz weniger auf die körperliche Fitness zurückzuführen ist, sondern vielmehr auf technisches Können und mentale Resilienz.

Es ist aber auch klar, dass Athleten ohne diese körperliche Grundlage kaum dazu in der Lage wären, Tausende von Trainingsstunden auszuhalten.

## Den Wald sehen statt nur die Bäume

Angesichts der hohen öffentlichen Anerkennung sowie der Verdienstmöglichkeiten im Spitzensport ist es verständlich, dass inzwischen jeder Bereich, der theoretisch zur sportlichen Leistungsfähigkeit beitragen kann, auf sein Potenzial abgeklopft wurde. Deshalb reicht es schon lange nicht mehr, einen einzelnen Bereich zu verbessern und zu hoffen, dass sich diese Verbesserung auch auf alle anderen Bereiche auswirkt.

Betrachten wir zum Beispiel Crossläufe. Man könnte leicht annehmen, dass sich die Athleten durch eine unterschiedliche aerobe Kapazität auszeichnen. Und wenn wir einen Weltklasseläufer mit einem Freizeitläufer vergleichen, stellen wir tatsächlich fest, dass ihre aerobe Fitness deutlich voneinander abweicht. Der Unterschied zwischen dem ersten und dem achten Platz bei den Weltmeisterschaften wird jedoch vermutlich nicht auf die Größe des aeroben »Motors« zurückzuführen

sein. Die Ursache liegt viel wahrscheinlicher in der größeren Kraft, der Bewegungseffizienz oder der taktischen Geschicklichkeit. Wir sehen also, dass wir viele Aspekte berücksichtigen müssen, wenn wir wirklich eine Leistungsverbesserung erzielen wollen. Das ist besonders in Teamsportarten wichtig, in denen eine größere Anzahl an Komponenten das Ergebnis bestimmt.

Finanziell gut aufgestellte Organisationen verfügen vielleicht über die Mittel, Experten für alle Leistungsbereiche zu engagieren, aber in der Realität steht den meisten Coaches ein solcher Personalstab nicht zur Verfügung. Es ist deshalb erforderlich, dass die Verantwortlichen ein Verständnis dafür entwickeln, dass sportlicher Erfolg nur durch viele verschiedene am Prozess beteiligte Mitwirkende erreicht werden kann. Dazu einen Beitrag zu leisten, ist das Ziel dieses Buchs.

## Hochleistungsprogramm

Die Qualität des Umfelds eines Athleten oder eines Teams wird natürlich in starkem Maße von den verfügbaren finanziellen Ressourcen bestimmt. Unabhängig davon ist es aber für jede Organisation sehr wichtig zu wissen, wie ein solches »gutes Umfeld« gestaltet sein muss; und das bezieht sich sowohl auf die vorhandene Trainingseinrichtung als auch auf die Ausrüstung und das Personal.

In vielen Fällen müssen wir feststellen, dass sich Teams und Trainer hauptsächlich auf das Programm konzentrieren. Damit meinen wir, dass das Training zwar durchgeplant, aber starr ist. Der Athlet wird somit gewissermaßen in das Programm gezwängt; es gibt nur wenig Individualisierung. Dieser Ansatz ist insofern attraktiv, als er nicht besonders arbeitsaufwendig ist und jahrein, jahraus wiederholt werden kann. Der dahinterstehende Grundgedanke ist jedoch fehlerhaft, weil er einerseits davon ausgeht, dass alle Athleten dieselben Bedürfnisse haben, und andererseits annimmt, dass der Zustand der Athleten über einen längeren Zeitraum hinweg gleich bleibt.

Das ist natürlich nicht der Fall, und darauf wird auch in fast jedem Kapitel in diesem Buch ausführlich eingegangen, vor allem in Kapitel 1 und 6. Athleten sind keine Klone, und ihre Reaktionen auf Trainingseinheiten und Wettkämpfe unterscheiden sich von Tag zu Tag, von Woche zu Woche, Monat zu Monat und Saison zu Saison. Und dabei haben wir die anderen Stressfaktoren

– Einkommen, Privatleben, Ausbildung –, die ihrerseits zusätzlich auf die Athleten einwirken, noch gar nicht berücksichtigt. Stellt man also das Programm in den Vordergrund, ignoriert man unweigerlich diese Variablen, und das hat wiederum zur Folge, dass es mehr oder weniger dem Zufall überlassen bleibt, ob unser Programm optimal auf jeden Athleten in seiner aktuellen Verfassung abgestimmt ist.

## Maßgeschneiderte Programme

Das Idealmodell zeichnet sich also dadurch aus, dass der Athlet im Mittelpunkt steht und ein speziell auf ihn abgestimmtes, seinen individuellen Bedürfnissen entsprechendes Programm erhält.

Betrachten wir zum Beispiel ein Basketballteam. Innerhalb des Teams wird es vermutlich große Unterschiede hinsichtlich der athletischen Fähigkeiten, der Trainings- und Verletzungsgeschichte sowie der persönlichen Schwächen und Asymmetrien geben, um nur einige Variablen zu nennen. Der Ansatz, der den Athleten in den Mittelpunkt stellt, trägt den Bedürfnissen jedes einzelnen Spielers Rechnung und legt ein Programm vor, das optimal geeignet ist, ihn auf seine Aufgaben vorzubereiten.

Das ist besonders wichtig, wenn innerhalb eines Teams oder einer Gruppe Alter und Trainingsprofile nicht homogen sind. Ältere Athleten brauchen während der Saison womöglich nicht dieselbe körperliche Belastung wie ihre jüngeren Kollegen. Genauso ist es töricht, einem neuen Spieler, der es soeben erst in die erste Mannschaft geschafft hat, dieselbe Trainingsbelastung zuzumuten wie einem erfahrenen Spieler, dessen Körper sich über Jahre hinweg an den harten Trainingsalltag gewöhnen konnte. Wer also einem einheitlichen Trainingsprogramm Priorität vor den Sportlern einräumt, verpasst die Chance, jeden einzelnen Athleten zu seiner persönlichen Maximalleistung zu führen.

Einen solchen maßgeschneiderten Ansatz muss man einem eingespielten Team allerdings oft erst erklären, vor allem jenen Athleten, die es gewohnt sind, dass sich alle Mitglieder stets demselben Training unterziehen. Manche Spieler in Teamsportarten halten nicht viel davon, sich freizunehmen, während die anderen Mitglieder der Mannschaft trainieren, weil sie das Gefühl

haben, ihre Kollegen dadurch im Stich zu lassen. Umgekehrt kann in der Gruppe auch Neid aufkommen, wenn der Eindruck entsteht, dass ein Spieler eine Sonderbehandlung erfährt.

Dies lässt sich vermeiden, wenn man der gesamten Gruppe das Konzept des athletenzentrierten Programms vorab gründlich erklärt, damit sie versteht, warum bei diesem Ansatz nicht alle Akteure gleichzeitig dasselbe tun. Manche erholen sich, während andere hart arbeiten. Das hat nichts mit Schikane zu tun; es ist nur so, dass maßgeschneidertes Training die beste Art ist, die Gruppe optimal auf ein Spiel vorzubereiten.

Dieser Ansatz ist arbeitsintensiv, weil die Athletiktrainer für jeden Spieler ein individuelles Programm ausarbeiten müssen. Doch ist er nicht so aufwendig, wie er zunächst scheint, denn es gibt immer Überschneidungspunkte. Infolgedessen besteht die individuelle Anpassung aus Modifikationen desselben Grundthemas mit individuellen Ergänzungen, die in jedes Programm eingearbeitet werden, um eventuellen Verletzungsrisiken oder leistungshemmenden Faktoren zu begegnen.

## Interdisziplinarität

Damit dieser athletenzentrierte Ansatz in die Tat umgesetzt werden kann, sollte die Organisation einen interdisziplinären Rahmen schaffen. Dieser ist jedoch nicht identisch mit dem sogenannten multidisziplinären Umfeld, das oft als Ideal propagiert wird. Multidisziplinäre Strukturen bestehen aus diversen Fachbereichen (Fitness, Medizin, Coaching, Psychologie, Ernährung usw.), die unabhängig voneinander den Athleten oder das Team mit Input versorgen.

Interdisziplinäre Strukturen hingegen vertreten eine Philosophie des gemeinsamen Problemlösens, indem jede Fachdisziplin einen bestimmten Teil zum Programm eines Athleten beiträgt. Diese Unterscheidung scheint eine sprachliche Spitzfindigkeit zu sein, in Wirklichkeit aber ist sie Ausdruck für eine viel wichtigere Änderung der Denkweise. Bei interdisziplinären Strukturen arbeiten die einzelnen Fachbereiche nicht mehr unabhängig voneinander, sondern als Einheit; und sie akzeptieren die Tatsache, dass bei der Lösung eines bestimmten Problems manche Mitglieder des Trainer- und Betreuerstabs gelegentlich eine größere Rolle spielen als andere.

## Kultur des Erfolgs

Die Entwicklung der Rahmenbedingungen, in denen sich ein offener, konstruktiver Dialog innerhalb des interdisziplinären Teams entfalten kann, ist entscheidend, kann aber nur effektiv sein, wenn alle beteiligten Mitglieder der Organisation eine Kultur des Erfolgs pflegen, und dazu gehören sowohl das Management als auch die Trainer, die Athletikbetreuer und natürlich die Athleten bzw. Spieler selbst. Damit sich diese Kultur etablieren kann, müssen alle Akteure dieselbe kollektive Vision teilen, und zwar eine, in der die Motivation zu gewinnen und als Gruppe erfolgreich zu sein über dem Bedürfnis einzelner Mitglieder steht, sich in der Öffentlichkeit zu profilieren. Zwar gehen Ruhm und Anerkennung oft mit sportlichem Erfolg einher, trotzdem sollten diese Statussymbole nicht die Motivation darstellen, weil sonst früher oder später der Teamgeist darunter leidet und somit die gesamte Gruppe an Stärke verliert. Oft wächst der Ehrgeiz, in der letzten Spielminute noch einmal alle Kräfte zu mobilisieren, nicht aus einer körperlichen Überlegenheit heraus, sondern vielmehr aus dem tiefen Bedürfnis, für seine Teamkollegen alles zu geben und doch noch den Sieg einzufahren.

In erfolgreichen Mannschaften spielen Vereinskultur und Teamgeist eine extrem wichtige Rolle; und sie entfalten ihre größte Wirkung, wenn sie durch die Spieler selbst vorangetrieben werden, indem diese etwa die Maßstäbe für Intensität und Qualität des Trainings selbst festlegen und von jedem Gruppenmitglied die Erfüllung der damit verbundenen Anforderungen erwarten. Unserer Erfahrung nach reichen diese persönlichen und beruflichen Maßstäbe nicht selten sogar über den Trainingsbereich hinaus in den Alltag des Athleten. Ein Umstand, der auf keinen Fall unterschätzt werden sollte!

## Mentale Resilienz

Jeder echte Weltklasseathlet teilt den brennenden Ehrgeiz, der Beste zu sein, und er ist bereit, alles zu unternehmen, um dieses Ziel zu erreichen. Auf diesem Niveau betrieben verlangt einem der Sport mehr ab als die meisten bereit sind zu geben. Er erfordert eine enorme Hingabe sowie eine so große Leidens- und Opferbereitschaft, die auf die meisten Menschen beinahe irrational wirkt. Die weltbesten Athleten haben eine Art inneren Schalter, den sie

bei Bedarf umlegen können, und der es ihnen ermöglicht weiterzumachen, wenn alle anderen schon längst aufgegeben haben. Diese Vorstellung ist schwer nachvollziehbar und teilweise sogar beängstigend. Sie gehört jedoch zur Realität des Hochleistungssports, und um sich von der Masse seiner Konkurrenten abzusetzen, ist diese Hingabe unerlässlich. Wir müssen zugleich aber auch die Tatsache anerkennen, dass bei manchen Athleten der Ehrgeiz manchmal so groß sein kann, dass sie zu unethischen oder illegalen Maßnahmen greifen. Deshalb ist es wichtig, genauestens auf die Einhaltung der Grenzen zu achten.

Mittlerweile verbreitet sich die Einsicht, dass mentale Stärke einer der wichtigsten Faktoren für den sportlichen Erfolg ist. Viele Jahre lang haben wir versucht, sportliches Talent hauptsächlich auf anthropometrische oder physiologische Eigenschaften zurückzuführen, was bis zu einem gewissen Punkt auch hinreichend funktioniert hat. Denn selbstverständlich gibt es viele Sportler mit einer hervorragenden inneren Einstellung, die es allein aufgrund ihrer körperlichen Voraussetzungen nie an die Spitze geschafft haben. Andererseits ist es trotzdem eine Tatsache, dass sich jeder Weltklasseathlet durch einen ausgeprägten Willen zum Erfolg und eine psychische Stärke auszeichnet, die beinahe jeden körperlichen Nachteil ausgleichen können.

Es würde den Rahmen dieses Buchs sprengen, das Thema Sportpsychologie in seiner gebührenden Ausführlichkeit zu besprechen, aber es wäre nachlässig, nicht zumindest kurz zu erwähnen, welche Rolle die mentale Resilienz für den sportlichen Erfolg spielt. Nicht zuletzt weil viele professionelle Organisationen bzw. Sportvereine junge Athleten exakt unter diesem Gesichtspunkt sichten und prüfen, bevor sie ihnen überhaupt einen Vertrag anbieten.

Es ist klar, dass eine hohe sportliche Leistungsfähigkeit das Ergebnis sowohl körperlicher als auch technischer und mentaler Qualitäten ist. Nur durch ein optimales Zusammenspiel dieser drei Elemente kann ein Athlet entstehen, der nicht nur immer wieder reproduzierbar überlegene körperliche Stärke demonstrieren kann, sondern auch in der Lage ist, seine Fähigkeiten selbst unter extremem Druck unter Beweis zu stellen. Dieses Buch richtet sich an Trainer und will ihnen dabei helfen, die körperlichen Aspekte ihrer Schützlinge optimal zu entwickeln, damit diese eine hohe Leistungsfähigkeit erreichen.

An dieser Stelle muss aber darauf hingewiesen werden, dass es nicht möglich ist, die genannten drei Bereiche getrennt voneinander zu behandeln. Wenn sonst alle anderen Faktoren gleich sind, wird immer derjenige Athlet die erforderliche Resilienz für die Überwindung seiner Gegner haben, der überzeugt ist, körperlich besser vorbereitet zu sein. Umgekehrt hängt die Fähigkeit, selbst noch in den letzten Sekunden eines Spiels oder Wettkampfs ein hohes technisches Niveau aufrechtzuerhalten, von einer beeindruckenden athletischen Grundlage ab. Kein einzelner Aspekt hoher Leistungsfähigkeit darf also isoliert betrachtet werden, und es ist immer davon auszugehen, dass Verbesserungen in einem Bereich auch die Leistung in den anderen beiden Bereichen steigern.

## Herausforderungen, denen sich der moderne Athlet stellen muss

Um der beste Athlet in einer Sportart zu sein, reicht es nicht mehr aus, einfach nur hart zu trainieren. Früher konnten nur einige wenige Spitzenathleten von ihrem Sport leben, alle anderen mussten sich ihre Brötchen in einem regulären Beruf verdienen. Ebenso mussten sie sich um ihre medizinische Versorgung, Nahrungsergänzungsmittel, Ausrüstung usw. selbst kümmern. Heutzutage ist der Beruf des Profisportlers genauso geregelt wie der des Buchhalters, Handwerkers oder Krankenpflegers. Die bekanntesten Athleten können gut von ihren sportlichen Leistungen leben und müssen sich keine Gedanken über die besten Nahrungsergänzungsmittel oder Rehabilitationsmaßnahmen machen, geschweige denn über den Kauf neuer Sportschuhe.

Deshalb ist die Versuchung groß anzunehmen, dass moderne Athleten sich über nichts anderes Gedanken machen müssen als über ihren Sport. Gewiss, das ist das Ziel vieler Sportdirektoren, die ihren Athleten nur zu gerne den Rücken freihalten wollen. Und zweifellos hat diese Praxis dazu geführt, dass unsere heutigen Stars sportliche Höchstleistungen erzielen, die früher undenkbar gewesen wären; aber dafür mussten sie auch einen hohen Preis zahlen.

Athleten stehen heute nicht unter weniger Druck als früher, sondern unter einem anderen Druck. An unsere jungen Sportler werden höhere

Erwartungen als je zuvor gerichtet. Von ihnen wird nicht nur erwartet, dass sie gute Spiel- bzw. Wettkampfleistungen erbringen; zusätzlich weisen ihnen die Medien und die Öffentlichkeit eine Vorbildrolle zu, die eine große Belastung sein kann. Unsere aktuelle Sportlergeneration muss sich neuen Herausforderungen stellen, wie etwa den sozialen Medien und einer ständigen medialen Präsenz. Häufig sind die Athleten auch den Launen der öffentlichen Meinung ausgesetzt, und man braucht ein dickes Fell, um diese oft negativen Einflüsse nicht an sich heranzulassen.

Heutigen Athleten steht die Welt zweifellos offen, aber wenn sie sich mit nichts anderem beschäftigen müssen als mit ihrem Sport, dann haben sie kein Ventil, wenn der Erfolg einmal ausbleibt. Unsere physiologische Reaktion auf Stress hat sich in Tausenden von Jahren nicht verändert, deshalb müssen wir uns ganzheitlich um die Athleten kümmern und anerkennen, dass Training nicht die einzige Belastung ist, mit der sie konfrontiert werden.

