

Hossner | Künzell

*Einführung in die*  
***Bewegungs-***  
***wissenschaft***



Ernst-Joachim Hossner | Stefan Künzell

# **Einführung in die Bewegungswissenschaft**

Limpert Verlag Wiebelsheim

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	9
Einführung: ein Beipackzettel .....	11
1 Bewegungsbeschreibungen .....	19
1.1 Sportliche Bewegungen charakterisieren .....	20
1.1.1 Sportliche Techniken als Sollwerte .....	20
1.1.2 Sportliche Bewegungen als Istwerte .....	26
1.2 Quantitative Bewegungsanalysen .....	30
1.2.1 Bewegungsbezogene Kennwerte .....	31
1.2.2 Ausführungsbezogene Leistungsmaße .....	40
2 Bewegungsaufgaben .....	45
2.1 Bewegungen funktional verstehen .....	46
2.1.1 Bewegungen als Aufgabenlösungen .....	46
2.1.2 Aktionsorientierte Funktionsanalyse .....	51
2.2 Aufgabenräume .....	56
2.2.1 Synergetik und Selbstorganisation .....	57
2.2.2 Randbedingungen und funktionelle Variabilität .....	63
3 Biomechanische Randbedingungen .....	71
3.1 Techniken biomechanisch begründen .....	72
3.1.1 Biomechanische Prinzipien .....	73
3.1.2 Prinzipienbezogene Funktionen .....	78
3.2 Biomechanische Modelle .....	81
3.2.1 Direkte biomechanische Modelle .....	82
3.2.2 Inverse biomechanische Modelle .....	89
4 Biologische Randbedingungen .....	97
4.1 Techniken biologisch begründen .....	98
4.1.1 Biologische Organsysteme .....	99
4.1.2 Fähigkeitsbezogene Funktionen .....	103
4.2 Neurowissenschaftliche Modelle .....	109
4.2.1 Extrazerebrale Prozesse .....	110
4.2.2 Zerebrale Prozesse .....	116
5 Fertigkeiten .....	123
5.1 Bewegungsaufgaben lösen können .....	124
5.1.1 Closed-loop-Regelung und Open-loop-Steuerung .....	126
5.1.2 Interne Kontroll- und Prädiktorsysteme .....	133
5.2 Klassische Theorien der motorischen Kontrolle .....	139
5.2.1 Die Schematheorie von Schmidt (1975) .....	142
5.2.2 Das Koordinationsmodell von Schnabel (1976) .....	149

6	Wahrnehmung	153
6.1	Situationen wahrnehmen	154
6.1.1	Sinnessysteme und sensorische Integration	154
6.1.2	Augenbewegungen und Blickstrategien	161
6.2	Zustandsschätzung	166
6.2.1	Kalman-Filterung und Unsicherheitsreduktion	167
6.2.2	Bayes-Integration und Vorwissen	172
7	Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung	179
7.1	Zielsituationen herbeiführen	180
7.1.1	Tiefenwahrnehmung und Pseudo-Regelkreise	180
7.1.2	Wechselbeziehungen und optische Variablen	185
7.2	Optimale Feedback-Kontrolle	194
7.2.1	Feedback-Kontrolle und Kostenfunktionen	195
7.2.2	Optimale Kontrolle und Kontrollgesetze	201
8	Bewegungslernen	207
8.1	Bewegungsfertigkeiten erwerben	208
8.1.1	Adaptations- und Lernmechanismen	209
8.1.2	Lernphasenmodelle	215
8.2	Lernen interner Modelle	222
8.2.1	Das Badische Zimmer	223
8.2.2	Künstliche neuronale Netzwerke	228
9	Lernunterstützungen	237
9.1	Bewegungsvorstellungen vermitteln	238
9.1.1	Instruktion von Technik-Sollwerten	240
9.1.2	Aufmerksamkeitslenkung und Lehr-/Lernarrangements	247
9.2	Implizites Lernen	252
9.2.1	Explizite und implizite Prozesse	253
9.2.2	Implizites Bewegungslernen im Sport	258
10	Neulernen	263
10.1	Bewegungsgrundmuster lernen	264
10.1.1	Aufgabenverständnis und vorbereitende Übungen	265
10.1.2	Methodische Übungsreihen	267
10.2	Sequenzlernen und hierarchische Kontrolle	277
10.2.1	Sensomotorische Kettenbildung	277
10.2.2	Integration zu Einheiten	283
11	Optimieren	289
11.1	Bewegungsfertigkeiten verbessern	290
11.1.1	Bewegungsbezogenes Optimieren und variables Üben	292
11.1.2	Wahrnehmungsbezogenes Optimieren und Automatisierung	297
11.2	Aufmerksame und automatische Kontrolle	303
11.2.1	Aufmerksamkeitstheorien und Doppelaufgaben	303
11.2.2	Automatismen und direkte Parameterspezifikation	311