## Den Kontext verstehen

Es ist das Ziel dieses Buchs, dem Leser ein umfassendes Verständnis für das körperliche Training von Athleten zu vermitteln. Das ist aber noch lange keine Garantie dafür, dass diese Sportler dann auch wirklich erfolgreich sind. Dazu muss man den Kontext verstehen, in dem dieses theoretische Wissen um Athletiktraining angewendet wird. Eine erfolgreiche Anwendung erfordert zudem eine tiefe Würdigung des jeweiligen Sports und der einzelnen Athleten. Aufgrund seiner genetischen Voraussetzungen, Persönlichkeit, Trainings- und Verletzungsgeschichte sowie der verschiedenen äußeren Einflüsse und seiner Überzeugungen reagiert jeder Mensch anders auf Training.

Und eben deshalb ist es so wichtig, den Kontext zu verstehen, in dem wir agieren. Der Erfolg eines Programms hängt größtenteils davon ab, wie gut die Konzepte im jeweiligen Umfeld vermittelt werden. Selbst die – theoretisch – besten Programme der Welt sind wert- und wirkungslos, wenn man sie nicht an den Mann bzw. die Frau bringen kann.

## Die Vision dieses Buchs

Weil die körperliche Vorbereitung der Athleten das A und O ist, auf dem alles weitere aufbaut, müssen sich alle im Hochleistungssport

tätigen Personengruppen auf internationale »Best Practices« einigen. In den letzten zehn Jahren hat es im Bereich der Sport- und Trainingslehre zahlreiche neue Entwicklungen gegeben, so dass viele Werke, die heute in den Bücherregalen stehen, dringend aktualisiert werden müssten. Das vorliegende Buch liefert ein solches Update und präsentiert zugleich seine Inhalte auf eine neue Weise. Mit den hier vorgestellten Konzepten erhalten Sie als Leser einen tiefen Einblick in die Welt des Hochleistungssports.

Die hier versammelten Beiträge repräsentieren das neueste Wissen zum Thema Optimierung der körperlichen Leistungsfähigkeit – und zwar so, dass es sofort in der Praxis umgesetzt werden kann. Wir hoffen, dass die hier gebotenen Informationen neue Diskussionen und eine nachhaltige Veränderung der Trainingspraxis im Hochleistungssport anregen.

## Experten

Wer die menschliche Leistungsfähigkeit maximieren will, muss in vielen Bereichen nach höchster Kompetenz streben. Dieses Buch ist das Ergebnis der Zusammenarbeit von Menschen, die in allen Bereichen athletischer Leistungssteigerung als Experten gelten und in ihren Beiträgen die Ergebnisse ihrer jeweiligen Forschungsthemen vorstellen. Sie erklären, was in ihrem jeweiligen Fachgebiet als Best Practice gilt, und übertragen das in die Praxis, was die Wissenschaft zuvor in der Theorie erarbeitet hat. Auf diese Weise fassen in diesem Buch einige der weltbesten Fachleute die wichtigsten aktuellen Forschungsergebnisse und Methoden für eine optimale Trainingsgestaltung zusammen und zeigen dem Leser, wie man diese unmittelbar in die Praxis umsetzt. Unsere Autoren wurden nach folgenden drei Kriterien ausgewählt:

1. Ihre praktische Erfahrung sowie weltweites Renommee innerhalb ihres spezifischen Fachgebiets im Bereich athletischer Leistungssteigerung.
2. Ihre Fähigkeit, die neuesten Forschungsergebnisse auch praktisch anzuwenden.
3. Ihre Fähigkeit, Best-Practice-Prinzipien auf eine Weise zu vermitteln, die für den Leser sofort verständlich und anwendbar ist.

Dieses Buch ist, wie gesagt, das Ergebnis der Zusammenarbeit international führender Experten im Hochleistungssport. Es verfolgt nicht nur das Ziel, die Wissenschaft, die hinter athletischen Spitzenleistungen steckt, zugänglich zu machen – sondern wir wollen diese auch praktisch *anwendbar* machen. Wir wünschen uns, dass dieses Buch eine für jeden Athleten, Trainer oder Betreuer sofort umsetzbare Anleitung ist – oder kurz: für jeden, der an Aktivitäten beteiligt ist, in denen die körperliche Leistungsfähigkeit zentrale Bedeutung hat. Dieser Fokus ist nicht auf Sportarten im herkömmlichen Sinn beschränkt, sondern bezieht sich auch auf militärische und andere Einsatzkräfte, die ebenfalls einer hervorragenden körperlichen Vorbereitung bedürfen.

## Wie man dieses Buch am besten nutzt

Lehrwerke sind normalerweise nicht darauf ausgelegt, von der ersten bis zur letzten Seite gelesen zu werden, und dieses Buch bildet keine Ausnahme. Wir haben die Inhalte aber so strukturiert, dass es einen roten Faden gibt, der sich durch das gesamte Buch zieht.

Der erste Teil befasst sich mit den grundsätzlichen Prozessen, die notwendig sind, um robuste, verletzungsresistente Athleten hervorzubringen. Der zweite Teil beleuchtet zentrale konditionelle und koordinative Fähigkeiten und ihre Entwicklung. Allerdings nutzen die wenigsten Sportarten nur eine motorische Eigenschaft, und deshalb wird im dritten Teil die geschickte Kombination aller relevanten, leistungsprägenden Einflussfaktoren besprochen.

Wir erwarten, dass jedes Kapitel dem Leser ein sofortiges, praktisch umsetzbares Wissen vermittelt. Das Ziel ist es, zu jedem Themenpunkt eine ausreichende Anzahl praktischer Beispiele zu liefern, damit man als Trainer genügend Identifikationsmöglichkeiten erhält und das dargebotene Wissen sofort anwenden kann. Jedes Kapitel ist zugleich detailliert und deckt Themen in einer Tiefe ab, die möglicherweise eine wiederholte Lektüre nötig macht.

Heutzutage leiden viele Menschen unter Zeitmangel, und es ist daher so gut wie unmöglich, die Fülle der vorhandenen wissenschaftlichen Abhandlungen durchzuarbeiten, um sich selbst

ein umfassendes Bild über alle existierenden Best-Practice-Prinzipien zu machen. Dieses Buch möchte Athleten, Trainern, Therapeuten und Wissenschaftlern eine zuverlässige Quelle für valide, aktuelle und praktische Informationen sein, die nicht nur nach der ersten Lektüre in die Tat umgesetzt werden können, sondern die zugleich auch so detailliert sind, dass eine intensivere Auseinandersetzung mit den Kapiteln durchaus lohnenswert ist. Der Text enthält genug *sofort anwendbare* Informationen und Programme, die der Leser aufgreifen und zur Grundlage eigener Trainingseinheiten machen kann. Darüber hinaus liefert er aber auch Anregungen für eine Diskussion über die Denkprozesse, die hinter diesen Programmen stehen, so dass sich die Programme gegebenenfalls modifizieren und weiterentwickeln lassen.

Das Spektrum an Themen, die von unseren Weltklasseautoren abgedeckt wird, bedeutet zugleich, dass dieser Sammelband eine umfassende Quelle für Athleten oder Trainer darstellt, die die neuesten Grundsätze der sportlichen Konditionierung kennenlernen möchten. Natürlich erhebt er nicht den Anspruch, Patentlösungen anzubieten. Aber das hier präsentierte Wissen geht weit über das hinaus, was Athleten und Studenten wissen müssen. Vielmehr möchte dieses Buch eine wertvolle Quelle sein für jeden, der im Bereich der sportlichen Leistungssteigerung tätig ist und seine Ergebnisse optimieren will.

Nach der Lektüre der einzelnen Kapitel wird der Leser nicht nur die neuesten Denkansätze zu den jeweils besprochenen Themen kennen, sondern auch verstehen, wie er das Wissen ganzheitlich anwenden kann. Dabei kann er sich auf das Know-how der führenden Experten in allen wichtigen Disziplinen berufen.

Wie gesagt, kein einzelnes Element der sportlichen Leistungsfähigkeit existiert für sich allein, und in manchen Fällen wird eine bestimmte Problemstellung gleich in mehreren Kapiteln zur Sprache gebracht. Das Thema Erschöpfung zum Beispiel wird in den Kapiteln 6 und 24 behandelt. Das ist Absicht, um Querverbindungen aufzuzeigen, die im Sport häufig über mehrere Bereiche hinweg hergestellt werden müssen, um erfolgreich zu sein. Zur optimalen Nutzung des Buchs empfiehlt es sich daher, eigene Schwerpunkte zu setzen und diese mittels der vorhandenen Überschneidungen über das gesamte Buch hinweg zu verfolgen.



Die Überschneidungen unterstreichen außerdem die Notwendigkeit, innerhalb der vorhandenen Vereins-, Verbands- oder Teamstrukturen einen interdisziplinären Ansatz zu verfolgen. Wenn man zum Beispiel einen Ruderer nach einer Verletzung wieder ans Training heranzuführen will, zeigt sich schnell, dass man nicht nur seine Kraft und

Ausdauer aufbauen muss, sondern überdies auch auf Aspekte wie Crosstraining, eine kontrollierte Belastungssteigerung sowie ausreichende Erholungsphasen achten sollte. Dieses Buch ist daher nicht nur für Sport- und Fitnesscoaches von Interesse, sondern auch für Ärzte, Physiotherapeuten und Athletiktrainer.

TEIL

I

# Der Aufbau robuster Athleten





# Die Evaluierung athletischer Fähigkeiten

**Mike McGuigan, PhD, CSCS\*D**

Sports Performance Research Institute New Zealand, AUT University

Um Athleten für hohe Leistungen vorzubereiten, muss man ihre körperlichen Grundeigenschaften fachgerecht beurteilen können. Trainer und Sportwissenschaftler verfolgen im Rahmen ihrer Betreuung von Athleten zwei Hauptziele:

Die Verbesserung der körperlichen, technischen und mentalen Fähigkeiten der Athleten, damit sie die höchstmögliche Leistung erreichen.

Die Entwicklung eines präzise kontrollierten Trainingsprogramms, das dafür sorgt, dass die maximale Leistung eines Athleten zum richtigen Zeitpunkt innerhalb der Saison, das heißt für die einzelnen Wettkämpfe oder Matches, verfügbar ist.

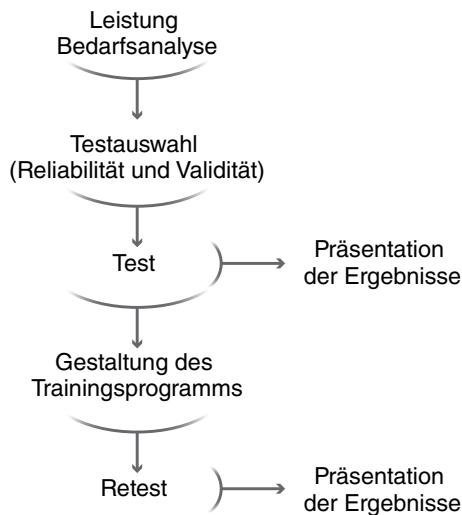
Diese Ziele lassen sich nur erreichen, wenn das Fundament stimmt und der Athlet über eine robuste Physis verfügt. Um diese Robustheit zielgerichtet aufbauen zu können, müssen wir die körperlichen Fähigkeiten unserer Athleten bestimmen. Ohne dieses Wissen ist es schwierig, effektive Trainingsprogramme zu entwerfen. Dieses Kapitel zielt darauf ab, ein Verständnis dafür zu vermitteln, wie sportmotorische Testverfahren ablaufen und wie man geeignete Tests auswählt, um ein vollständiges, akkurates Bild der Stärken und Schwächen eines Athleten zu erhalten. Zudem werden die effektivsten Methoden vorgestellt, um die Ergebnisse so zu präsentieren, dass ein strategischer Ansatz für die Verbesserung der athletischen Leistungsfähigkeit entwickelt und allen Beteiligten nahegebracht werden kann.

## Die Anforderungen des Sports und des Teams verstehen

Trainer und Wissenschaftler sind schon lange daran interessiert, die Fähigkeiten von Athleten zu bewerten. So maß zum Beispiel der Physiologe A. V. Hill bereits 1927 die Beschleunigung von Sprintern mit langen Drahtspulen, die er in regelmäßigen Abständen neben einer Laufbahn aufstellte, während die Sportler, die einen Magneten bei sich trugen, daran vorbeilaufen mussten.<sup>1</sup> Heute stehen dem Leistungsdiagnostiker zahlreiche Tests zur Verfügung, mit denen sich die körperlichen Eigenschaften von Athleten bewerten lassen. Wenn man nun eine Testbatterie für Athleten erstellt, ist es wichtig, zunächst eine umfassende sport- und personenbezogene Bedarfsanalyse vorzunehmen, um zu ermitteln, welche Tests am besten geeignet sind.

Ebenso wie das Training muss auch die Bewertung der körperlichen Fähigkeiten spezifisch sein; Tests sollten also nicht nur um des Testens willen durchgeführt werden, sondern immer einer exakten Zielsetzung folgen. Die gesammelten Daten müssen aussagekräftig und dazu geeignet sein, die athletische Leistungsentwicklung auf irgendeine Weise zu beeinflussen. Die verwendeten Tests müssen kritisch hinterfragt werden und dürfen nicht nur deshalb Anwendung finden, weil sie schon früher benutzt wurden oder zufällig die technischen Geräte und das Fachwissen hierzu

vorhanden sind. Um die strategische Gestaltung eines individualisierten Trainingskonzepts einzuleiten, ist es also unabdingbar, sowohl sport- als auch sportlerspezifische Daten in die Analyse einzubeziehen. Abbildung 1.1 zeigt einen beispielhaften Ansatz, mit dessen Hilfe man geeignete Tests für die Bewertung körperlicher Fähigkeiten auswählen und anwenden kann.



**Abbildung 1.1:** Test-Retest-Verfahren für die Bewertung körperlicher Fähigkeiten. Ein entscheidendes Kriterium ist die effektive, fortlaufende Bewertung und Präsentation der Ergebnisse, um Trainingsfortschritte zu quantifizieren und die Effektivität des Trainings zu beurteilen.

Es gibt eine Reihe von Gründen, die körperlichen Fähigkeiten von Athleten zu bewerten. Hierzu zählen:

1. Zur Bereitstellung objektiver Informationen über die Wirkung der Trainingsprogramme.
2. Zur Bewertung des Einflusses einer spezifischen Interventionsstrategie.
3. Als Entscheidungsgrundlage für mögliche Programmanpassungen.
4. Zur Maximierung des Verständnisses von Athlet und Trainer bezüglich der Anforderungen des Sports.
5. Zur effektiven Nutzung der Daten, die infolge neuer Technologien verfügbar sind.
6. Als Beitrag zur Forschung über die Vorbereitungsmaßnahmen von Spitzenathleten.

Ein umfassendes Verständnis für die spezifischen Anforderungen einer jeweiligen Sportart ist absolut erforderlich, denn es hat Auswirkungen auf die Gestaltung von positionsspezifischen Trainingsprogrammen, die sich hinsichtlich der Entwicklung von Ausdauer, Maximalkraft, Schnellkraft, Agilität (Gewandtheit) und Schnelligkeit stark voneinander unterscheiden können. Denn selbst innerhalb einer Sportart (z. B. Netball, Football, Rugby) gibt es teilweise beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Spielerpositionen. Indem man Trainingsprogramme und Übungen im Hinblick auf die jeweiligen Anforderungen der Position verordnet, hilft man den Athleten nicht zuletzt auch dabei, sich auf ihre spezifischen Rollen im Spiel vorzubereiten und eine optimale Leistung abzurufen. Zum Prozess der Bedarfsanalyse gehört also nicht nur die Leistungsauswertung der Athleten während des Matches, sondern auch die Auswahl geeigneter Tests zur Bewertung ihrer körperlichen Fähigkeiten. Dies sollte dabei helfen, individualisierte Trainingsprogramme zu entwickeln, mit denen der Athlet die spezifischen Anforderungen innerhalb seiner Sportart und Position erfüllen kann.

## Die Auswahl geeigneter Tests der körperlichen Kompetenz

Selbstverständlich kommt es zunächst darauf an, geeignete Tests zur Bewertung der körperlichen Kompetenz von Athleten auszuwählen. Zwei zentrale Gütekriterien für die Entwicklung eines Protokolls zur Bewertung athletischer Fähigkeiten sind Validität und Reliabilität. Die beiden Begriffe werden oft in einem Atemzug genannt, allerdings handelt es sich dabei um zwei separate Faktoren, die man bei der Auswahl einer Testbatterie berücksichtigen muss.

Ein Labor- oder Feldversuch, der die Leistungsfähigkeit bei der Ausführung einer Übung misst, muss sowohl reliabel (verlässlich) als auch valide (gültig) sein und selbst kleine Veränderungen im Fitnessniveau des Athleten registrieren. Im Zusammenhang mit der Vorbereitung und Durchführung der Datensammlung müssen mehrere Faktoren berücksichtigt werden, um eine möglichst hohe Qualität der Messungen zu gewährleisten. Hierzu zählen:

1. die Ausbildung und Erfahrung der Tester,
2. eine ausreichende Anzahl an Assistenten, damit die Tests effizient durchgeführt werden können,
3. die sorgfältige Vorbereitung der Formulare oder Arbeitsblätter,
4. die Verfügbarkeit präziser und kalibrierter Geräte,
5. die effiziente Gestaltung der Testumgebung,
6. die Struktur der Testsitzung, einschließlich der Reihenfolge, in der die Tests vorgenommen werden,
7. die Gewöhnung der Athleten an die Testverfahren, inklusive unmissverständlicher verbaler und praktisch präsentierter Anweisungen, wie die Tests durchzuführen sind,
8. die Zusage der Athleten, sich bei den Tests maximal anzustrengen.

Eine zentrale Komponente des Testverfahrens ist die Vorbereitung der Testsitzungen, die in großem Maße zur Validität und Reliabilität der Testprotokolle beiträgt. Um sicherzustellen, dass alle Tests ordnungsgemäß ablaufen, empfiehlt es sich, einen oder mehrere Probedurchläufe vorzunehmen.

### Gut zu wissen

*Validität* bezieht sich darauf, ob ein spezifischer Test tatsächlich misst, was er zu messen vorgibt. Validität ist wichtig, um *zwischen verschiedenen Athleten* unterscheiden zu können, und erlangt ihre größte Aussagekraft, wenn man die Testergebnisse verschiedener Sportler einander gegenüberstellt.

*Reliabilität* bezieht sich darauf, wie wiederholbar die Leistung ist. Dies lässt sich durch wiederholte Versuche optimal bewerten und ist wichtig, um die Leistung *ein und desselben Athleten* über einen bestimmten Zeitraum hinweg zu verfolgen.

## Reliabilität

Die Reliabilität von Tests wird oft als wichtigster Faktor betrachtet, weil sie die Präzision beeinflusst, mit der Athleten, Patienten, Klienten und Studienteilnehmer bewertet werden. Im Spitzensport zum Beispiel ist der Unterschied zwischen Erfolg und Misserfolg in Bezug auf die tatsächlich erbrachte Leistung manchmal so gering, dass man

sich absolut sicher sein muss, dass die im Vorfeld durchgeführten Leistungstests reliabel sind. Ganz gleich, welche körperlichen Fähigkeiten man auch misst – man muss unbedingt wissen, ob die verwendete Methode auch wirklich reliabel ist.

Deshalb gibt es auch zur Messung der Reliabilität eine Vielzahl von Methoden. In diesem Zusammenhang spielen folgende Faktoren eine wichtige Rolle: *Korrelationen*, *typische Messabweichung* und *Veränderung des Mittelwerts*.

## Korrelationen

Die gängigste Form der Reliabilität ist die Retest-Reliabilität, die sich auf die Reproduzierbarkeit einer Variablen bezieht, die öfter als einmal gemessen wird. Ein anschauliches Beispiel für eine Situation, in der dies nützlich sein könnte, ist die Ausführung eines Maximalversuchs (1RM). Wenn wir einen Athleten an Tag 1 testen, wollen wir sicherstellen, dass wir an Tag 2 dasselbe Ergebnis erzielen. Eine Retest-Korrelation ist eine gängige Methode zur Messung der Reliabilität. Eine Korrelation von 1,00 repräsentiert eine perfekte Beziehung zwischen den Variablen, während 0,00 keinerlei Beziehung darstellt. Pearson-Korrelationskoeffizienten oder Intraklassen-Korrelationskoeffizienten (IKK) werden verwendet, um die Retest-Reliabilität zu quantifizieren. Mit dem IKK lässt sich die Retest-Reliabilität allerdings besser messen, vor allem bei mehr als zwei Wiederholungstests, die idealerweise durchgeführt werden sollten, um die Retest-Reliabilität sicher zu gewährleisten. Im Internet sind Tabellen verfügbar, mit denen sich die Reliabilität berechnen lässt.<sup>2</sup>

## Typische Messabweichung

Die typische Messabweichung ist eine nützlichere Methode, um Leistungsänderungen bei einem einzelnen Athleten zu bewerten, weil sie ein direktes Maß für den Fehlerumfang bietet, der mit dem Test in Verbindung steht. Dabei bezieht sich der Begriff *Messabweichung* auf variierende Messergebnisse aus jeder beliebigen Quelle (technisch, elektronisch oder biologisch). Ein wichtiges analytisches Hilfsmittel ist in diesem Zusammenhang der Variationskoeffizient (VarK), der normale Abweichungen innerhalb der Leistung eines Athleten wiedergibt und dementsprechend als Prozentzahl des Mittelwerts aller bisherigen Leistungen des Athleten ausgedrückt wird. Dies

ist sehr nützlich, um die Reliabilität von Leistungstests darzustellen. Wir können diesen Ansatz verwenden, um den typischen Fehler für alle Tests zu berechnen, die in einer Batterie genutzt werden, und dann aussagekräftige Schlussfolgerungen darüber treffen, ob die Veränderungen, die wir als Reaktion auf ein Trainingsprogramm beobachten, bedeutsam sind oder nicht.

Sagen wir zum Beispiel, dass an drei unterschiedlichen Tagen ein Vertikalsprung-Test absolviert wird (mehr als zwei Retests sind immer besser!) und dabei folgende Ergebnisse zustande kommen: am 1. Tag 65 cm, am 2. Tag 66 cm, am 3. Tag 68,5 cm. Die Differenzwerte sind 1 cm bzw. 2,5 cm, und die Standardabweichung dieser Differenzwerte ist 1,06. Der typische Fehler wird dann berechnet als Standardabweichung der Differenzwerte / Quadratwurzel aus 2 bzw.  $1,06 / \sqrt{2} = 0,75$ . Diese Berechnung sollte zur Sicherheit mit den Ergebnissen mehrerer Athleten durchgeführt werden.

Die im Internet erhältliche Tabelle kann genutzt werden, um typische Messabweichungen zu berechnen, und ermöglicht zudem die Umrechnung der Innersubjekt-Variation als %VarK.<sup>2</sup>

## Veränderung des Mittelwerts

Die einfache Veränderung des Mittelwerts ist ein weiteres Maß der Reliabilität.<sup>3</sup> Diese Veränderung besteht aus zwei Komponenten: der zufälligen und der systematischen Veränderung. Eine zufällige Veränderung des Mittelwerts ist auf einen Stichprobenfehler zurückzuführen, während die systematische Veränderung eine nichtzufällige Veränderung des Werts zwischen mehreren Testreihen darstellt (zum Beispiel zurückzuführen auf die Motivation des Athleten). Eine einfache Art, dies zu berechnen, besteht darin, zwischen Testpaaren einen Paardifferenzentest durchzuführen. Ein t-Test ist ein weiterer statistischer Test, der ebenfalls den Vergleich zwischen zwei Mittelwerten ermöglicht. Ein Paardifferenzentest kann verwendet werden, um Gruppen von Athleten miteinander zu vergleichen, die mehr als einmal getestet wurden (das heißt wiederholte Testungen). Dieser Test kann mithilfe von Excel oder anderen Statistikprogrammen ausgeführt werden. Es ist wichtig, Tests mit kleinen Lerneffekten auszuwählen bzw. zu entwickeln oder den Athleten viele Versuche zur Eingewöhnung zu gestatten, um die Lerneffekte möglichst gering zu halten.

Es kommt oft die Frage auf, was die akzeptable Zuverlässigkeit eines Tests ist. Obwohl es keine vorgegebenen Werte für akzeptable Reliabilität gibt, ist die Tendenz erkennbar, dass IKK-Werte über 0,75 als reliabel gelten können, und bei den meisten klinischen Anwendungen sollte dieser Wert sogar bei mindestens 0,90 liegen. Einige Wissenschaftler haben willkürlich ein analytisches Ziel von  $\leq 10$  Prozent für den VarK festgesetzt, aber noch sind sich die Experten über die Vorteile dieses Werts nicht einig. Dies scheint doch eine ziemlich freie Interpretation zu sein, und eigentlich sollten Trainer eher darin bestärkt werden, so oft als möglich Tests mit einer extrem hohen Reliabilität zu nutzen. Ein wichtiger Aspekt, den man sich in diesem Zusammenhang immer wieder vor Augen führen sollte, ist, dass eine hohe Reliabilität eine zentrale Voraussetzung für die Überprüfung kleiner, aber klinisch wichtiger Veränderungen in einem Individuum sowie für die Quantifizierung solcher Effekte in kontrollierten Studien mit Stichproben von annehmbarer Größe ist. Wir müssen wissen, ob die Tests, die wir für unsere Athleten ausgewählt haben, gut genug sind, um eventuelle Veränderungen in den Ergebnissen sichtbar zu machen. Ist die Reliabilität nicht hoch genug, erfahren wir womöglich nie, wie es um den wahren Zustand des Sportlers oder die Wirkung der Trainingsprogramme bestellt ist.

## Validität

Validität ist ebenfalls extrem wichtig, weil sie sich mit der grundlegenden Frage befasst, ob ein Test wirklich das bewertet, was er zu messen vorgibt. Validität befasst sich auch mit der Fragestellung, wie gut sich der Test auf die Wettkampfleistung des Athleten übertragen lässt. Ebenso wie bei der Bestimmung der Reliabilität können wir auch hier eine im Internet verfügbare Tabelle benutzen, um die Validität zu berechnen.<sup>4</sup> Ein für Außenstehende vielleicht etwas ungewöhnlicher Aspekt der Forschung zur Leistungssteigerung ist, dass bislang nur selten die Wirkung unterschiedlicher Interventionen auf die Leistung in tatsächlichen Wettkampfsituationen untersucht wurde.<sup>3</sup> Der traditionelle Ansatz sieht so aus, sich ausschließlich auf die Leistung in Labor- oder Feldversuchen zu verlassen, welche die Wettkampfsituation aber lediglich nachahmt. Das ist zweifellos auf logistische Gründe zurückzuführen, beispielsweise im Hinblick auf die Rekrutierung von Studienteil-

nehmern oder die Möglichkeit zur Messung von Variablen, die in direktem Zusammenhang mit leistungsbestimmenden Behandlungsmethoden stehen, so dass diese nur in einer bestimmten Umgebung vorgenommen werden können.

Bedauerlicherweise wurde die Beziehung zwischen der Leistung in Tests und der Leistung in Wettkämpfen noch nicht gründlich untersucht, deshalb kann man bis heute nicht mit Gewissheit sagen, wie sich eine Veränderung der Leistung im Test auf die Veränderung der Leistung im Wettkampf auswirkt. Ungeachtet der Reliabilität eines Tests muss der Diagnostiker sich weitgehend darauf verlassen, dass im Test eventuell messbare Verbesserungen auch im Wettkampf reproduziert werden. In der Vergangenheit haben Forscher dieses Problem üblicherweise gelöst, indem sie eine Validitätsstudie durchführten, in der die Leistung einer Gruppe von Athleten im Test entweder mit ihrer Leistung im Wettkampf oder mit aktuellen persönlichen Bestleistungen korreliert wurde.<sup>5</sup>

### Gut zu wissen

Es ist extrem wichtig, Laborversuche oder Leistungstests zu verwenden, die das wichtigste Kriterium erfüllen, nämlich dass »Veränderungen der Testergebnisse in direktem Zusammenhang zu den Veränderungen der Wettkampfleistung stehen.«<sup>4</sup>

## Einbeziehung der Ergebnisse in Verletzungsscreenings und Rehabilitationstests

Das Testen stellt jedoch mehr als nur die erste Stufe auf der Trainingsleiter dar. Verletzungsprävention und -rehabilitation sind ebenfalls zentrale Bestandteile eines jeden Trainingsprogramms. Tests in diesen Bereichen sind deshalb so wichtig, weil:

1. sie Spekulationen vermeiden helfen, wenn es darum geht, den Fortschritt und die Effizienz von Interventionen zu bestimmen.
2. sie die Kommunikation zwischen den Mitgliedern des Trainer- und Betreuerstabs verbessern.

Es ist in Hochleistungsprogrammen mittlerweile üblich, im Rahmen der Vorbereitung von Athleten einen multidisziplinären Ansatz zu verfolgen, an dem Fachleute wie Physiotherapeuten, Kraft- und Konditionstrainer, Athletiktrainer und Leistungsdiagnostiker zusammenwirken. Die derzeitige Forschung spricht sich entschieden dafür aus, die Daten aus den Fitnessstests mit den Ergebnissen aus den Verletzungsscreenings und den medizinischen Untersuchungen abzugleichen. Obwohl diese Ansätze noch näher erforscht werden müssen, ebenso wie die genauere Validierung und Bewertung der verschiedenen, kommerziell

### Fallstudie

Eine 28-jährige Feldhockeyspielerin, die sich in der Vergangenheit eine Reihe von Knieverletzungen zugezogen hatte, bereitete sich auf die Olympischen Spiele 2012 vor. Sie war nicht in der Lage, an allen Trainingseinheiten teilzunehmen und litt bei dynamischen Widerstandsübungen unter starken Knieschmerzen. Physiotherapeut, Kraft- und Konditionstrainer und Sportwissenschaftler besprachen ihren Fall und beschlossen, einen isometrischen Krafttest vorzunehmen und ein Trainingsprotokoll zu erstellen, das ihre Muskelkraft und ihren Kraftanstieg in der Phase unmittelbar vor den Spielen (die letzten acht Wochen) verbessern sollte. Der verwendete Test war der isometrische Squat (Wandsitz), der für Kraftmessungen sehr reliabel ist ( $VarK \leq 2$  Prozent). Eine regelmäßige wöchentliche Bewertung unter Verwendung einer Kraftmessplatte lieferte objektive Daten zur Kraftproduktion und Rate der Kraftentwicklung. Die Daten wurden während der Trainingseinheiten gesammelt und dazu genutzt, das Training und die Rehabilitationsintervention anzupassen, indem die verschiedenen Betreuer wöchentliche Besprechungen abhielten. Dieser Ansatz war zudem eine wirksame Art, das Testen ins Training einzubeziehen und dem Betreuerstab ein zusätzliches Kontrollinstrument an die Hand zu geben (siehe Kapitel 6).

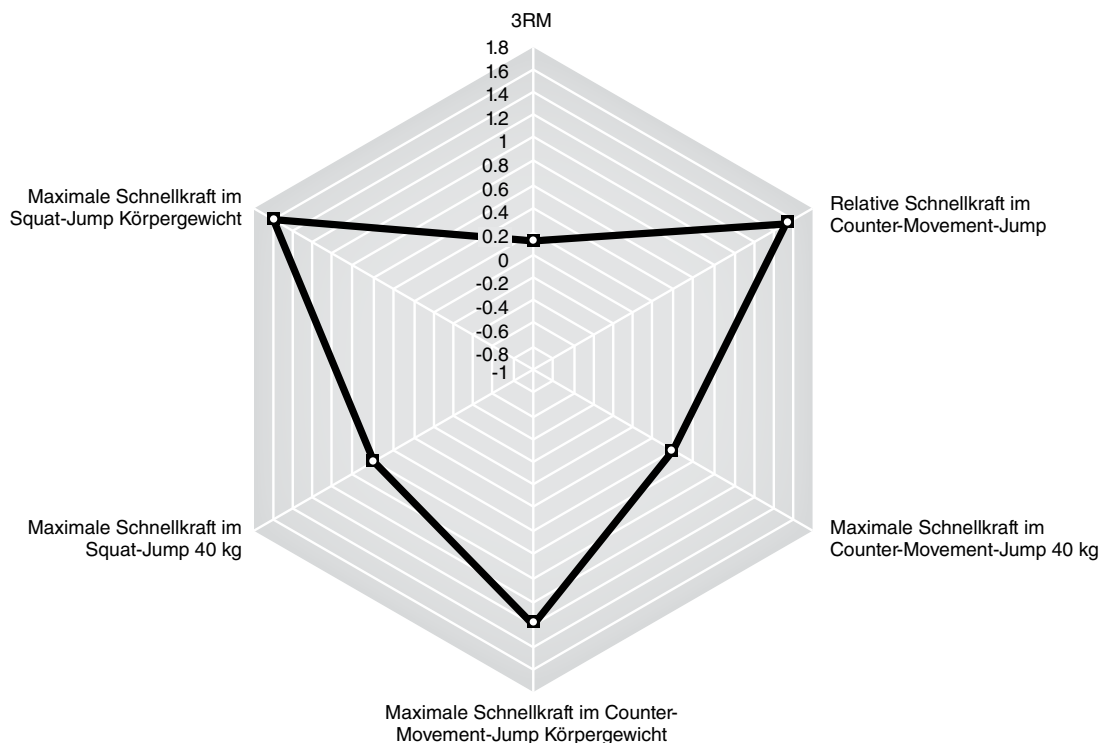


erhältlichen Screening-Instrumente, weisen die momentanen Daten deutlich auf die Wirksamkeit dieses Ansatzes hin. Einzelne Berichte von Hochleistungsprogrammen mit engverzahnten Maßnahmen zur Verletzungsprävention sind ebenfalls vielversprechend. Eine dieser Studien untersuchte die Auswirkungen eines solchen interdisziplinären Trainingsansatzes auf die Verletzungsrate und Leistung von College-Baseballspielern.<sup>6</sup> Über einen Zeitraum von fünf Jahren hinweg gab es eine allgemeine Abnahme der Verletzungsrate sowie eine Zunahme der Leistung, die beide eindeutig auf die Zusammenarbeit der Trainer, Sportmediziner und Sportwissenschaftler zurückzuführen sind. Damit dieser Ansatz erfolgreich sein kann, ist jedoch ein enger Austausch aller beteiligten Parteien entscheidend. Es ist daher wichtig, dass die angewendeten Tests vom gesamten Trainer- und Betreuerstab verstanden werden, dass die gewonnenen Ergebnisse Informationen liefern, die für die Bewertung des Zustands des Athleten auch wirklich hilfreich sind, und dass diese Informationen effektiv kommuniziert werden.