12 Rückmeldungen .....	319
12.1 Rückmeldungen geben .....	320
12.1.1 Bewegungsbeobachtung und -beurteilung .....	323
12.1.2 Rückmeldungsgestaltung und Selbstkorrektur .....	328
12.2 Adaptation und Konsolidierung .....	337
12.2.1 Visuomotorische Adaptationen und Kraftfeldadaptationen .....	338
12.2.2 Kontextvariablen und Konsolidierung .....	343
13 Transfer .....	349
13.1 Transfereffekte nutzen .....	350
13.1.1 Identische Elemente und koordinative Fähigkeiten .....	352
13.1.2 Koordinative Anforderungsprofile und Technikbausteine .....	359
13.2 Transferphänomene und -theorien .....	365
13.2.1 Seitigkeitstransfer und Umlernen .....	366
13.2.2 Strukturlernen und Motorikmodule .....	369
14 Motorische Entwicklung .....	379
14.1 Das Lebensalter berücksichtigen .....	380
14.1.1 Körperliche Entwicklung als biologische Randbedingung .....	383
14.1.2 Sportmotorische Leistungsentwicklung .....	389
14.2 Forschungsmethoden und Theorien der Entwicklung .....	396
14.2.1 Erhebung von Entwicklungsverläufen .....	396
14.2.2 Erklärung von Entwicklungsverläufen .....	400
15 Entwicklungsgemäßheit .....	411
15.1 Entwicklungsgemäß unterrichten und trainieren .....	412
15.1.1 Altersbezogene Fertigkeitentwicklung .....	412
15.1.2 Talentauswahl und Talententwicklung .....	423
15.2 Störung und Förderung der motorischen Entwicklung .....	430
15.2.1 Entwicklungsbedingte Koordinationsstörung .....	430
15.2.2 Förderung der Motorik und Förderung durch Motorik .....	433
16 Über den Tellerrand geschaut .....	439
16.1 Komplex trainieren .....	440
16.1.1 Konstitutionelle und konditionelle Leistungsfaktoren .....	442
16.1.2 Taktische und persönlichkeitsbezogene Faktoren .....	446
16.2 Jenseits der Bewegungskontrolle .....	453
16.2.1 Perspektiven und Erklärungsebenen .....	453
16.2.2 Bewusstsein und kultureller Kontext .....	457
Literaturverzeichnis .....	467
Sachwortverzeichnis .....	489
Bildnachweise .....	494

# Vorwort

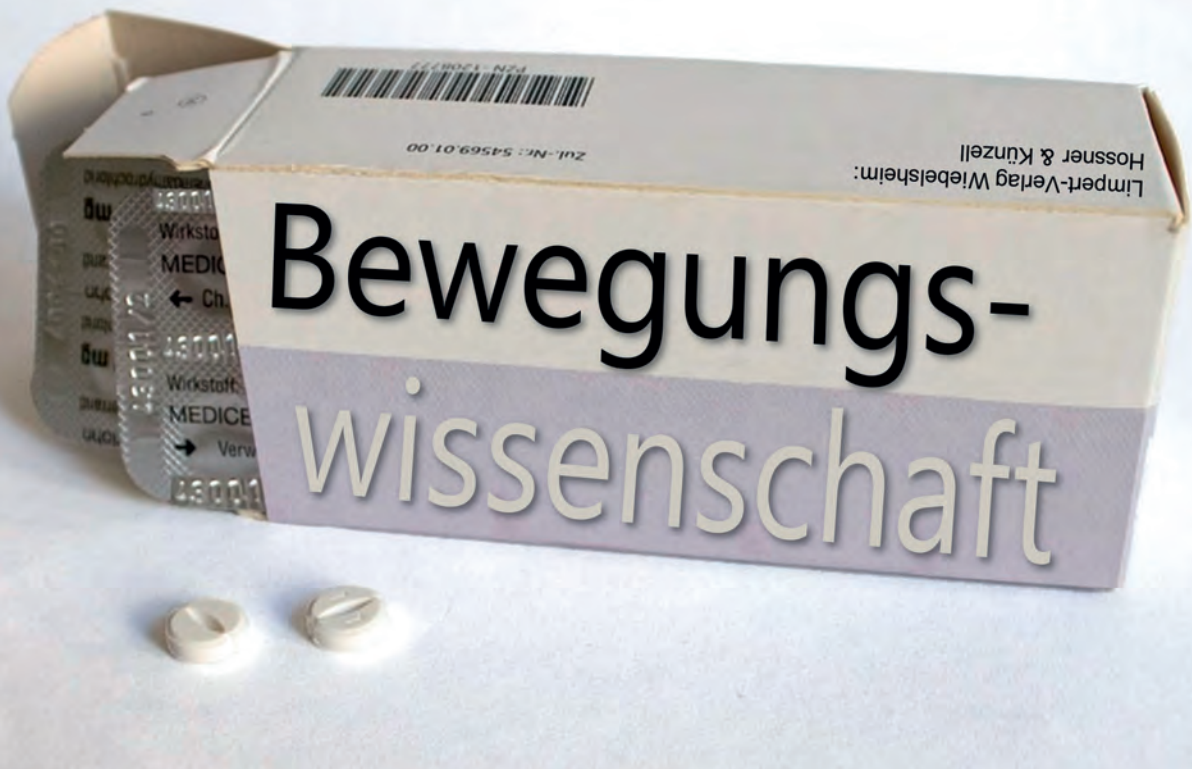
Ein unaustauschbares Merkmal des Sports ist die Schwierigkeit, die mit der Bewältigung komplexer Bewegungsaufgaben verbunden ist. Solche Bewegungsaufgaben begegnen uns etwa in Form von komplizierten Bewegungskunststücken im Gerätturnen, von schnellen situativen Bewegungsanpassungen im Tischtennis oder von spontanen Bewegungskreationen in der tänzerischen Kontaktimprovisation. Wie es Sportlerinnen und Sportlern gelingt, die hiermit verbundenen Herausforderungen zu meistern, wird im vorliegenden Lehrbuch genauso behandelt wie die Frage, was Trainerinnen, Übungsleiter oder sonstige Lehrpersonen tun können, um sie auf ihrem Weg zur Meisterschaft zu unterstützen. Antworten werden dabei auf zwei Ebenen gegeben, in den ersten, den nicht eingefärbten Teilen jedes Kapitels betont praxisorientiert und in den blau eingefärbten zweiten Teilen wissenschaftlich vertieft. Je nach Interessenschwerpunkt können sich Leserinnen und Leser daher auf das Studium der jeweils ersten Kapitelteile beschränken – das Buch ist so geschrieben, dass der Gesamtzusammenhang auch dann nicht verloren geht – oder zu ausgewählten oder sämtlichen Themen die Vertiefungsangebote der zweiten Kapitelteile nutzen. Weitere Materialien zur Unterstützung des Lernens oder Lehrens – wie Erklärvideos oder Abbildungsfolien – finden sich auf den universitären Webseiten der beiden Autoren.