## Bestimmung der Prioritäten für eine Intervention

Ein wichtiger Teil im Prozess der Bewertung von Athleten ist die Bestimmung der Prioritäten für

eine Intervention. Nach dem Abschluss der Tests folgt als eine der Hauptüberlegungen, welche Leistungsaspekte mit dem Trainingsprogramm angesprochen werden sollen. Eine grundlegende Frage ist oft: Soll man sich auf Schwächen konzentrieren, die Stärken weiter ausbauen oder lieber versuchen, beides miteinander zu kombinieren? Abbildung 1.2 zeigt beispielsweise die Ergebnisse von Kraft- und Leistungstests für einen hypothetischen Athleten. Diese Testdaten zeigen, dass der Athlet hinsichtlich der Maximalkraft sowie bei Sprüngen mit Zusatzgewicht relativ schlecht abschneidet. Wenn man annimmt, dass sportliche Leistung von einer hohen Kraftproduktion abhängt, könnte man daraus schließen, dass dieser Athlet am meisten von einem Trainingsprogramm profitieren würde, das eine stärkere Betonung auf die Kraftentwicklung richtet. Ein solcher Ansatz ist entscheidend, wenn man Trainingsprogramme individualisiert, um die aufgewendete Zeit und Mühe möglichst effektiv zu nutzen. Innerhalb dieses Kontextes müssen wir auch die Auswirkung bedenken, die das Training bestimmter Leistungsaspekte auf andere körperliche Fähigkeiten hat. Häufige Retests dieser Qualitäten helfen bei diesem Prozess und liefern dem Leistungsdiagnostiker ein regelmäßiges Feedback über die Wirkungen des Programms sowie spezifische Interventionen. Diese Konzepte werden in den folgenden Kapiteln noch eingehender untersucht.



**Abbildung 1.2:** Maximal- und Schnellkraftprofil eines Athleten. Der Wert null bedeutet, dass der Athlet für diesen spezifischen Test die erforderliche Norm erfüllt.

## Berechnung der kleinsten bedeutsamen Veränderung einer getesteten Leistung

Eine weitere zentrale Frage, die in direktem Zusammenhang mit der Reliabilität und Validität eines Tests steht, lautet: Wann ist die Veränderung einer Leistung, die in einem Test abgerufen wurde, signifikant, das heißt wichtig für den Athleten bzw. sein Team? Damit ist die Fähigkeit eines Tests gemeint, die kleinste, praktisch bedeutsame Veränderung zu entdecken.

Die kleinste bedeutsame Veränderung lässt sich grundsätzlich mit folgender Formel berechnen:

$$0,5 \% \text{ VarK oder } 0,2 \times \text{Zwischenathlet-Standardabweichung}^5$$

Man muss sich im Umgang mit Athleten aber auch die Frage stellen, welches Ausmaß die Veränderung haben muss, um für den Einzelnen oder die Gruppe praktisch wichtig zu sein. Bei der Anwendung dieses Konzepts wird der Diagnostiker also einerseits bewerten müssen, wie groß die Veränderung ist, und andererseits das Rauschen berücksichtigen, das in Form typischer Messabweichungen mit dem Test in Verbindung steht. Dieses hängt naturgemäß von diversen Faktoren ab, zum Beispiel der Sportart, den einzelnen Athleten, der Art des verwendeten Tests usw.

Das Konzept der Identifikation der kleinsten bedeutsamen Veränderung ist wichtig, weil es genau auf den Kern abzielt, den der Diagnostiker mit der Vorbereitung des Athleten zu erreichen sucht. Indem man die bedeutsame Veränderung der Leistung bestimmt, ist es möglich, das Maß an Verbesserung zu berechnen, das erforderlich ist, um die Medaillenchancen des Athleten zu erhöhen.<sup>5</sup> Die Berechnung der bedeutsamen Veränderung hat auch große Implikationen für Teamsportler, weil es bestimmen hilft, welche Tests bei der Analyse der einzelnen Faktoren innerhalb einer Mannschaft besonders hilfreich sind.

Ebenfalls nützlich kann es sein, die kleinste bedeutsame Verbesserung bei etwa gleich starken Gegnern zu bestimmen. Dieser Ansatz wurde bereits unter Zuhilfenahme einer Vielzahl von

Athletenpopulationen untersucht;<sup>7</sup> dabei berechnet man den Wert des VarK für Spitzenathleten im jeweiligen Wettkampf. Diese Arbeit legt nahe, dass Diagnostiker die Hälfte dieses Werts messen, wenn sie einen Spitzenathleten testen, oder die Faktoren untersuchen, die die Leistung von Nichtspitzenathleten beeinflussen. Mit diesem Ansatz können Diagnostiker die bedeutsame Veränderung für die Tests berechnen, die spezifisch für die Athletengruppen (bzw. deren Sportarten) sind, mit denen sie arbeiten. Einige Beispiele für sportartbezogene VarK aus veröffentlichten und unveröffentlichten Studien über Wettkämpfe zeigt Tabelle 1.1. Es muss jedoch betont werden, dass die VarK für individuelle Tests am besten berechnet werden, indem man ausschließlich die Daten der Athleten verwendet, mit denen der Trainer arbeitet, und sich nicht auf die veröffentlichten Ergebnisse anderer Labore oder Programme verlässt.

**Tabelle 1.1:** Typischer Variationskoeffizient (VarK) für verschiedene Sportarten

Disziplin	VarK
Diskus, Speerwerfen und Kugelstoßen	2,5 %
Gewichtheben: Reißen	2,7 %
Gewichtheben: Umsetzen und Stoßen	2,3 %
Halbmarathon (Nichtspitzenathleten)	2,5 %
Hochsprung	1,7 %
Laufen bis 10 km und Hindernislauf	1,1 %
Laufen und Hürdenlauf bis 1500 m	0,8 %
Marathon (Nichtspitzenathleten)	3,0 %
Mountainbike	2,4 %
Querfeldeinlauf (Nichtspitzenathleten)	1,5 %
Radfahren 1–40 km	1,3 %
Rudern	0,6–1,4 %
Schwimmen (verschiedene Distanzen)	1,4 %
Stabhochsprung, Weitsprung	2,3 %

Daten aus W. Hopkins et al., 2009: »Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science«, *Medicine & Science in Sports & Exercise* 41(1): 3–12; M. McGuigan und M. Kane, 2004: »Reliability of performance of elite Olympic weightlifters«, *Journal of Strength and Conditioning Research* 18(3): 650–653; A. Stewart und W. Hopkins, 2000: »Consistency of swimming performance within and between competitions«, *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32(5):997–1001; und T. B. Smith und W. G. Hopkins, 2011: »Variability and predictability of final times of elite rowers«, *Medicine & Science in Sports & Exercise* 43(11): 2155–2160.

## Interpretation der Signifikanz von Veränderungen der Testergebnisse

Neben der Auswahl der Tests, die sich für die Bewertung der konditionellen Fähigkeiten am besten eignen, ist natürlich auch die Interpretation der gesammelten Daten wichtig. Wenn es um die Interpretation von Veränderungen in Testergebnissen geht, muss sich der Diagnostiker bei der praktischen Gestaltung von Trainingsprogrammen keine Gedanken über die statistische Signifikanz machen; kleine Stichprobengrößen sind im Sport ebenso normal wie die teilweise sehr kleinen, aber wichtigen Leistungsänderungen. Bei der Interpretation der Testergebnisse können unterschiedliche Ansätze verwendet werden; hierzu zählen die Wahrscheinlichkeit praktisch wichtiger Veränderungen, Effektstärken, Prozent-Unterschied, z-Werte und modifizierte z-Werte.

Wir bewerten Teamsportler zwar ebenfalls mit Fitnessstests, eine klare Beziehung zwischen der Leistung im Fitnessstest und der Teamleistung gibt es allerdings nicht.<sup>5</sup> Das stellt uns vor das Problem, wie wir die kleinste bedeutsame Veränderung bzw. den Unterschied in Fitnessstest-Leistungen definieren. Als Lösung bieten sich nichttraditionelle Ansätze an, wie die standardisierte Veränderung oder Differenz. Dieses Maß ist auch als Cohens Effektstärke bekannt, ein Maß, das in Metaanalysen nützlich ist, um die Größe der Unterschiede bzw. die Veränderungen des Mittelwerts in verschiedenen Studien zu ermitteln.<sup>7</sup> Mit dieser Methode drückt der Diagnostiker den Unterschied oder die Veränderung des Mittelwerts als einen Bruch der Zwischensubjekt-Standardabweichung aus (Veränderung des Mittelwerts / Standardabweichung des Vorwerts).<sup>3</sup> Das ist ein ähnliches Maß wie ein z-Wert. Und auch hier gibt es keine klaren Richtlinien, was den kleinsten bedeutsamen Unterschied genau ausmacht, allerdings geben einige Forschungsarbeiten einen Wert von 0,20 an.<sup>3</sup> Dies entspräche einer Steigerung von der 80. zur 85. Perzentile. Für Leistungstests von Athleten, die eine Individualsportart betreiben, wurde vorgeschlagen, die Unterschiede zwischen den einzelnen Wettkampfleistungen eines Spitzenathleten zu mitteln. Hat man es hingegen mit Fitnessstests für Teamsportarten zu tun, wird ein allgemeiner Richtwert von ungefähr 0,20 der Zwischenathlet-Standardabwei-

chung vorgeschlagen.<sup>5</sup> Tabelle 1.2 zeigt eine beispielhafte Skala für die Klassifizierung von sowohl Effektstärken (berechnet als Unterschied im Mittelwert) als auch Korrelationskoeffizienten.

Nehmen wir an, wir wollen die kleinste bedeutsame Änderung für relative Spitzenkraft bei einem Counter-Movement-Jump-Test berechnen. Zehn Athleten führen den Test aus und erzielen dabei Werte von 65, 63, 56, 62, 64, 58, 49, 66, 62 und 45 Watt/Kilogramm. Die Zwischenathlet-Standardabweichung beträgt 7,03 Watt/Kilogramm. Die kleinste bedeutsame Änderung für diesen Test errechnet sich mithilfe der Formel  $7,03 \times 0,2 = 1,41$  Watt/Kilogramm. Wir wissen daher, dass wir bei einem Retest nach einer Trainingsphase eine Verbesserung von mehr als 1,41 Watt/Kilogramm anstreben müssten, um diese Intervention als erfolgreich zu bezeichnen. Es ist also wichtig, diese Werte der kleinsten bedeutsamen Änderungen zu ermitteln, indem man dieselbe (oder eine ähnliche) Athletenpopulation mehrfach testet. Außerdem sollte man so viele Athleten wie möglich einbeziehen, damit außergewöhnlich abweichende Werte keine allzu große Auswirkung auf den Gesamtwert haben.

**Tabelle 1.2:** Klassifikationstabelle für Effektstärkenwerte und Korrelationskoeffizienten

Deskriptor	Effektstärke	Korrelationskoeffizient
unbedeutend	0,0	0,0
klein	0,2	0,1
moderat	0,6	0,3
groß	1,2	0,5
sehr groß	2,0	0,7
nahezu perfekt	4,0	0,9
perfekt	unendlich	1,0

Daten aus W. Hopkins et al., 2009: »Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science«, *Medicine & Science in Sports & Exercise* 41(1): 3–12.

## Darstellung der Ergebnisse für eine maximale Wirkung

Die unterschiedlichen Ansätze, die in diesem Kapitel besprochen worden sind, müssen anschließend zu Ergebnissen zusammengefasst und den Trainern mit einem strategischen Ansatz präsentiert werden. Es reicht nicht aus, eine reliable und valide Testbatterie zu entwickeln, Daten zu

sammeln und herauszufinden, ob die Veränderungen bedeutsam sind oder nicht. Wenn die Informationen dem Trainer oder den Athleten nicht so präsentiert werden, dass sie auch etwas damit anfangen können, sinkt die Chance, die Leistung des Athleten mithilfe dieser Informationen zu beeinflussen. Um die Interpretation der Ergebnisse zu erleichtern, müssen wir das Ausmaß der Veränderung bewerten und dabei der Reliabilität des Tests Rechnung tragen.

Die Ergebnisse so zu präsentieren, dass Trainer und Athlet sie auch verstehen, kann auf verschiedene Weise bzw. mithilfe einer Kombination unterschiedlicher Methoden erfolgen. Ein guter erster Schritt besteht darin, die Ergebnisse in Diagrammform festzuhalten. Oft sind die Zahlen an sich für Athleten und Trainer nicht besonders hilfreich oder verständlich. Ihre grafische Darstellung kann uns dabei helfen, Tendenzen zu erkennen oder große Veränderungen der körperlichen Fähigkeiten zu veranschaulichen. Einige Beispiele für solche Methoden und ihre Anwendung werden nachfolgend vorgestellt.

- Drücken Sie die *Veränderung in Prozent* aus. Beispiel: Der Athlet hat sich seit dem letzten Test um +2,5 Prozent verändert. In diesem Zusammenhang können auch das Rauschen des Tests (ausgedrückt als typischer Fehler) und die kleinste bedeutsame Änderung kurz erläutert werden.

- Verwenden Sie *voraussichtliche Grenzen* für den tatsächlichen Wert. Der einfachste Weg hierzu ist, die beobachtete Veränderung plus/minus dem typischen Fehler anzugeben.<sup>5</sup> Beispiel: Der Athlet hat sich seit dem letzten Test um +2,5 Prozent verändert, und so ist die kleinste bedeutsame Änderung 1,0 Prozent. Mit dieser Information können die Ergebnisse interpretiert werden, indem man Formulierungen verwendet wie »möglicherweise ungünstig«, »vermutlich substanziell positiv«, »unklar, aber vermutlich vorteilhaft« usw.

- Verwenden Sie *z-Werte*, indem Sie den Score, das heißt die Wertung des Athleten berechnen: Durchschnittswert / Standardabweichung. Grafiken und Diagramme sind oft gute Methoden, um Trainern und Athleten diese Daten zu präsentieren. Eine bildliche Darstellung kann den Beteiligten zeigen, wie der Athlet innerhalb der Gruppe abschneidet. Die Darstellung von z-Werten durch Netzdiagramme liefert eine optisch prägnante Darstellung der Stärken und Schwächen

des Athleten im Verhältnis zur Gruppe und kann daher ein nützliches Mittel sein, um ein spezifisches Training zu verordnen, mit dem sich diese Schwächen beheben lassen. Abbildung 1.3 zeigt ein Netzdiagramm von z-Werten.

Dieser Ansatz kann besonders nützlich sein, wenn man einen Einzeltest vornimmt. Ein wichtiger Teil des Testverfahrens ist jedoch der Retest und der Vergleich mit vorigen Ergebnissen. Ein Problem kann allerdings entstehen, wenn Athleten aufgrund einer Verletzung eventuell nicht verfügbar sind. Bei kleinen Stichprobengrößen kann eine besonders starke (oder schwache) Wertung, die ein Athlet in einem spezifischen Test erzielt, zu signifikanten Veränderungen des Mittelwerts oder der Standardabweichungen führen. Als Alternative lassen sich modifizierte z-Werte einsetzen, bei denen für die verschiedenen Tests Benchmark-Mittelwerte und Standardabweichungen bestimmt werden. Diese Bezugswerte werden vom Diagnostiker festgelegt, das heißt, es kann bestimmt werden, dass die Benchmark, oder das Ziel, für die spezifische Leistung bei der relativen Sprungkraft im Counter-Movement-Jump zum Beispiel bei 60 W/kg liegt. Diese Benchmarks werden normalerweise auf der Grundlage einer Vielzahl von Quellen entwickelt, einschließlich veröffentlichter Literatur zu einer ähnlichen Gruppe, älteren Testdaten dieser Gruppe oder dem Feedback des Trainers. Sobald diese Benchmarks entwickelt sind, können die z-Werte wie folgt berechnet werden:

$$\text{z-Wert} = (\text{Wertung des Athleten} - \text{Benchmark-Wert}) / \text{Standardabweichung.}$$

Abbildung 1.4 zeigt ein Beispiel für die z-Werte eines Athleten, die unter Anwendung dieses Ansatzes über einen längeren Zeitraum hinweg gemessen wurden.

- Der Standard-Differenzwert ist ein z-Wert auf die Veränderung des Leistungswerts (nach dem Test – vor dem Test), bei dem von dem individuellen Differenzwert der Mitteldifferenzwert abgezogen und dann durch die Standardabweichung der Differenzwerte dividiert wird.<sup>8</sup> Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass der Diagnostiker diejenigen Personen visuell hervorheben kann, die große Leistungsänderungen vorzuweisen haben.

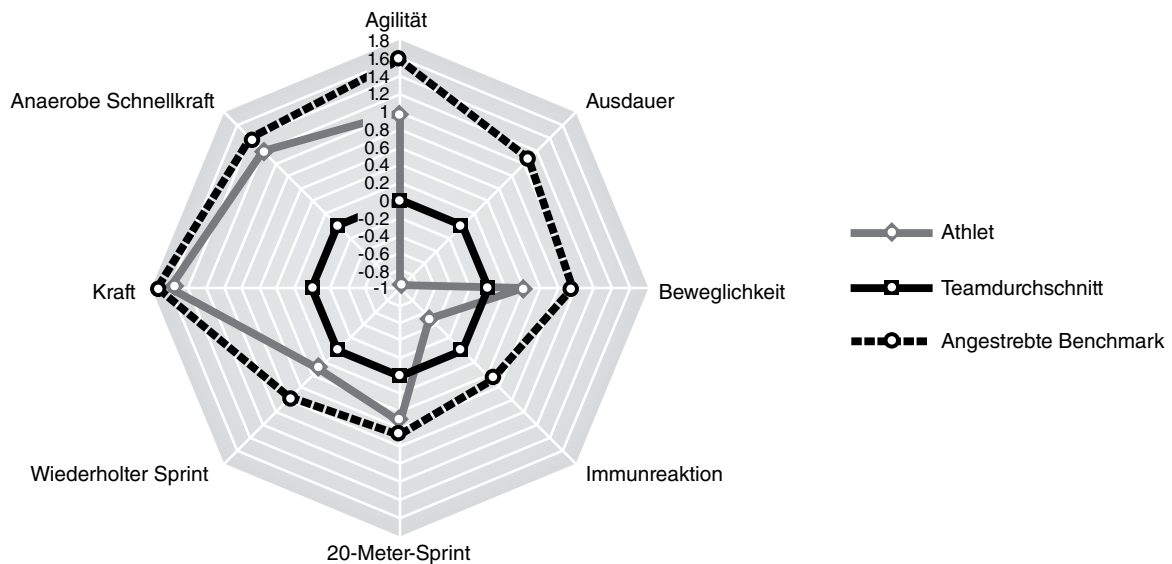
• Es gibt noch einige andere Methoden, mit denen sich Daten anschaulich präsentieren lassen. Viele finden zum Beispiel z-Werte verwirrend, und deshalb könnte als Alternative auch ein Standard-Ten-Wert (STEN-Wert) genutzt werden, der Ergebnisse in Form von Zahlen zwischen 1 und 10 ausweist. Diese lassen sich aus den z-Werten oder den ursprünglichen Testdaten berechnen. Für die

Berechnung von STEN-Werten kann man eine der beiden Formeln verwenden:

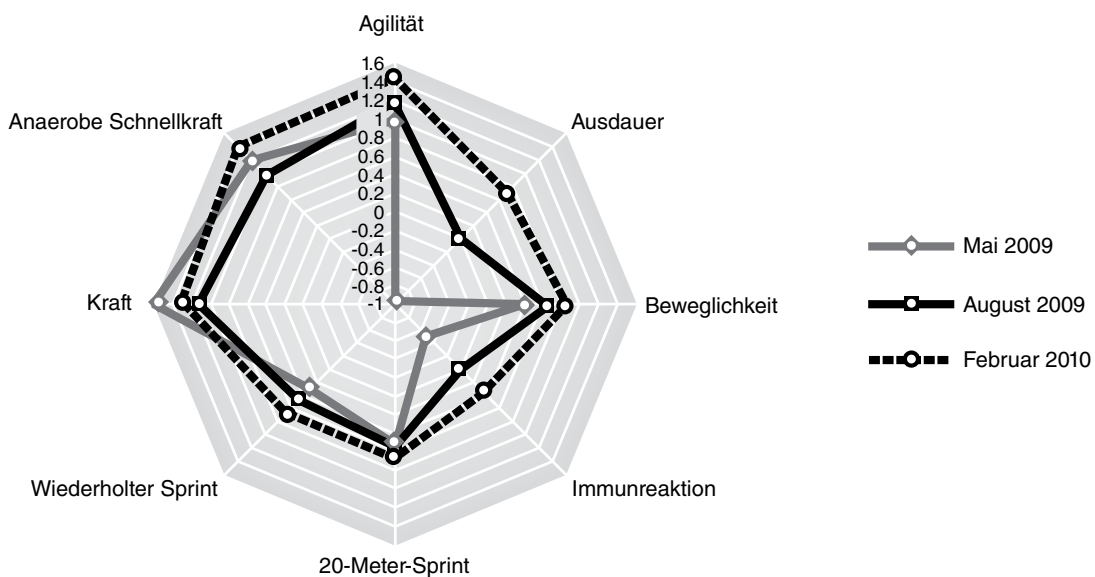
$$\text{STEN} = (\text{z-Wert} \times 2) + 5,5$$

oder

$$\text{STEN} = [(\text{Testergebnis} - \text{durchschnittliches Testergebnis}) / \text{Standardabweichung}] \times 2 + 5,5$$



**Abbildung 1.3:** Ergebnisse eines einzelnen Athleten im Vergleich zum Teamdurchschnitt und den angestrebten Benchmarks. Der Teamdurchschnitt ist ein Durchschnitt der z-Werte und ergibt bei der traditionellen Berechnung daher immer null.



**Abbildung 1.4:** Entwicklung der Leistung eines einzelnen Athleten über einen längeren Zeitraum hinweg.

Ein weiterer entscheidender Teil des Dokumentationsprozesses ist die Zeit, die man sich nimmt, um den Trainern und Athleten die Ergebnisse mitzuteilen. Dies muss möglichst schnell erfolgen, damit die zuständigen Betreuer Zeit haben, die Trainingsprogramme so zu verändern, dass die identifizierten Schwächen adressiert werden. So wie eine suboptimale Präsentation der Testdaten das Potenzial verringern kann, die Trainingsergebnisse der Athleten zu verbessern, kann auch eine verspätete Weitergabe der Informationen eine negative Auswirkung haben. Diagnostiker sollten also immer dafür sorgen, dass Trainer und Athleten die Testergebnisse möglichst zeitnah erhalten, verbunden mit ausdrücklichen Hinweisen zu deren Bedeutsamkeit sowie konkreten Handlungsempfehlungen.

### Gut zu wissen

Unter normalen Bedingungen sollte den Trainern innerhalb von 72 Stunden nach Ende des Tests eine übersichtliche Darstellung der Testergebnisse vorliegen.

## Von der Theorie zur Praxis

Ein wichtiger Aspekt von Trainingsprogrammen ist die Frage, wie und in welchem Ausmaß sich das Training auf die sportlichen Leistungen auswirkt. Es hat sich beispielsweise gezeigt, dass Widerstandstraining die Maximal- und die Schnellkraft sowie Schnelligkeit vieler Athletenpopulationen verbessert. Neben der Verbesserung der körperlichen Qualitäten der Athleten bringt Widerstandstraining aber auch deutliche Vorteile im Hinblick auf die Muskelgröße und die Minderung des Verletzungsrisikos. Das ultimative Ziel der Athletenvorbereitung ist jedoch die Maximierung der Leistung in der Wettkampfsituation bzw. im Match. Jede Form von Training muss also auch unter dem Gesichtspunkt betrachtet werden, ob sie erkennbare Vorteile für die Wettkampfleistung bringt, vor allem in Teamsportarten. Es gibt in der Fachliteratur zum Beispiel nur wenige Belege für einen direkten Zusammenhang zwischen einem kraftorientierten Training, wie etwa Widerstandsübungen, und einer motorischen Fähigkeit wie der Agilität. Das sind also ebenfalls wichtige Faktoren, die man berücksichtigen muss, wenn man Testbatterien für Sportarten entwirft und den

Zusammenhang zwischen körperlichen Fähigkeiten und sportlicher Leistung untersucht.

Die Anwendung von Trainingsprogrammen, die darauf ausgelegt sind, grundlegende körperliche Qualitäten von Spitzenathleten zu verbessern, um ihre athletische Leistung zu steigern, ist eine gängige Praxis. Es gibt viele wissenschaftliche Veröffentlichungen, die zeigen, dass körperliches Training in vielen Sportarten eine Reihe von Leistungsmerkern steigern kann. Das Training der Explosivkraft zum Beispiel erhöht erwiesenermaßen die Sprintgeschwindigkeit und die Vertikalsprunghöhe bei Fußballspielern,<sup>9</sup> und schweres Widerstandstraining verbessert die Beschleunigung und Wurfgeschwindigkeit von Elite-Handballspielern.<sup>10</sup> Das sind geläufige Erkenntnisse in vielen Teamsportarten. Aber es bleibt in diesem Zusammenhang die Frage offen, in welchem Ausmaß diese körperlichen Fähigkeiten und ihre Entwicklung zum Erfolg beitragen, das heißt zu einer besseren Leistung im Match. Und es ist ebenfalls noch nicht geklärt, inwieweit sich das Training auf diese Leistungsaspekte auswirkt. Dies ist eine wichtige Überlegung für Diagnostiker, weil sie letztlich bestimmt, welche körperlichen Fähigkeiten überhaupt bewertet werden müssen.

Einige Hinweise sprechen dafür, dass bestimmte Trainingsmaßnahmen auch andere, spezifischere motorische Fähigkeiten verbessern können, wie etwa die bereits genannte Agilität. Die Forschungsarbeiten hierzu sind jedoch weniger aussagekräftig, weil sie keine eindeutigen Ergebnisse über die potenziellen Vorteile auf Aspekte wie die Schnelligkeit bei Richtungsänderungen liefern.<sup>11</sup> Ein Problem in diesem Forschungsbereich ist, dass keine Einigkeit darüber besteht, welche Arten von Messungen diese Fähigkeiten am besten widerspiegeln. Es könnte sein, dass lineare Sprints und geplante Richtungsänderungen die spezifischen kognitiven und körperlichen Anforderungen von Teamsportarten wie Fußball oder Rugby nur unzureichend repräsentieren.<sup>11</sup> Tests zur reaktiven Agilität, die sich auf Hinweisreize wie auditive, visuelle oder kinästhetische Signale stützen, könnten spezifischer sein. Studien, in denen mit nur kurzen Trainingsphasen gearbeitet wurde, zeigten außerdem nur eingeschränkten Erfolg bei der Verbesserung von Schnelligkeit und Agilität.<sup>12</sup> Diese Probleme könnten erklären helfen, warum Trainingsstudien, die motorische Fähigkeiten untersuchten, immer wieder uneinheitliche Ergeb-

nisse hervorbrachten. Aus dieser Situation ergibt sich auch die Notwendigkeit, als Diagnostiker immer auf dem neuesten Stand der Forschung zu sein und kontinuierlich sicherzustellen, dass die zum Einsatz kommenden Testbatterien valide Erkenntnisse zur sportlichen Leistungsfähigkeit liefern.

Einige andere Studien haben auch den positiven Transfer von spezifischem Training auf sportspezifische Fertigkeiten wie die Schlaggeschwindigkeit beim Baseball<sup>13</sup> und die Trittschwindigkeit<sup>14</sup> nachgewiesen. Eine Arbeit belegte zum Beispiel, dass 10 Wochen explosives Widerstandstraining unter Verwendung von Bench Press Throws die Wurf- und Laufgeschwindigkeit von Baseballspielern verbesserte.<sup>15</sup> Ebenso zeigte sich, dass ballistisches Training die Schnelligkeit und Kraft erhöhte, mit der Kampfsportler ihre Tritte ausführten.<sup>16</sup> Diese Ergebnisse veranschaulichen die Bedeutung der Übungsspezifität und die Wirkung, die sie auf die Adaptationen haben kann, welche anschließend in sportspezifischen Aufgaben beobachtet werden können.

Die Forschungslage ist jedoch nicht endgültig, da einige Studien Verbesserungen der Maximal- und Schnellkraft verzeichnen, ohne entsprechende Veränderungen spezifischerer sportlicher Fertigkeiten mit sich zu bringen. Es gibt nur wenige Forschungsarbeiten, die sich mit dem Transfer körperlicher Fähigkeiten wie Maximal- und Schnellkraft auf die motorische Leistung befassen. Es scheint, als trete dieser Transfer zwar ein, allerdings nur sehr geringfügig, das heißt, ein größerer Zuwachs an Muskelkraft führt nur zu kleinen Veränderungen der motorischen Leistung. Als mögliche Erklärung hierfür wurde bereits das Phänomen der Zeitverzögerung angeführt.<sup>17</sup> Damit ist die Zeit gemeint, die ein Athlet benötigt, um zu lernen, wie er seine neu gewonnene Maximal- oder Schnellkraft nutzt.<sup>17</sup> Dieses Konzept wurde von Langzeitstudien bestätigt, in denen Spitzenathleten große Verbesserungen der Maximal- und Schnellkraft erzielten, vor allem in den Anfangsphasen ihrer Karriere.<sup>18,19</sup> Andere Studien haben ebenfalls gezeigt, dass Verbesserungen der Schnelligkeit und Agilität kleiner ausfallen und tendenziell später in der Karriere des Athleten eintreten.

Die Wissenschaft versucht immer wieder, unterschiedliches spielerisches Können zu erklären, indem sie objektive Fertigkeitskriterien verwendet.<sup>20</sup> Die Ergebnisse dieser Studie zeigen,

dass sich erfolgreiche und weniger erfolgreiche Rugby-League-Spieler nicht hinsichtlich ihrer physiologischen oder anthropometrischen Eigenschaften unterscheiden, sondern hinsichtlich ihrer Fertigkeiten. Alle physiologischen oder anthropometrischen Eigenschaften stehen jedoch mit dem spielerischen Können in Zusammenhang. Eine andere Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen dem spielerischen Können im American Football (so wie es von Trainern definiert wurde) und ausgewählten physiologischen Eigenschaften.<sup>21</sup> Von allen Messungen, denen sich die Athleten unterziehen mussten, war die Leistung im Vertikalsprung-Test der stärkste Indikator für spielerisches Können. Eine andere Studie, an der zahlreiche Rugbyspieler unterschiedlicher Leistungsstufen teilnahmen, zeigte, dass bessere Athleten über eine größere absolute und relative Maximal- und Schnellkraft verfügten als weniger versierte Athleten.<sup>18</sup> Diese Studien machen deutlich, wie wichtig es ist, die messbaren Kriterien zu identifizieren, die für die Leistung am entscheidendsten sind. Nur wenn dies gelingt, ist es möglich, die Wirkung von Trainingsprogrammen auf die Leistungsfähigkeit der Athleten zu bewerten.

Sprinten spielt in den meisten Teamsportarten eine wichtige Rolle, und es konnte gezeigt werden, dass sich mit Krafttraining die Schnelligkeit verbessern lässt. Außerdem hat sich erwiesen, dass in der National Football League (NFL) die Sprintfähigkeit für die Aufnahme in die Mannschaft ausschlaggebend ist, dies gilt aber nur für die Position des Running Back.<sup>22</sup> In allen weiteren Tests, die andere körperliche Fähigkeiten wie Agilität, Bankdrücken, Vertikal- und Horizontalsprünge prüften, waren die Beziehungen gering. Auch dieses Ergebnis macht deutlich, wie wichtig es ist, Tests auszuwählen, welche nicht nur die Leistung auf dem Spielfeld genau widerspiegeln, sondern auch die sport- und positionsspezifischen Unterschiede und Anforderungen berücksichtigen. Es muss auf jeden Fall weiter geforscht werden, um die entscheidenden Variablen für sportliche Leistung zu bestimmen und wie diese Variablen durch Training beeinflusst werden können.

Es ist ebenfalls gängige Praxis, Konditionierungsprogramme zu verwenden, um die grundlegenden körperlichen Qualitäten von Spitzenathleten, und damit ihre athletische Leistung, zu steigern. Obwohl das Ausmaß, in dem Maximal- und Schnellkraft für die sportliche Leistung wichtig sind, von der jeweiligen

Aktivität abhängen und variieren kann, sind die Zusammenhänge zwischen diesen beiden Qualitäten und der sportlichen Leistung in der Fachliteratur gut dokumentiert. Die Wissenschaft hat beispielsweise festgestellt, dass die Geschwindigkeit des Schlägerkopfs mit dem Handicap des Golfers in Verbindung steht und dass Golfer mit niedrigeren Handicaps in der Regel in der Lage sind, höhere Schlägerkopfgeschwindigkeiten zu erzeugen.<sup>23</sup> Es liegt inzwischen eine ganze Reihe von Trainingsstudien vor, die Hochleistungssportler testen und dabei der Frage nachgehen, welche Rolle Trainingsprogramme für die Verbesserung der athletischen Leistung spielen.

Ungeachtet der Schwierigkeiten, die die Forschung an Spitzenathleten mit sich bringt, besteht eindeutig die Notwendigkeit, besser kontrollierte Studien an diesen Gruppen durchzuführen. Um einige dieser Fragen zu beantworten, könnten Forscher alternative Ansätze in Betracht ziehen. Es kam bereits der Vorwurf auf, dass das Forschungsdesign und die Schlussfolgerungen aus den Interventionen bei Spitzenathleten oft die Vorteile ignorieren, die einzelne Athleten erzielen, weil der Gruppenmittelwert keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Training und experimentellen Interventionen zeigt. Dieser Ansatz ist auch nützlich, wenn sich keine großen Teilnehmerzahlen realisieren lassen, was oft der Fall ist, wenn Forschung an Spitzenathleten betrieben wird. Ein Forschungsdesign, das seinen Schwerpunkt auf Einzelfälle im Spitzensport richtet, könnte potenziell die Fähigkeit haben, positive Interventionsergebnisse einzelner Athleten zu offenbaren und so dafür zu sorgen, dass das Training und die Leistung des Athleten weiter optimiert werden.<sup>24</sup>

Wie bereits besprochen, kann es schwierig sein, das Konzept des Transfers zu quantifizieren, aber Zatsiorsky und Kraemer<sup>25</sup> schlagen eine Formel vor, mit der sich Transfer wie folgt ausdrücken lässt:

$$\text{Transfer} = \frac{\text{Zunahme der Leistung}}{\text{Zunahme der trainierten Übung}}$$

Wenn 8 Wochen Krafttraining unter Verwendung des Squat das 1 RM um 21 Prozent, den Vertikalsprung ebenfalls um 21 Prozent und den 40-Meter-Sprint um 2,3 Prozent verbessert, zeigen diese Ergebnisse, dass das Training die Leistung im Vertikalsprung deutlich beeinflusst, sich allerdings kaum auf die Sprintleistung auswirkt. Es

hat sich gezeigt, dass sich in manchen Sportarten wesentlich schwieriger feststellen lässt, wie sich das Krafttraining auf die Leistung auswirkt. Ein neu aufkommender Forschungsbereich, der das Potenzial hat, einen deutlichen Einfluss auf die Vorbereitung von Athleten zu nehmen, befasst sich mit der Herstellung einer Verbindung zwischen körperlicher Leistungsfähigkeit, Fitness und der tatsächlich erbrachten Leistung in Wettkampfsituationen. Diese Forschungsarbeiten können dabei helfen, die besten Tests zur Bewertung der körperlichen Fähigkeiten sowohl in bestimmten Sportarten als auch für individuelle Athleten zu bestimmen.