Bei der Erstellung des Buches haben wir von einer Reihe bewegungswissenschaftlicher Expertinnen und Experten Unterstützung erhalten. Für das kritische Lesen einzelner Kapitel bedanken

wir uns an dieser Stelle bei Daniel Braun, Achim Conzelmann, Ulrich Göhner, Arne Güllich, Jürgen Krug, Hermann Müller, Volker Schürmann, Günter Schnabel und Claudia Voelcker-Rehage sowie für die freundliche Überlassung von Fotos oder Datensätzen bei Klaus Blischke, Klaus Bös, Matthias Ertl, Lisa Maurer, Klaus Mattes, Thorsten Stein und Bodo Ungerechts. Den Mitgliedern der Berner Arbeitsgruppe – Daniel Erlacher, Martin de Bruin, Katia Haller, André Klostermann, Andrea Schärli, Christian Vater und Stephan Zahno – und den Teilnehmenden zweier Augsburger Seminare zur Bewegungswissenschaft gilt unser Dank für verschiedenste Unterstützungen, von Ratschlägen zur Verbesserung der Verständlichkeit über die Anfertigung von Abbildungen bis zum gewissenhaften Korrekturlesen, insbesondere Ralf Kredel für seine vielfältigen Anregungen auch in konzeptioneller Hinsicht. All die Genannten haben dazu beigetragen, eine kompakte „Einführung in die Bewegungswissenschaft“ vorzulegen, die sich – wie wir hoffen – auf dem aktuellen Stand der internationalen Motoriktheorie bewegt. Wenn das zusammengetragene Wissen Sportlehrkräften hilft, Bewegungslernprozesse zu optimieren, Sportstudierenden, bewegungswissenschaftliche Kernkonzepte zu durchdringen, und Universitätskolleginnen und -kollegen, ihre bewegungswissenschaftlichen Lehrveranstaltungen zu unterfüttern, würde uns dies sehr freuen.

Bern und Augsburg, im Dezember 2021

*Ernst-Joachim Hossner  
& Stefan Künzell*



## Einführung: ein Beipackzettel

*Das einleitende Kapitel eines Buchs enthält zumeist die Überlegungen, die sich die Autorinnen oder Autoren bei der Erstellung ihres Werks gemacht haben. Es wird gern überlesen, zugegebenermaßen auch von uns als Lesern von Fachbüchern. Mit dem vorliegenden Buch wechseln wir allerdings die Perspektive von Lesern zu Autoren und finden auf einmal, dass es von außerordentlicher Wichtigkeit ist, ein einleitendes Kapitel hinzuzufügen, damit die Leserinnen und Leser die Strukturierung des Buchs und die zugrunde liegenden Überlegungen der Autoren von Beginn an kennen. Dieser Anspruch erinnert uns ein wenig an die Beipackzettel, die in jeder Medikamentenpackung zu finden sind – und ja auch nicht selten ignoriert werden.<sup>1</sup> Da wir hoffen, dass dies eine höhere Aufmerksamkeit erreicht als ein klassisches Einführungskapitel, haben wir die vorliegende Einleitung in Anlehnung an einen typischen Beipackzettel verfasst. In der Tat müssen wir in diesem Zusammenhang zugeben, dass die von uns verordnete Bewegungswissenschaftstablette nicht in jeder Hinsicht leicht zu schlucken ist; umso mehr hoffen wir aber, dass nach dem Studium des Beipackzettels die Tablette die versprochenen Wirkungen entfaltet.*

### **Was ist die „Einführung in die Bewegungswissenschaft“ und wie wird sie angewendet?**

Wenn Sie an erhöhtem Interesse an sportlichen Bewegungen leiden oder an einer Neugier, wie diese Bewegungen kontrolliert oder erlernt werden, dann ist die Einnahme der „Einführung in die Bewegungswissenschaft“ angezeigt. Darüber hinaus hilft sie auch noch bei Fragen danach, wie Sie diese Bewegungen am besten beibringen oder sie optimieren können und wie sie sich im Lebenslauf entwickeln – also letztlich bei allen Fragen zur Bewegungswissenschaft.

Die Bewegungswissenschaft wird dabei in diesem Buch als Teildisziplin der Sportwissenschaft behandelt. Das mag erstaunen, denn Menschen bewegen sich ja nicht nur im Sport, sondern auch im Beruf, in ihrem Alltag oder bei Freizeitbeschäftigungen wie dem Musizieren, Malen oder Handarbeiten. Darüber hinaus können sich auch Tiere zielgerichtet bewegen, obwohl sie im Normalfall keinen Sport betreiben. Es könnte also genauso gut umgekehrt die Sportwissenschaft eine Teildisziplin der Bewegungswissenschaft sein. Im deutschsprachigen Wissenschaftssystem ist jedoch die Wissenschaft von der Bewegung – neben anderen Teildisziplinen wie der Sportpädagogik, der Sportpsychologie oder der Sportsoziologie – der Sportwissenschaft zugeordnet. Dabei ergibt es jedoch keinen Sinn anzunehmen, dass sportliche Bewegungen grundsätzlich anderen Gesetzen unterliegen oder durch andere Prozesse bewirkt würden als nicht-sportliche Bewegungen. Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass auch andere Wissenschaftsdisziplinen, die sich mit Bewegungen beschäftigen, einen Einfluss auf die Bewegungswissenschaft ausüben.

Zunächst einmal betrifft diese Feststellung die Physik und dort insbesondere den Teilbereich der Mechanik. Die Physik stellt Gesetzmäßigkeiten für alle bewegten Körper auf, unabhängig davon, ob es Lebewesen sind oder ob es sich um tote Materie handelt. Bewegungen eines Menschen, eines Elefanten, einer Mücke, eines Autos oder eines Steins unterliegen letztlich denselben physikalischen Gesetzen. Diese Gesetze stellen Randbe-

dingungen für menschliche Bewegungen dar, an denen wir nicht vorbeikommen. Da sich allerdings bei den Möglichkeiten, selbstständig Kräfte zu entwickeln, um diese Bewegungen zu beeinflussen, Lebewesen deutlich von Autos oder Steinen unterscheiden, wurde mit der Biomechanik eine speziell auf Lebewesen zugeschnittene Teildisziplin der Physik entwickelt, die es in der Bewegungswissenschaft zu berücksichtigen gilt. Wie sich in der Vorsilbe „Bio-“ bereits andeutet, werden menschliche Bewegungen zudem durch biologische Prozesse in Gang gebracht. Es müssen sich also mit Knochen verbundene Muskeln zusammenziehen, was eine Erregung durch Nervenimpulse voraussetzt. Dies wiederum bedeutet, dass auch Erkenntnisse aus der Biologie relevant sind, wenn die Kontrolle, das Lernen oder die Entwicklung von sportlichen Bewegungen erklärt werden sollen. Und schließlich ist noch zu beachten, dass zielgerichtete Bewegungen nur dann möglich sind, wenn auch ein Ziel vorhanden ist. Sowohl das Vornehmen als auch das Erreichen dieses Ziels kann nur gelingen, wenn die Umwelt wahrgenommen wird und eine Entscheidung für ein Ziel getroffen wird. Daher ist es nur natürlich, dass auch die Psychologie als die Wissenschaft vom menschlichen Verhalten und Erleben die Bewegungswissenschaft beeinflusst.