## Zusammenfassung

Es gibt eine Reihe von Tests, die man nutzen kann, um die Leistung von Athleten zu messen. Die Bewertung körperlicher Fähigkeiten muss spezifisch sein, deshalb sollten es die zuständigen Diagnostiker vermeiden, Tests nur um des Testens willen durchzuführen. Ebenfalls wichtig ist es, kritisch zu hinterfragen, warum man sich für bestimmte Tests entscheidet, und sie nicht einfach nur deshalb auswählt, weil man das schon früher getan hat oder weil die Technik und das Fachwissen verfügbar sind. Es geht also nicht nur darum, reliable und valide Tests zu haben, man muss auch erkennen, warum jeder Test zur Anwendung kommt und ob er geeignet ist, zum Beispiel eine körperliche Grundeigenschaft zu bewerten oder eine Leistungsprognose abzugeben. Diagnostiker werden dazu angehalten, einen systematischen und evidenzbasierten Ansatz zu verfolgen, um denjenigen Test bzw. diejenigen Tests zu identifizieren, die am besten zur Bewertung der körperlichen Fähigkeiten der Sportler geeignet sind.

Zur adäquaten Bestimmung der körperlichen Fähigkeiten ihrer Athleten müssen Leistungsdiagnostiker eine ganze Reihe wichtiger Faktoren bedenken. Dabei ist es von zentraler Bedeutung, die kleinste bedeutsame Veränderung zu entdecken, die in einem Test gemessen werden kann. Stellen Sie sicher, dass Sie solche Veränderungen mit einem gut gestalteten und gut gewählten Test ermitteln, der sowohl sport- als auch sportlerspezifisch ist. Man kann das Vertrauen in die Ergebnisse des angewendeten Tests enorm erhöhen, wenn man mehrere Versuche durchführt. Der Diagnostiker sollte außerdem genau wissen, welche Qualität



bewertet wird. Verwenden Sie immer nur Tests mit höchster Reliabilität; um diese zu verbessern, muss man sich immer an strikte, gleichbleibende Protokolle halten.

Während der Test an sich zwar schon wichtig ist, ist es vielleicht sogar noch wichtiger, dem Trainer und dem Athleten die Testergebnisse auf geeignete Weise zu präsentieren. Halten Sie sich daher selbst dazu an, Präsentationsmethoden zu

verwenden, die aussagekräftig und prägnant sind. Sie sollten außerdem immer darüber nachdenken, wie sich die Daten praktisch nutzen lassen, damit sie sich auch positiv auf die Leistung des Athleten auswirken. Ebenso sollte die grundlegende Frage berücksichtigt werden, ob die Bewertung einem spezifischen Ziel dient – falls nicht, sollte man sie von der Testbatterie zur Bewertung der körperlichen Fähigkeiten streichen.

# Die Entwicklung junger Athleten

Rhodri S. Lloyd, PhD, ASCC, CSCS\*D, und Jon L. Oliver, PhD

Cardiff School of Sport, Cardiff Metropolitan University, Cardiff, Wales

**D**ie wissenschaftliche Forschung belegt eindeutig, dass junge Athleten ihre körperliche Leistung steigern und ihr Verletzungsrisiko verringern können, wenn sie einem angemessenen Training ausgesetzt werden. Dieser Trainingsstimulus muss aber im Rahmen eines adäquat strukturierten, ganzheitlichen Trainingsprogramms erfolgen, das von qualifizierten Betreuern beaufsichtigt wird.

Jüngere Athleten sind insofern eine einzigartige Population, als sie in einem Alter, in dem sie infolge von Wachstums- und Reifungsprozessen ohnehin eine Vielzahl von physischen, physiologischen und psychologischen Veränderungen durchlaufen, zugleich ein regelmäßiges sportspezifisches Training sowie Wettkämpfe absolvieren. Unangemessene Trainingskonzepte oder schlecht gewählte pädagogische Ansätze können die erwünschten Trainingsadaptationen beeinträchtigen und in manchen Fällen sogar eine Einschränkung des körperlichen und seelischen Wohlbefindens herbeiführen.

Von daher ist es wichtig, die Grundlagen der pädiatrischen Trainingswissenschaft zu verstehen, um sicherzustellen, dass das verordnete Training den besonderen Bedürfnissen junger Athleten in jedem Fall genügt. Dieses Kapitel versucht, zwischen der Theorie und Praxis dieses Themenfelds zu vermitteln, indem es

- der Frage nachgeht, welche Auswirkungen Wachstum und Reifung auf die körperliche Leistung nehmen und welche Rolle sie für die Gestaltung langfristiger Programme spielen sollten, die der athletischen Entwicklung dienen;
- identifiziert, welchen Überlegungen und Methoden der Entwicklung sportmotorischer

Fertigkeiten, Maximal- und Schnellkraft, Schnelligkeit, Beweglichkeit, Ausdauer und Agilität bei jungen Athleten zugrundeliegen; und

- die Probleme erforscht, die bei der Erstellung von Trainingsplänen für junge Athleten auftreten können.

## Der Einfluss des Wachstums und der Reifung auf die körperliche Leistung

Als *Kinder* werden Mädchen und Jungen im Alter von circa 2 bis 10 bzw. 2 bis 11 Jahren bezeichnet, als *Jugendliche* hingegen weibliche und männliche Heranwachsende im Alter von circa 11 bis 19 bzw. 12 bis 19 Jahren. Aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeit, mit der Kinder desselben chronologischen Alters heranwachsen, lässt sich die Adoleszenz als Entwicklungsphase zeitlich schwer eingrenzen. *Wachstum* bezieht sich auf eine quantifizierbare Veränderung der Körperkomposition, Körpergröße oder bestimmter Körpermaße, während mit *Reifung* der extrem variable Ablauf und das Tempo der progressiven Veränderung bezeichnet wird, die sich von der Kindheit bis ins Erwachsenenalter im menschlichen Körper vollzieht; die Reifung wirkt sich nicht nur auf das Wachstum aus, sondern auch auf die allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit.<sup>1</sup>

Daten aus der Pädiatrie zeigen, dass sich die körperlichen Leistungsindizes bei Kindern und Jugendlichen infolge des Wachstums und der Reifung auf nichtlineare Weise verbessern.<sup>2</sup> Dieser Umstand bedeutet eine Herausforderung für jeden

Trainer, der mit jungen Athleten arbeitet. Denn bei jeder Leistungsadaptation stellt sich erneut die Frage, ob die Veränderung auf das Programm zurückzuführen ist und nicht ausschließlich auf Wachstums- und Reifungsprozesse. Während der Kindheit können solche Leistungsänderungen häufig der Entwicklung des Nervensystems und der zerebralen Reifung zugeschrieben werden.<sup>3</sup> Insbesondere Verbesserungen hinsichtlich der Rekrutierung motorischer Einheiten, der Feuerfrequenz, der Synchronisation und der neuronalen Myelinisierung gelten als Faktoren, welche die neuromuskuläre Leistung steigern.<sup>4</sup> In dieser Entwicklungsphase werden vorhandene Programme zur motorischen Kontrolle also unbewusst verbessert und verstärkt, so dass junge Athleten in der Lage sind, Bewegungen effizienter zu koordinieren als zuvor. Diese natürlich auftretende Verbesserung der motorischen Kontrolle ist der Hauptgrund dafür, warum die Kindheit als beste Zeit für die Entwicklung korrekter Bewegungsmuster, sportmotorischer Fertigkeiten und inter- bzw. intramuskulärer Koordination gilt.

Sobald das Kind in die Pubertät kommt, erleben sowohl Jungen (12–14 Jahre) als auch Mädchen (11–13 Jahre) das, was als pubertärer Wachstumsschub bezeichnet wird: eine Phase der körperlichen Entwicklung, in der die Konzentration von Wachstums- und Sexualhormonen deutlich ansteigt.<sup>5</sup> In dieser Entwicklungsphase reift das Nervensystem weiter heran und die Muskelmasse nimmt zu, ebenso verändern sich Körperkomposition und andere strukturelle Parameter, was zu natürlichen Adaptationen körperlicher Komponenten wie Schnelligkeit, Maximal- und Schnelleistung und aerober Ausdauer führt.<sup>6–9</sup>

### Gut zu wissen

Die Berücksichtigung bzw. das Verständnis für Wachstums- und Reifungsprozesse ist entscheidend, damit das Training den Bedürfnissen des Athleten Rechnung trägt und keinen pauschalen Ansatz verfolgt, der sich ausschließlich auf das chronologische Alter beruft.

## Das chronologische und das biologische Alter

Die Fachliteratur bietet hinreichend Belege dafür, dass chronologisch gleichaltrige Personen hin-

sichtlich ihres biologischen Alters erheblich voneinander abweichen können – manchmal bis zu 4 oder 5 Jahre.<sup>10</sup> Diese relative Diskrepanz zeigt, wie kurzsichtig es ist, das chronologische Alter als Grundlage zu verwenden, wenn man Kindern und Jugendlichen geeignete Übungen verordnen will.

Da das biologische Alter besser beschreibt, in welcher Entwicklungsphase sich der junge Athlet gerade befindet, sollten Trainer über einen bestimmten Zeitraum hinweg (etwa alle 3 bis 6 Monate) die grundlegenden Körpermaße ihrer Schützlinge nehmen, um ihr biologisches Alter zu berechnen. Mirwald und Kollegen<sup>11</sup> zum Beispiel haben hierfür eine Regressionsgleichung entwickelt, die prognostizieren kann, wie viele Jahre ein Individuum von der maximalen Körperlängen-Wachstumsgeschwindigkeit (*peak height velocity* oder PHV) entfernt ist, und zwar mit einer Standardabweichung von etwa 6 Monaten. Statur, Körpermasse und Beinlänge werden in eine Gleichung gesetzt (Gleichung 1 für Mädchen, Gleichung 2 für Jungen), und daraus ergeben sich die geschätzten Jahre bis zur bzw. seit der PHV. Diese Berechnung kann zu jedem Zeitpunkt im Leben eines Heranwachsenden durchgeführt werden.

## Das Trainingsalter

Obwohl das biologische Alter einen besseren Anhaltspunkt liefert als das chronologische, sollten Trainer auch das *Trainingsalter* des Athleten berücksichtigen. Damit ist die Anzahl der Jahre gemeint, in denen ein Athlet bereits einem angemessen gestalteten, strukturierten Programm folgt.<sup>12</sup> Auswahl und Progression der Übungen werden größtenteils durch die technische Kompetenz des Athleten bestimmt, aber Trainer sollten auch sein biologisches Alter und sein Trainingsalter in ihre Überlegungen einbeziehen. Die beiden nachfolgenden Fallstudien verdeutlichen die relative Bedeutung, die das biologische Alter (Fallstudie 1) und das Trainingsalter (Fallstudie 2) haben.

### Fallstudie 1

Zwei 14-jährige Rugbyspieler treten einem Rugbyteam für ihre Altersklasse bei. Beide Jugendliche sind für ihre Spielpositionen etwas zu leicht und müssen an Körpermasse zulegen. Eine Messung ihrer grundlegenden Körperwerte ergibt, dass Spieler A zwei Jahre vor der PHV steht und daher

$$\begin{aligned} \text{Einsetzen der Reifung} = & -16,364 + 0,0002309 \times \text{Interaktion Beinlänge und Sitzhöhe} \\ & + 0,006277 \times \text{Interaktion Alter und Sitzhöhe} + 0,179 \times \text{Verhältnis von Bein und Höhe} \\ & + 0,0009428 \times \text{Interaktion Alter und Gewicht} \end{aligned} \quad (\text{Gleichung 1})$$

$$\begin{aligned} \text{Einsetzen der Reifung} = & -29,769 + 0,0003007 \times \text{Interaktion Beinlänge und Sitzhöhe} \\ & -0,01177 \times \text{Interaktion Alter und Beinlänge} + 0,01639 \times \text{Interaktion Alter und Sitzhöhe} \\ & + 0,445 \times \text{Verhältnis von Bein und Höhe} \end{aligned} \quad (\text{Gleichung 2})$$

spätreif ist, während bei Spieler B die PHV ein Jahr zurückliegt und er somit frühreif ist.

Trotz des gleichen chronologischen Alters unterscheiden sich die beiden Spieler hinsichtlich ihres Entwicklungsstands erheblich. Bei Spieler A stehen der pubertäre Wachstumsschub und die damit verbundenen Veränderungen des Hormonprofils, welche einen Zuwachs an Muskelmasse begünstigen, noch aus. Ungeachtet der Tatsache, dass Spieler A Körpermasse zulegen muss, wären die Trainer besser damit beraten, ihm Programme zu verordnen, die auf die Entwicklung von (Maximal-)Kraft und motorischen Fertigkeiten abzielen. Eine Betonung des letztgenannten Aspekts ist besonders wichtig, und zwar aufgrund der beeinträchtigten motorischen Kontrolle, die manchmal infolge eines pubertären Wachstumsschubs eintritt und gemeinhin als jugendliche Schlaksigkeit bezeichnet wird.

Spieler B, der als 1 Jahr post-PHV gilt, entspricht eher der maximalen Körpergewichts-Wachstumsgeschwindigkeit (*peak weight velocity* oder PWV), einer Phase, in der die Körpermasse infolge der Konzentration von Sexualhormonen ganz von selbst zunimmt. Testosteron, das vorherrschende männliche Sexualhormon, fördert die Proteinsynthese; insofern wäre dies eine günstige Zeit, um Trainingsprogramme zu verschreiben, die auf Muskelaufbau (Hypertrophie) abzielen, und somit das Hauptziel leichter zu verwirklichen, auf das der Spieler im Rahmen seiner athletischen Entwicklung hinarbeitet.

## Fallstudie 2

Eine Kraft- und Konditionstrainerin soll zwei elfjährige Hockeyspielerinnen im Rahmen ihres Entwicklungsprogramms betreuen. Spielerin A hat ein Trainingsalter von 3 Jahren und ist in der Lage, bei vielen motorischen Fertigkeiten ihre

technische Kompetenz unter Beweis zu stellen. Spielerin B hat ein Trainingsalter von 0 Jahren, hat zuvor nie systematisch trainiert und lässt in den grundlegenden Bewegungsmustern keine zufriedenstellende Kompetenz erkennen.

Während Spielerin B ein Trainingsprogramm erhalten würde, das auf die Verbesserung ihrer grundlegenden Bewegungsfertigkeiten und einem elementaren Maß an Muskelkraft abzielt, könnte Spielerin A bereits an fortgeschrittenere Trainingsmethoden herangeführt werden, zum Beispiel an progressiv schwerer werdende Langhantelübungen (z. B. Clean & Jerk, Snatch) und fortgeschrittene plyometrische Übungen.

Diese beiden Strategien zeigen, wie unterschiedlich die Zusammenarbeit mit jungen Athleten in der Realität aussehen kann, vor allem in Mannschaftssportarten. Ungeachtet des chronologischen oder biologischen Alters müssen junge Athleten ihrem Trainingsalter gemäß trainiert werden. Ein körperlich weit entwickeltes, 16-jähriges Mädchen mit einem sehr niedrigen Trainingsalter müsste in jedem Fall zunächst erst grundlegende, elementare motorische Fertigkeit beherrschen, bevor man sie ungeachtet ihres chronologischen Alters mit fortgeschrittenen Trainingsformen in Kontakt bringt. Diese beiden Fälle verdeutlichen auch die Notwendigkeit eines langfristigen Ansatzes, der der körperlichen Entwicklung von Kindern und Jugendlichen Rechnung trägt – ein Konzept, das sich in letzter Zeit immer mehr durchzusetzen beginnt.<sup>12</sup>

## Gut zu wissen

Es ist wichtig, individualisierte Trainingsprogramme primär an der technischen Kompetenz auszurichten. Das Trainingsalter und das biologische Alter des jungen Athleten müssen natürlich ebenfalls berücksichtigt werden.

# Modelle zur langfristigen athletischen Entwicklung

Obwohl gleichaltrige Kinder körperlich (und auch geistig) unterschiedlich weit entwickelt sein können, beruhten frühe Konzepte von Entwicklungsmodellen talentierter Kinder und Jugendlicher auf chronologischen Klassifikationen. Um die Interaktion zwischen Reifung und Training angemessen zu würdigen, haben Balyi und Hamilton<sup>13</sup> das Modell der langfristigen athletischen Entwicklung entworfen, das seither von vielen Sportverbänden übernommen wurde. Von Forschern und Diagnostikern wurde dieses Modell in letzter Zeit jedoch hinterfragt, weil es nicht genügend empirische Beweise für seine Konzepte der Entwicklungsfenster<sup>14</sup> gibt und weil

die Auswahl von nur fünf körperlichen Qualitäten ein wenig eingeschränkt ist.<sup>12</sup>

In jüngerer Vergangenheit wurde das *Youth-Physical-Development*-(YPD)-Modell entwickelt, das Diagnostikern einen ganzheitlichen Überblick über die Übungen bietet, die sie Kindern und Jugendlichen verordnen können.<sup>12</sup> Das YPD-Modell vertritt die Auffassung, dass in allen Entwicklungsphasen sowohl bei Jungen (Abbildung 2.1a) als auch bei Mädchen (Abbildung 2.1b) alle Fitnessqualitäten trainierbar sind, wobei die Trainer zu verschiedenen Zeiten allerdings bestimmte Schwerpunkte setzen sollten. Um eine Kombination aus Leistungssteigerung, Verringerung des Verletzungsrisikos und allgemeiner Gesundheitsförderung zu erzielen, wird bei diesem Modell in allen Entwicklungsphasen eine Förderung von Muskelkraft und motorischen Fertigkeiten betrieben.