Traditionell speisen sich die Erkenntnisse der Bewegungswissenschaft aus zwei Quellen. Dies sind zum einen die in wissenschaftlichen Untersuchungen erzielten Befunde, die in der Bewegungswissenschaft selbst, zum Teil auch in den zuvor angesprochenen benachbarten Wissenschaftsdisziplinen erbracht wurden. Zum anderen geht aber auch das Praxiswissen von Trainerinnen und Trainern, Athletinnen und Athleten, Lehrerinnen und Lehrern in die Bewegungswissenschaft des Sports ein. Der Teil der Erkenntnisse, der sich vor allem aus Praxiserfahrungen speist, wird als „Bewegungslehre“ bezeichnet. Damit wird angedeutet, dass dieses Wissen zwar eine erhebliche Verbreitung in der Sportpraxis erfahren hat, jedoch unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten noch nicht hinreichend bestätigt wurde. Vielleicht muss dieses Wissen sogar als fragwürdig betrachtet werden, da die Erklärungen zu stark vereinfacht wurden, um als wissenschaftlich abgesichert zu gelten.





## **Bewegungswissenschaft (movement science)**

Unter Bewegungswissenschaft verstehen wir (in diesem Buch) die empirische Wissenschaft, die sich mit der Beschreibung und Erklärung sportlicher Bewegungen beschäftigt, insbesondere mit Fragen der Kontrolle und des Lernens sportlicher Bewegungen sowie ihrer Entwicklung im Lebenslauf.

*Kommentar: Kontrolle, Lernen und Entwicklung sportlicher Bewegungen stellen die zentralen Themenfelder der Sportmotorik dar, wohingegen die Analyse sportlicher Bewegungen aus physikalischer Sicht in den Bereich der Sportbiomechanik und aus biologischer Sicht in den Bereich der Sportbiologie fällt. Die Bewegungswissenschaft grenzt sich von der Bewegungslehre dadurch ab, dass die Bewegungslehre auf praxisbewährtem Wissen beruht, das nicht notwendigerweise wissenschaftlich abgesichert ist. Schränken wir den Fokus nicht auf sportliche Bewegungen ein, betreten wir den Bereich der allgemeinen Bewegungswissenschaft. Dabei gehen wir jedoch nicht davon aus, dass die Kontrolle, das Lernen und die Entwicklung nicht-sportlicher Bewegungen auf grundlegend anderen Mechanismen beruhen als Kontrolle, Lernen und Entwicklung sportlicher Bewegungen.*

## **Zu welcher Gruppe von Wirkstoffen gehört die „Einführung in die Bewegungswissenschaft“?**

Die „Einführung in die Bewegungswissenschaft“ gehört zur Gruppe der deutschsprachigen sportwissenschaftlichen Lehrbücher. In historischer Perspektive fand eine stürmische Entwicklung dieser Wirkstoffgruppe in den 1960er und 1970er Jahren statt, also zur Hochphase des Kalten Krieges, als die Mächte in Ost und West zunehmend die Olympischen Spiele als ein Ausstellingsfenster für die Überlegenheit des eigenen Gesellschaftssystems deuteten.

Dass der Osten in diesem Wettrennen dem Westen eine ganze Zeit lang deutlich voraus war, lässt sich an den frühen Lehrbüchern des Ost-Berliner Sportverlags erkennen, unter anderem an der von Kurt Meinel als „Versuch einer Theorie der sportlichen Bewegung unter pädagogischem Aspekt“ verfassten *Bewegungslehre* (Meinel, 1960), die sich auch im Westen zu einem Standardwerk entwickelte. Von 1976 an erschien sie als Publikation eines „Autorenkollektivs“ unter der Doppelherausgeberschaft des – seinerzeit bereits verstorbenen – Kurt Meinel und seines akademischen Schülers Günter Schnabel als „der Meinel-Schnabel“ (Meinel & Schnabel, 1976). Sie ist noch immer auf dem Markt, inzwischen unter dem Titel *Bewegungslehre – Sportmotorik* unter der redaktionellen Leitung von Günter Schnabel und Jürgen Krug (Meinel & Schnabel, 2015). Das westdeutsche Gegengewicht zum Meinel-Schnabel erschien erst 1983, nämlich als die von Klaus Willimczik und Klaus Roth herausgegebene *Bewegungslehre* (Willimczik & Roth, 1983). Zwischen diesen beiden Werken lassen sich zwei interessante Unterschiede ausmachen. Der erste Unterschied spiegelt die damalige weltpolitische Situation wider, denn Meinel und Schnabel (1976) beziehen sich vornehmlich auf – im Westen schwer zugängliche – russische Grundlagenliteratur, insbesondere auf die Arbeiten von Anochin (1963, 1967) und Bernstein (1935-1965/1987), während Willimczik und Roth (1983) verstärkt auf Theorien aus dem angloamerikanischen Raum rekurrieren, beispielsweise auf die Schematheorie von Schmidt (1975). Der zweite Unterschied zwischen den beiden Lehrbüchern betrifft die theoretische Kompaktheit der Darstellungen. Während in der DDR-Bewegungslehre die Bemühung um die Bereitstellung eines vereinheitlichenden Rahmens erkennbar wird, gliedert sich die BRD-Bewegungslehre in Kapitel zu einzelnen „Betrachtungsweisen“, die – durchaus bewusst – recht isoliert nebeneinander diskutiert werden.

Das vorliegende Buch soll als Versuch verstanden werden, anstelle einer relativ unverbundenen Abarbeitung von Betrachtungsweisen eine klare Perspektive einzunehmen, nämlich eine funktionale Perspektive, wie sie auch bereits von Meinel und Schnabel (1976) verfolgt wurde und wie sie sich in der deutschsprachigen Sportwissenschaft unter

der Bezeichnung Sportmotorik etabliert hat (lat. motor = Bewegung). Diese Perspektive fokussiert auf interne Prozesse der Bewegungskontrolle, die dem beobachtbarem Bewegungsverhalten zugrunde liegen, dies zunächst einmal unabhängig von deren Realisierung in einem physikalischen Körper oder einem biologischen System. Im Kern geht es also darum, – in gewisser Weise wie ein Ingenieur – eine modellhafte Architektur für Mechanismen der Bewegungskontrolle zu entwerfen, die gut zu der wissenschaftlichen Befundlage passt. Da diese Architektur aber in der physikalischen Welt von einem biologischen Körper realisierbar sein soll, gehen physikalische und biologische Aspekte gleichwohl in die Überlegungen ein, nur eben nicht mit dem Anspruch, menschliche Bewegungskontrolle zu erklären, sondern vielmehr als Randbedingung für die funktionale Theorie. Was die funktionalen Betrachtungen angeht, so streben wir in diesem Buch zudem an, den Stand der internationalen Diskussion auf Höhe der Zeit wiederzugeben.



### **Funktionale Perspektive (functional perspective)**

Unter der funktionalen Perspektive der Bewegungswissenschaft des Sports verstehen wir die wissenschaftliche Zugangsweise, die auf die internen Kontrollprozesse fokussiert, welche dem beobachtbaren sportlichen Bewegungsverhalten zugrunde liegen.

*Kommentar: Die funktionale Perspektive steht im Zentrum der sportwissenschaftlichen Teildisziplin der Sportmotorik. Da hier die internen Kontrollprozesse zunächst einmal unabhängig von deren Realisierung in einem physikalischen Körper oder einem biologischen System gesehen werden, grenzen wir sie von einer physikalischen (Sportbiomechanik) sowie einer biologischen (Sportbiologie) Perspektive der Bewegungswissenschaft des Sports ab.*

## **Welche Wechselwirkungen sind bei Anwendung der „Einführung in die Bewegungswissenschaft“ zu erwarten?**

Bei Applikation der „Einführung in die Bewegungswissenschaft“ sind unerwünschte Wechselwirkungen weder bekannt noch zu erwarten. Diese optimistische Angabe begründet sich zunächst einmal so, dass die zuvor referierte Einordnung in die besondere Medikamentenklasse der funktional orientierten Bewegungswissenschaftslehrbücher eine unerlaubte Vermischung mit anderen bewegungswissenschaftlichen Perspektiven ausschließt – insbesondere mit den Perspektiven der Sportbiomechanik und der Sportbiologie.

Innerhalb der funktionalen Perspektive wird unser Unterfangen, ein kompaktes Lehrbuch vorzulegen, zudem durch eine glückliche Wissenschaftsentwicklung der jüngeren Zeit unterstützt. In der Vergangenheit war die Sportmotorik nämlich durch heftige Debatten zum „richtigen“ Zugang zur theoretischen Fassung des Bewegungsproblems geprägt (zur „motor-action controversy“ siehe im Überblick Meijer & Roth, 1988). Auf der einen Seite dieser Debatte standen sogenannte Kognitivisten, die den Beitrag der zentralen Steuerungs- und Regelungsmechanismen für die Bewegungskontrolle betonten (motor approach; lat. cognoscere = erkennen). Auf der anderen Seite stand eine Gruppe, für deren Mitglieder gelungene Bewegungskoordination vielmehr das Produkt eines ganzheitlichen Prozesses darstellte, in dem verschiedene Subsysteme des Menschen sowie Aspekte der Handlung und der Wahrnehmung eng aufeinander bezogen sind (action approach; lat. coordinare = beordnen).

Diese Kontroverse scheint sich in den vergangenen Jahren aufgelöst und einer wechselseitigen Anerkennung der jeweiligen Beiträge zur Erklärung koordinierten Bewegungsverhaltens Platz gemacht zu haben (siehe hierzu im Überblick Hossner et al., 2013). Für das vorliegende Lehrbuch ergibt sich hieraus die glückliche Konsequenz, dass wir uns nicht vorab für einen dieser Zugänge entscheiden mussten. Die weitgehende Auflösung dieser Kontroverse erlaubt es viel-

mehr, einen einheitlichen Rahmen anzustreben, in dem verschiedene Aspekte der bewegungswissenschaftlichen Theoriediskussion ihren gebührenden Platz finden.

## Was ist die Darreichungsform der „Einführung in die Bewegungswissenschaft“?

Die „Einführung in die Bewegungswissenschaft“ wird in Form eines Lehrbuchs dargeboten, das – wie der Name schon sagt – in die Bewegungswissenschaft einführt. Im Detail ist das Buch in 16 Kapitel gegliedert, wobei jedes Kapitel aus zwei Teilen besteht.