Youth-Physical-Development-(YPD)-Modell für Jungen																				
CHRONOLOGISCHES ALTER (JAHRE)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+
ALTERSPHASEN	FRÜHE KINDHEIT			MITTLERE KINDHEIT							ADOLESCENZ									
WACHSTUMSRATE	RAPIDES WACHSTUM			↔ GLEICHMÄßIGES WACHSTUM				↔ PUBERTÄRER WACHSTUMSSCHUB				↔ ABNAHME DER WACHSTUMSRATE								
REIFUNGSZUSTAND	← JAHRE VOR PHV										PHV		→ JAHRE NACH PHV							
TRAININGSANPASSUNG	← ÜBERWIEGEND NEURONAL (ALTERSABHÄNGIG)										→ KOMBINATION AUS NEURONAL UND HORMONELL (REIFUNGSABHÄNGIG)									
KÖRPERLICHE QUALITÄTEN	GBF	GBF		GBF			GBF													
	SSF	SSF			SSF						SSF									
	Mobilität	Mobilität							Mobilität											
	Agilität	Agilität							Agilität					Agilität						
	Schnelligkeit	Schnelligkeit							Schnelligkeit					Schnelligkeit						
	Schnellkraft	Schnellkraft							Schnellkraft					Schnellkraft						
	Maximalkraft	Maximalkraft							Maximalkraft					Maximalkraft						
		Hypertrophie										Hypertrophie		Hypertrophie					Hypertrophie	
	Ausdauer & MK	Ausdauer & MK							Ausdauer & MK					Ausdauer & MK						
TRAININGSSTRUKTUR	UNSTRUKTURIERT			GERINGE STRUKTUR					MODERATE STRUKTUR				HOHE STRUKTUR				SEHR HOHE STRUKTUR			

**Abbildung 2.1a:** Das *Youth-Physical-Development*-(YPD)-Modell für Jungen. (Anmerkung: Die Schriftgröße verweist auf die Wichtigkeit; die hellgrauen Felder beziehen sich auf vorpubertäre Anpassungsphasen; die dunkleren Felder verweisen auf pubertäre Anpassungsphasen; PHV = *Peak Height Velocity*; GBF = grundlegende Bewegungsfertigkeiten; SSF = sportsspezifische Fertigkeiten; MK = metabolische Konditionierung.)

Nachdruck mit Genehmigung von R. S. Lloyd und J. L. Oliver, 2012: »The Youth Physical Development Model: A new approach to long-term athletic development«, *Strength and Conditioning Journal* 34(3): 61–72.

Youth-Physical-Development-(YPD)-Modell für Mädchen																						
CHRONOLOGISCHES ALTER (JAHRE)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+		
ALTERSPHASEN	FRÜHE KINDHEIT			MITTLERE KINDHEIT					ADOLESCENZ								ERWACHSENEN-ALTER					
WACHSTUMSRATE	RAPIDES WACHSTUM			GLEICHMÄßIGES WACHSTUM					PUBERTÄRER WACHSTUMSSCHUB				ABNAHME DER WACHSTUMSRATE									
REIFUNGSZUSTAND	JAHRE VOR PHV										PHV		JAHRE NACH PHV									
TRAININGSANPASSUNG	ÜBERWIEGEND NEURONAL (ALTERSABHÄNGIG)										KOMBINATION AUS NEURONAL UND HORMONELL (REIFUNGSABHÄNGIG)											
KÖRPERLICHE QUALITÄTEN	GBF	GBF	GBF	GBF																		
	SSF	SSF	SSF	SSF																		
	Mobilität	Mobilität					Mobilität															
	Agilität	Agilität					Agilität					Agilität										
	Schnelligkeit	Schnelligkeit					Schnelligkeit					Schnelligkeit										
	Schnellkraft	Schnellkraft					Schnellkraft					Schnellkraft										
	Maximalkraft	Maximalkraft					Maximalkraft					Maximalkraft										
	Hypertrophie			Hypertrophie		Hypertrophie										Hypertrophie						
	Ausdauer & MK	Ausdauer & MK					Ausdauer & MK					Ausdauer & MK										
TRAININGSSTRUKTUR	UNSTRUKTURIERT			GERINGE STRUKTUR					MODERATE STRUKTUR				HOHE STRUKTUR				SEHR HOHE STRUKTUR					

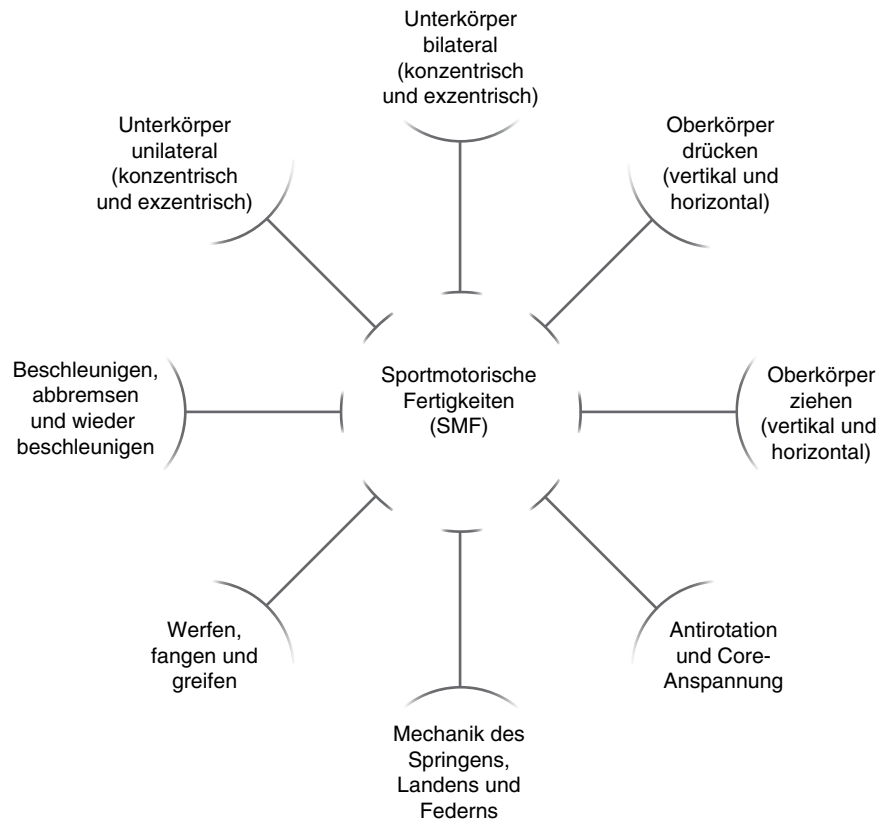
**Abbildung 2.1b:** Das Youth-Physical-Development-(YPD)-Modell für Mädchen. (Anmerkung: Die Schriftgröße verweist auf die Wichtigkeit; die hellgrauen Felder beziehen sich auf vorpubertäre Anpassungsphasen; die dunkleren Felder verweisen auf pubertäre Anpassungsphasen; PHV = Peak Height Velocity; GBF = grundlegende Bewegungsfertigkeiten; SSF = sportsspezifische Fertigkeiten; MK = metabolische Konditionierung.)

Nachdruck mit Genehmigung von R. S. Lloyd und J. L. Oliver, 2012: »The Youth Physical Development Model: A new approach to long-term athletic development«, *Strength and Conditioning Journal* 34(3): 61–72.

## Die Entwicklung motorischer Kompetenz beim jungen Athleten

Grundlegende Bewegungsfertigkeiten (GBF) sind die Bausteine für anspruchsvollere sportsspezifische Bewegungsmuster. Zu den GBF zählen unter anderem die Lokomotion sowie manipulative und stabilisierende Fertigkeiten, die als Kennzeichen der meisten gängigen GBF-Programme und Testprotokolle erscheinen.<sup>15</sup> Das YPD-Modell schlägt vor, die Entwicklung der motorischen Fertigkeiten zunächst auf die Beherrschung der GBF zu konzentrieren und weniger Aufmerksamkeit auf sportsspezifische Fertigkeiten (SSF) zu richten.

Diese Maßnahme soll das Risiko der sportsspezifischen Spezialisierung reduzieren, dem junge Athleten bisweilen unterliegen und das bereits mit einem erhöhten Verletzungsrisiko und muskuloskelettalen Schmerzen in Verbindung gebracht wurde.<sup>16</sup> Wir stimmen zwar damit überein, dass es sich bei den GBF um Grundfertigkeiten handelt, die Trainer entwickeln sollten, um vielseitige junge Athleten hervorzubringen. Doch damit der Wechsel auf ein höheres sportliches Niveau besser gelingt, sollten bestimmte sportmotorische Fertigkeiten (SMF) im Mittelpunkt jedes Programms stehen, das sich der Entwicklung motorischer Fertigkeiten verschrieben hat.<sup>17</sup> Einen Überblick über die Fertigkeiten, aus denen sich die SMF zusammensetzen, bietet Abbildung 2.2.



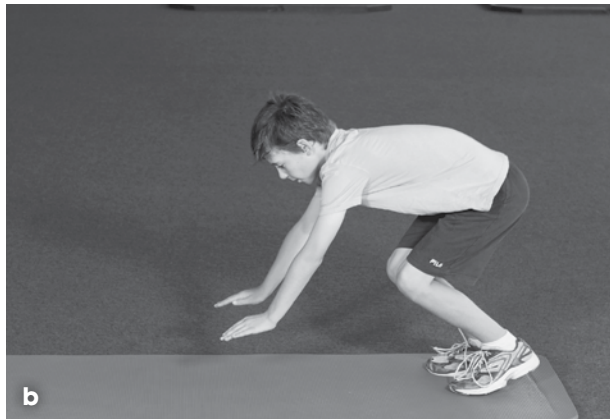
**Abbildung 2.2:** Die verschiedenen sportmotorischen Fertigkeiten (SMF).

Nachdruck mit Genehmigung von J. F. Moody, F. Naclerio, P. Green, und R. S. Lloyd, 2013: »Motor skill development in youths«, in *Strength and conditioning in young athletes: Science and application*, hg. von R. S. Lloyd und J. L. Oliver (Oxon: Routledge), Abb. 4.2 auf S. 53.

Die SMF umfassen zentrale, unabhängige Bewegungsmuster, aus denen auch die anspruchsvollsten Trainingsbewegungen fortgeschrittener Athleten bestehen, die sich auf einem höheren bzw. hohen Leistungsniveau befinden. Trotzdem muss das Trainingsumfeld immer noch sicher, kindgerecht und abwechslungsreich sein, wenn man die motorischen Fertigkeiten junger Athleten entwickeln will. Ein Kind mit einem Trainingsalter von 0 Jahren sollte daher keinen fortgeschrittenen Trainingsmethoden wie Gewichtheben oder anspruchsvollen plyometrischen Übungen ausgesetzt werden, wenn es gerade erst mit dem Training beginnt. In einer solchen Situation wäre es die Aufgabe des Trainers, jene gemischten SMF zu entwickeln, die für das erfolgreiche Beherrschen der fortgeschrittenen Übungen erforderlich sind, und diese in eine altersgerechte, anregende Trainingsumgebung zu integrieren. Statt das Kind dazu zu bringen, Cleans oder Snatches auszu-

führen, sollte der Trainer altersgerechte Aufwärmübungen verwenden (z. B. Bunny Hops oder ähnliche Bewegungen, in denen Tiere nachgeahmt werden [Abbildung 2.3, a–c]), Übungen, bei denen man das Körpergewicht verlagern muss (z. B. von der Kerze in den Stand [Abbildung 2.4, a–c]) oder Widerstandsübungen mit geringem Gewicht unter Verwendung einfacher Hilfsmittel (z. B. Squat mit Widerstandsband [Abbildung 2.5, a–c]).

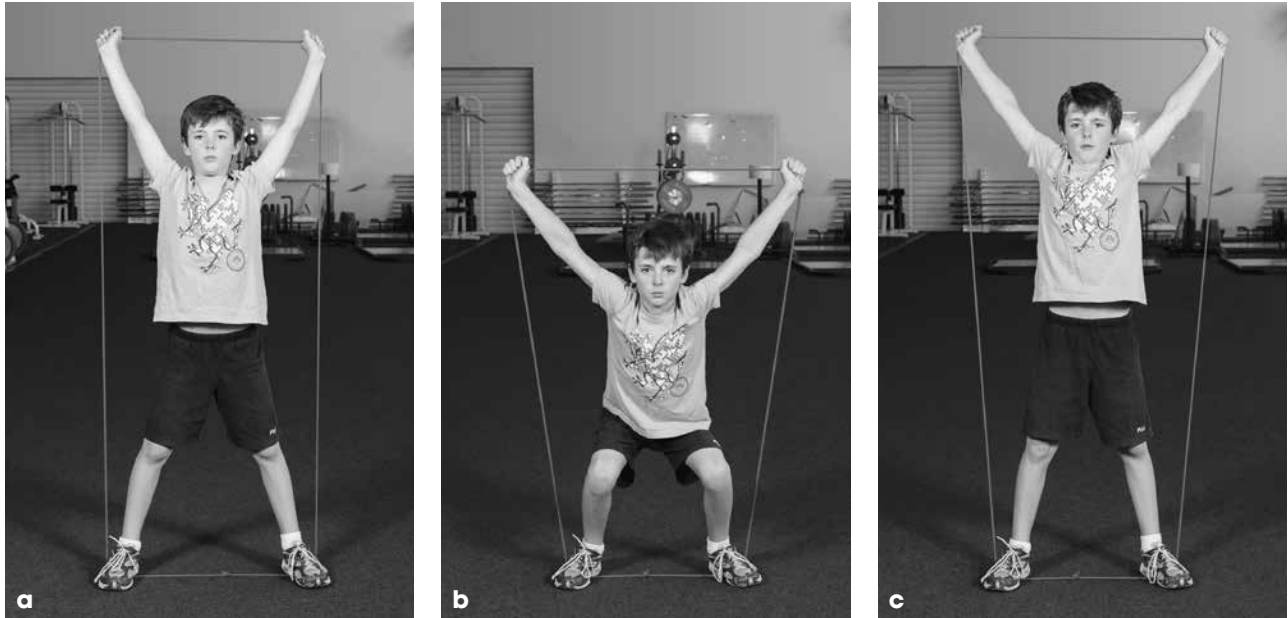
Keine dieser Bewegungen stellt eine hohe externe Belastung des Athleten dar und ermöglicht daher die Kompetenz und Kontrolle der SMF wie der bilateralen Kompetenz des Unterkörpers, der Antirotation sowie Oberkörper-Zugbewegungen, die den zentralen Trainingsschwerpunkt bilden sollten. Mit zunehmendem Trainingsalter verbessert sich nicht nur die technische Kompetenz des jungen Athleten, sondern natürlich auch die Belastung und Komplexität des verordneten Trainings.



**Abbildung 2.3:** Bunny Hops: (a) Startposition; (b) ab-senken und die Hände zum Boden bringen; (c) die Füße heben und die Fersen ans Gesäß ziehen, das Körperge-wicht lastet auf den Händen; Rückkehr in die Startposition.

**Abbildung 2.4:** Aus der Kerze in den Stand: (a) Kerze; (b) die Wirbelsäule abrollen und eine sitzende Position einnehmen; (c) aufstehen.





**Abbildung 2.5:** Overhead Squat (Überkopfbeuge) mit leichtem Widerstandsband: (a) Startposition mit dem Band unter den Füßen und in beiden Händen; (b) Kniebeuge; (c) Rückkehr in die Startposition.

Obwohl das Kind sich nun mit komplexeren Trainingsmethoden beschäftigt, die eine größere Betonung auf andere Fitnessqualitäten wie Maximalkraft, Schnelligkeit und Schnellkraft richten, empfiehlt es sich, die Entwicklung motorischer Fertigkeiten weiterhin ins Zentrum jedes Programms zu rücken, das der athletischen Entwicklung von Kindern und Jugendlichen dient. Eine solche Strategie wurde bereits für die langfristige Entwicklung der Leistung im Gewichtheben, der Agilität, der Schnelligkeit sowie der Sprungkraft junger Athleten dokumentiert.<sup>18-21</sup>

Mit zunehmender athletischer Kompetenz des jungen Athleten nimmt die Bedeutung der Entwicklung seiner motorischen Fertigkeiten ab, die es nach einer Weile nur noch zu erhalten gilt; diese Pflege nimmt in der Trainingseinheit insgesamt weniger Zeit ein. Etwa 70 Prozent der gesamten Trainingseinheit eines vorpubertären Kindes mit einem Trainingsalter von 0 Jahren sollten der Entwicklung grundlegender motorischer Fertigkeiten gewidmet werden; bei einem jugendlichen Athleten, der die Pubertät fast durchlaufen hat und sich dem Erwachsenenalter nähert, kann dieser Anteil auf 10 bis 15 Prozent der gesamten Trainingszeit reduziert werden. Dieser Wandel des Trainingsschwerpunkts zeigt

sich in den beispielhaften Kraft- und Konditionseinheiten in Tabelle 2.1 für einen 8-jährigen vorpubertären Jungen mit einem Trainingsalter von 0 Jahren sowie in den Tabellen 2.2 und 2.3 für einen 17-jährigen postpubertären Jungen mit einem Trainingsalter von 8 Jahren.