Der erste Teil eines jeden Kapitels ist auf weißen Seiten in einer möglichst leicht verständlichen Art geschrieben und richtet sich an Leserinnen und Leser, die vor allem an Erkenntnissen interessiert sind, die einen unmittelbaren Bezug zur Anwendung in der Sportpraxis haben. Dies können Athletinnen, Sportlehrer oder Trainerinnen sein, aber auch Studierende in einem Bachelor-Studiengang Sportwissenschaft. Darüber hinaus könnten einzelne Kapitel auch für Praktikerinnen und Praktiker ohne direkten Sportbezug relevant sein, wie beispielsweise für Musikerinnen oder Physiotherapeuten. Der Fokus der ersten Kapitelteile liegt auf sportpraktischen Fragestellungen wie „Wie beschreibe ich Bewegungen am besten?“, „Was muss ich bei Instruktionen beachten?“ oder „Welcher methodische Lehrweg eignet sich am besten?“. Die Darstellung von Modellen, Theorien und wissenschaftlichen Befunden beschränkt sich hier auf das zum Verständnis notwendige Mindestmaß. Wir haben das Buch so geschrieben, dass es auch dann verständlich wird, wenn sich das Lesen auf die praxisorientierten ersten Kapitelteile beschränkt und die jeweils zweiten Kapitelteile komplett überblättert werden.

Der zweite Teil eines jeden Kapitels dient der wissenschaftlichen Vertiefung des behandelten Themas; zur besseren Abgrenzung wurden diese Seiten blau hinterlegt. Insbesondere werden hier relevante wissenschaftliche Untersuchungen vorgestellt und die zugrunde liegenden Theorien im Detail erläutert. Diese Teile richten sich daher vor-

nehmlich an Personen, die auch Theorien oder wissenschaftliche Befunde zu den im jeweils ersten Teil beschriebenen Inhalten kennenlernen möchten – oder müssen –, wie beispielsweise Studierende, die einen Masterabschluss in der Sportwissenschaft anstreben. Aber auch Sportwissenschaftler, Psychologinnen oder neugierige Trainerinnen, die den Dingen auf den Grund gehen wollen, sind Adressatinnen und Adressaten dieser zweiten Teile. Sie sind umständehalber etwas schwerer zu verdauen als die jeweils ersten Teile.

In beiden Teilen der Kapitel werden die wichtigsten Begriffe an den Stellen in hervorgehobenen Kästen definiert, an denen sie im laufenden Text erstmals auftauchen. Die Definitionen sind jeweils mit einem kurzen Kommentar versehen, der die Einordnung erleichtern soll. Außerdem finden sich in den zweiten Kapitelteilen jeweils zwei hervorgehobene Kästen, in denen vielzitierte, klassische Experimente der Bewegungswissenschaft geschildert werden. Wer sich weniger für die Bewegungswissenschaft als Forschungsgebiet interessiert, kann diese Kästen auch getrost überblättern. Eingeleitet wird jedes Kapitel mit einem „Teaser“, der in eine praxisrelevante Frage mündet, die im Laufe des Kapitels beantwortet wird. Schließlich gibt es am Ende des Buchs neben dem Literaturverzeichnis noch ein Stichwortverzeichnis, in dem den wichtigsten Stichworten Seitenzahlen zugeordnet werden. Handelt es sich hierbei um einen Verweis auf einen Definitionskasten, ist die entsprechende Seitenzahl fett hervorgehoben.

## Wie ist die „Einführung in die Bewegungswissenschaft“ zu dosieren?

Bei einem vornehmlich praxisorientierten Interesse an bewegungswissenschaftlichen Themen empfehlen wir täglich oder wöchentlich nach dem Frühstück die Einnahme des jeweils ersten Teils eines Kapitels. Wird die Einnahme des jeweils zweiten Teils ausgelassen, wird die gewünschte Wirkung – eine umfassende Kenntnis der praxisorientierten Bewegungslehre – trotzdem erzielt. Bei einem schweren Interesse an bewegungs-

wissenschaftlichen Themen empfehlen wir hingegen die Einnahme beider Kapitelteile, wobei zunächst der erste und danach der zweite Teil appliziert werden sollte.

### **Welche Wirkstoffe sind in der „Einführung in die Bewegungswissenschaft“ enthalten?**

Die 16 Kapitel enthalten unterschiedliche Wirkstoffe, die aufeinander aufgebaut sind. Insofern empfehlen wir mit Nachdruck, die einzelnen Kapitel in der niedergeschriebenen Reihenfolge zu konsumieren.