## Die Entwicklung der Maximal- und Schnellkraft beim jungen Athleten

Die Entwicklung von Maximal- und Schnellkraft bei Kindern und Jugendlichen wurde in der Vergangenheit schon oft diskutiert, und trotz früherer falscher Vorstellungen gibt es mittlerweile zahlreiche Belege dafür, dass Kinder und Jugendliche auch Widerstandstraining betreiben sollten.<sup>22, 23</sup> Wenn ein Kind für sportliche Aktivitäten bereit ist, dann ist es auch bereit für Widerstandstraining. Obwohl es keine Altersuntergrenze für die Ausübung von Widerstandstraining gibt, sollte das Kind reif genug sein, um den Anweisungen des Betreuers Folge zu leisten und freiwillig am Training teilzunehmen. Unserer Erfahrung nach, sowie unter der

Voraussetzung, dass für angemessene Übungen, eine altersgerechte Pädagogik und qualifizierte Betreuung gesorgt ist, können Kinder ab einem Alter von 5 oder 6 Jahren sicher und effektiv mit dem Widerstandstraining beginnen.

Eine trainingsbedingte Steigerung der Maximal- und Schnellkraft ist im Kindesalter normalerweise nicht das Ergebnis struktureller Veränderungen der Muskelfasern, sondern in der Regel auf Verbesserungen der inter- wie intramuskulären Koordination zurückzuführen. Es geschieht daher nicht selten, dass ein Kind stärker und explosiver wird, obwohl keine Veränderung der Körperkomposition erkennbar ist. Ungeachtet des Mangels an struktureller Adaptation kann

der relative Zuwachs an Muskelkraft während der Kindheit größer sein als jener, der sich in der Pubertät vollzieht.<sup>24</sup>

### Gut zu wissen

Aufgrund der engen Zusammenhänge zwischen Muskelkraft und einer Vielzahl athletischer Qualitäten empfiehlt es sich, in kinder- bzw. jugendspezifischen Kraft- und Konditionsprogrammen, die normalerweise aus zahlreichen weiteren Elementen bestehen, Wert auf die Entwicklung von Kraft und motorischen Fertigkeiten zu legen.

**Tabelle 2.1:** Beispielhafte Ganzkörperkraft- und Konditionseinheit für einen 8-jährigen vorpubertären Jungen mit einem Trainingsalter von 0 Jahren

Übung	Zentrales Bewegungsmuster	Umfang (Sätze × WH)	Intensität (% 1 RM)	Pause (Min.)
<b>AUFWÄRMEN (FMS)</b>				
Foam-Roller-Komplex	myofaszialer Release des ganzen Körpers	2 × 10 pro Seite	nicht zutreffend	1
Goblet Squat	thorakale Extension und Hüftmobilisation	2 × 8	Körpergewicht	1
Split Squat	Unterkörper unilateral und Aktivierung des Gluteus	2 × 6 pro Bein	Körpergewicht	1
Low Box Jump	Mechanik des Springens, Landens und Federns	2 × 6	Körpergewicht	1
Scapula-Liegestütz	Retraktion der Scapula	2 × 8	Körpergewicht	1
Push-Press mit Superband	Oberkörper drücken (vertikal)	2 × 8	leichtes Band	1
Pull-Down mit Superband	Oberkörper ziehen (vertikal)	2 × 8	leichtes Band	1
Plank-Varianten	Antirotation und Core-Anspannung	2 × 30 Sek.	Körpergewicht	1
<b>HAUPTTEIL (WIDERSTAND)</b>				
Overhead Squat	Unterkörper bilateral	3 × 6	Rundstab oder leichte Langhantel	2
Liegestütz mit erhöhten Armen	Oberkörper drücken (horizontal)	3 × 8	Körpergewicht	2
TRX-Rudern in Rückenlage	Oberkörper ziehen (horizontal)	3 × 8	Körpergewicht	2
<b>ZUSATZÜBUNGEN</b>				
Dehnkomplex	nicht zutreffend	2 × 20 Sek.	nicht zutreffend	1

**Tabelle 2.2:** Beispielhafte Kraft- und Konditionseinheit mit dem Schwerpunkt Unterkörper für einen 17-jährigen postpubertären Jungen mit einem Trainingsalter von 8 Jahren

Übung	Zentrales Bewegungsmuster	Umfang (Sätze × WH)	Intensität (% 1 RM)	Pause (Min.)
<b>AUFWÄRMEN (FMS)</b>				
Foam-Roller-Komplex	myofaszialer Release des Unterkörpers	2 × 10 pro Seite	nicht zutreffend	1
Miniband Walk	Aktivierung des Gluteus	2 × 10 pro Bein	nicht zutreffend	1
Clam Shell	Aktivierung des Gluteus	2 × 8 pro Bein	nicht zutreffend	1
Drop Jump	Mechanik des Springens, Landens und Federns	3 × 3	Körpergewicht	1 oder 2
<b>HAUPTTEIL (WIDERSTAND)</b>				
Snatch	Unterkörper bilateral (konzentrisch)	3 × 3	85	2 oder 3
Overhead Squat	Unterkörper bilateral (exzentrisch und konzentrisch)	4 × 5	85	2 oder 3
Step-up mit Langhantel	Unterkörper unilateral	3 × 5 pro Bein	85	2 oder 3
<b>ZUSATZÜBUNGEN</b>				
Romanian Deadlift	Unterkörper bilateral (exzentrisch)	3 × 5	85	2 oder 3

**Tabelle 2.3:** Beispielhafte Kraft- und Konditionseinheit mit dem Schwerpunkt Oberkörper für einen 17-jährigen postpubertären Jungen mit einem Trainingsalter von 8 Jahren

Übung	Zentrales Bewegungsmuster	Umfang (Sätze × WH)	Intensität (% 1 RM)	Pause (Min.)
<b>AUFWÄRMEN (FMS)</b>				
Foam-Roller-Komplex	myofaszialer Release des Oberkörpers	2 × 10 pro Seite	nicht zutreffend	1
Y, T, W, L	Retraktion der Scapula	5 × 1	nicht zutreffend	1
BWS-Rotation im Sitzen	Mobilisation der Brustwirbelsäule	3 × 4 pro Seite	nicht zutreffend	1
<b>HAUPTTEIL (WIDERSTAND)</b>				
Rudern in Bauchlage	Oberkörper ziehen (horizontal)	4 × 5	85	2 oder 3
Bankdrücken mit Kurzhanteln	Oberkörper drücken (horizontal)	4 × 5	85	2 oder 3
Klimmzug mit breitem Ristgriff	Oberkörper ziehen (vertikal)	3 × 6	80	2 oder 3
Snatch Press	Oberkörper drücken (vertikal)	3 × 6	80	2 oder 3
<b>ZUSATZÜBUNGEN</b>				
Romanian Deadlift	Antirotation und Anspannung des Core	3 × 8	80	2 oder 3

Es gibt eindeutige Belege dafür, dass die Ausübung von Widerstandstraining in allen Reifungsphasen die Leistung verbessern und Verletzungen vorbeugen hilft, und deshalb ist dies eine wichtige körperliche Entwicklungsstrategie, die Kinder und Jugendliche langfristig verfolgen können und auch sollten.<sup>12</sup> Wie schon bei der Entwicklung der Kompetenz bei der Ausübung motorischer Fertigkeiten erhöht eine frühe Aufnahme des Widerstandstrainings die Wahrscheinlichkeit, dass dem ambitionierten Jugendspieler der Sprung in die A-Mannschaft gelingt.

Die aktuelle Forschung zeigt, dass junge Athleten in Sportarten mit einer großen Betonung der Schnellkraftkomponente diesbezüglich langfristige Verbesserungen erzielen können, wenn sie frühzeitig und konsequent an ihrer Maximalkraft arbeiten.<sup>25</sup> Es scheint jedoch, dass das Widerstandstraining in vielerlei Hinsicht Leistungsvorteile bringt, unter anderem für die Kraft und Ausdauer der Oberkörpermuskulatur, die Schnellkraft des Unterkörpers und die kardiorespiratorische Ausdauer, die allesamt positiv auf ein kurzfristiges, integratives neuromuskuläres Trainingsprogramm reagieren.<sup>26</sup>

Hinzu kommt, dass wir jetzt wissen, dass sich die Maximal- und Schnellkraft von Kindern signifikant verbessern lässt, wenn diese vielfältigen Formen des Widerstandstrainings ausgesetzt werden, das heißt manuellem Widerstand, Kraftgeräten, plyometrischem Training, Widerstandsbändern, Medizinbällen und Hanteln.<sup>22</sup>

In der Kindheit nimmt die Kraft bei Mädchen und Jungen linear zu. Geschlechtsspezifische Unterschiede der Muskelkraft werden jedoch mit zunehmendem Alter offensichtlicher, wobei Jungen hinsichtlich ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit Mädchen grundsätzlich überlegen sind. Wenn das Kind in die Pubertät kommt, verändert sich sein Hormonprofil ganz von selbst und bewirkt einen Zuwachs an Muskelmasse, welcher sich auf die Maximal- und Schnellkraft auswirkt.<sup>3</sup> Zu Beginn der PWV, und unter der Voraussetzung, dass der jugendliche Athlet über ein ausreichendes Trainingsalter und die nötige technische Kompetenz verfügt, stellt dieses Zeitfenster eine ideale Gelegenheit dar, um den Athleten an das Hypertrophie-Training heranzuführen.<sup>12</sup>

Es konnte bei Gewichtheber-Junioren nachgewiesen werden, dass ein größerer Muskelquerschnitt mit einer erhöhten Kraftproduktion in Verbindung steht;<sup>27</sup> daher macht es durchaus

Sinn, Trainingsstrategien zu veranlassen, die auf eine Hypertrophie abzielen, um den Vorteil des erhöhten anabolen Zustands in der mittleren bis späten Pubertät zu nutzen. Obwohl Mädchen (aufgrund des niedrigeren Testosteronspiegels) nicht denselben Zuwachs an Muskelmasse erzielen wie Jungen, sollte sich bei ihnen trotzdem eine gewisse Hypertrophie einstellen, die geschlechtsbedingt auf die vermehrte Ausschüttung von bzw. Empfindlichkeit gegenüber Insulin, insulinähnlichem Wachstumsfaktor und anderen Wachstumshormonen zurückzuführen ist.

Widerstandstraining hat nicht nur den Vorteil, dass es die Leistung verbessert, indem sowohl konditionelle als auch koordinative Fitnesskomponenten entwickelt werden; die Forschung legt auch nahe, dass diese Trainingsform zudem in der Lage ist, das Verletzungsrisiko junger Athleten zu reduzieren. Aktuelle Daten weisen darauf hin, dass ungefähr 50 Prozent der Verletzungen im Kinder- und Jugendsport vermeidbar gewesen wären, wenn man zuvor eine angemessene vorbereitende Konditionierung vorgenommen hätte, beispielsweise in Form von Widerstandstraining.<sup>28, 29</sup>

## Gut zu wissen

Obwohl es viele Gründe für Verletzungen gibt und eine Beseitigung aller Gefahrenquellen kaum realisierbar ist, sollten junge Athleten über das gesamte Jahr regelmäßig Widerstandstraining praktizieren, um vor allem das Risiko von Überlastungsverletzungen zu senken. Dies ist ein wichtiger Aspekt, den man als Jugendbetreuer bedenken muss und der für die Aufnahme eines strukturierten Kraft- und Konditionsprogramms spricht, dem viele Eltern, Trainer oder auch die Athleten nach wie vor mit Argwohn begegnen.

Hinsichtlich der Gestaltung eines jugendgerechten Programms zur Steigerung der Maximal- und Schnellkraft gelten dieselben Regeln wie bei der Entwicklung der motorischen Fähigkeiten: Das Hauptaugenmerk des Kraft- und Konditionstrainings sollte auf dem Trainingsalter und der technischen Kompetenz seiner Schützlinge liegen. Als Widerstand können junge, unerfahrene Athleten das eigene Körpergewicht oder einfache Hilfsmittel verwenden. Für Sportler, die bereits kompetente Bewegungsmuster realisieren können, eignen sich fortgeschrittene Maßnahmen

wie Langhantelübungen (Snatch, Clean & Jerk und ihre Derivate) sowie andere Ganzkörper- bzw. Mehrgelenksübungen (Squat, Deadlift, Press und Pull), die eine deutliche Wirkung entfalten können. Eine frühere Forschungsarbeit hat gezeigt, dass unter fachkundiger Anleitung 70 Gewichtheber beiderlei Geschlechts im Alter zwischen 7 und 16 Jahren über einen Zeitraum von 12 Monaten hinweg deutliche Verbesserungen ihrer Maximal- und Schnellkraft erzielen konnten, ohne sich auch nur eine einzige Verletzung zuzuziehen.<sup>30</sup>

### Gut zu wissen

Unabhängig von der Art des Widerstandstrainings sollten Komplexität, Umfang, Intensität oder Häufigkeit des Trainings nie zu Lasten der technischen Kompetenz gehen.

## Die Entwicklung von Kraft, Agilität und Beweglichkeit beim jungen Athleten

Schnelligkeit und Agilität sind grundlegende Komponenten sportlicher Aktivität, die daher in den Trainingsprogrammen junger Athleten ebenfalls eine zentrale Rolle spielen sollten. Außerdem sind sie gängige Formen der Lokomotion und werden standardmäßig als Bestandteile der GMF-Entwicklung von Kindern betrachtet. Zurzeit liegen allerdings noch nicht viele Arbeiten aus der pädiatrischen und angewandten Forschung vor, die sich mit diesen Leistungsvariablen befassen. Aufgrund der neuronalen Plastizität, durch die sich diese Phase der Entwicklung auszeichnet, stellt die Kindheit aber eine einzigartige Gelegenheit dar, grundlegende motorische Muster zu entwickeln. Daher scheint es angebracht, wenn der Trainer in die Laufübungen relevante Techniken zum Beschleunigen, Abbremsen, Sprinten, Richtungsänderungen und Cutting einbaut.

Doch nicht nur die Entwicklung technischer Kompetenz für mehr Schnelligkeit und Agilität ist bei jungen Athleten für eine effektive Leistungssteigerung entscheidend, sondern auch die Fähigkeit zur Entwicklung größerer Kräfte in möglichst kurzen Bodenkontaktzeiten. Außerdem ist ein gewisses Maß an Muskelkraft unerlässlich,

damit die Bodenreaktionskräfte sicher und effektiv absorbiert werden können, die bei maximaler Sprintleistung oft auf den Körper einwirken, vor allem bei unvorhergesehenen Cutting-Manövern.<sup>31</sup> Abgesehen von der Entwicklung notwendiger motorischer Fertigkeiten sollte das Maximal- und Schnellkrafttraining – aufgrund seiner Fähigkeit, Kraft zu entwickeln und das Verletzungsrisiko zu senken – immer noch als zentraler Bestandteil jedes Schnelligkeits- und Agilitätsprogramms für Jugendliche betrachtet werden.

## Die Entwicklung der Schnelligkeit

Schnelligkeit kann als das Produkt aus Schrittfrequenz und Schrittlänge betrachtet werden. Die Schrittfrequenz nimmt während der Pubertät im Durchschnitt etwas ab, aber diese Reduktion wird durch die gleichzeitige Zunahme der Schrittlänge mehr als ausgeglichen, was im Laufe des Reifungsprozesses letztlich zu einer höheren Schnelligkeit führt. Die Zunahme der Schrittlänge lässt sich teilweise durch das Wachstum der unteren Gliedmaßen erklären, wodurch eine größere Strecke zurückgelegt werden kann, wenn das Bein in der Stützphase Bodenkontakt hat. Da im Alter von 12 Jahren jedoch bereits 95 Prozent der endgültigen Beinlänge erreicht sind, ist ein Großteil der Schrittlängenzunahme auf die größere Distanz zurückzuführen, die in der Flugphase des Schritts zurückgelegt wird. Das liegt vermutlich an den Reifungseinflüssen, die die Fähigkeit verbessern, Kraft gegen den Boden zu erzeugen. Ein Kraft- und Konditionstrainer sollte daher versuchen, während der Adoleszenz den natürlichen Kraft- und Schrittlängenzuwachs durch ein angemessenes Training zu unterstützen.

Es wurde bereits angedeutet, dass eine kürzere Stützphase bzw. ein kürzerer Bodenkontakt der ausschlaggebende Faktor für eine verbesserte Sprintgeschwindigkeit bei Erwachsenen ist,<sup>32</sup> obwohl sich die Bodenkontaktzeiten, die ein Indikator für die Muskelkontraktionsrate sind, in der Kindheit und Jugend nicht von selbst verbessern. Wenn der Athlet beim Sprinten die Dauer des Bodenkontakts reduzieren kann, sollte sich der Betreuer sicher sein können, dass diese Anpassung auf das Training und nicht etwa auf natürliche Reifungsprozesse zurückzuführen ist.

Obwohl einige Indizien darauf hinweisen, dass die Schnelligkeit in der gesamten Kindheit und Jugend trainierbar ist, sprechen Athleten