In den Kapiteln 1–4 werden zunächst die Grundlagen gelegt, um sich über sportliche Bewegungen austauschen zu können. Dazu werden in Kapitel 1 zentrale Begriffe für die Beschreibung sportlicher Bewegungen vorgestellt und im zweiten Teil Methoden zur Messung von Bewegungen sowie Verfahren erläutert, wie die Güte dieser Messungen beurteilt werden kann. Kapitel 2 dient der Einführung in das bewegungswissenschaftliche Kernkonzept, nach dem sportliche Bewegungen durch die Funktion bestimmt werden, eine Bewegungsaufgabe zu lösen, bevor im zweiten Teil erläutert wird, wie aus der Menge aller Bewegungsmöglichkeiten diejenigen aufzufinden sind, die diese Funktion am besten erfüllen. In den Kapiteln 3 und 4 werden zentrale Randbedingungen behandelt, unter denen sportliche Bewegungen kontrolliert und erlernt werden. Dabei geht es in Kapitel 3 um die biomechanischen Randbedingungen, denen sämtliche bewegte Körper unterliegen, während in Kapitel 4 biologische Randbedingungen des menschlichen Körpers besprochen werden. Die Kenntnis dieser Randbedingungen ist aus Praxis-sicht wichtig, um optimale Bewegungslösungen zu finden. Vertieft wird diese Kenntnis in den jeweils zweiten Kapitelteilen um Grundlagen der biomechanischen Modellbildung und der Bewegungskontrolle aus neurowissenschaftlicher Sicht.

Die Kapitel 5–7 richten sich auf die funktionale Architektur des menschlichen Bewegungskontrollsystems und damit auf das Vermögen von

Sportlerinnen und Sportlern, die – in den vorangegangenen Kapiteln analysierten – Aufgaben des Sports erfolgreich zu bewältigen. Dazu werden in Kapitel 5 aktuelle bewegungswissenschaftliche Ansätze vorgestellt, die veranschaulichen, welche Mechanismen diesem Vermögen intern zugrunde liegen, im zweiten Teil ergänzt um die Behandlung wichtiger historischer Vorläufer. Aufgrund der Abhängigkeit der Bewegungskontrolle von Wahrnehmungsprozessen werden Grundlagen der menschlichen Wahrnehmung in Kapitel 6 behandelt und im zweiten Teil hinsichtlich der Lösung des Problems vertieft, dass Wahrnehmung in der Regel mit erheblichen Unsicherheiten behaftet ist. Die wechselseitige Beziehung von Wahrnehmungs- und Bewegungskontrollprozessen steht dann im Zentrum des Kapitels 7: Wir nehmen etwas wahr, um uns zielgerichtet bewegen zu können, aber wir bewegen uns auch, um zielgerichtet wahrzunehmen. Die Berücksichtigung solcher Aspekte der „Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung“ mündet in einer aktuell akzeptierten Theorievorstellung zu funktionalen Mechanismen der Bewegungskontrolle, der Theorie interner Modelle, die im zweiten Teil des Kapitels 7 noch etwas tiefer analysiert wird, um am Ende bei der Idee der optimalen Feedback-Kontrolle anzukommen.

In den Kapiteln 8–13 geht es – aufbauend auf den Überlegungen zur Bewegungskontrolle – um die erfahrungsabhängige Veränderung dieser Kontrollprozesse und damit um das Adaptieren und Lernen von Bewegungen. Dazu wird in Kapitel 8 zunächst vorgestellt, auf welche unterschiedlichen Arten Bewegungen gelernt werden können und in welche Phasen der Lernprozess zu unterteilen ist, dies erneut mit Bezugnahme auf aktuelle Theorien im zweiten Kapitelteil. Im Zentrum von Kapitel 9 stehen dann verschiedene Möglichkeiten, wie Lernprozesse praxisorientiert unterstützt werden können – wie durch Anweisungen oder über besondere Aufgabenstellungen –, während im zweiten Teil theoretisch erläutert wird, wie Bewegungen auch „nebenbei-beiläufig“ stattfinden kann. Im Anschluss wird der Blick auf praktische Lehrmethoden gelenkt, mit separater Behandlung des Stadiums des Neulernens in Kapitel 10 und des Optimierens in Kapitel 11 sowie theoretisch vertiefenden Begründungen im je-

weiligen zweiten Kapitelteil mit einem Fokus auf das Lernen von Bewegungssequenzen sowie auf das Problem der Bewegungsautomatisierung. In Kapitel 12 werden Möglichkeiten vorgestellt, über Rückmeldungen den Lernprozess positiv zu beeinflussen, im zweiten Teil ergänzt um die Frage, wie wir über die Nutzung von selbst verfügbaren Rückmeldungen dafür sorgen, unsere Bewegungen schnell an die vorherrschenden Bedingungen anzupassen. Kapitel 13 schließt den Themenblock zum Bewegungslernen mit praktischen Hinweisen zum Transfer von erlernten Aufgabenlösungen auf das Lösen anderer sportlicher Aufgaben sowie mit einer vertieften Behandlung besonderer Transferphänomene und -theorien im zweiten Kapitelteil ab.

Nachdem die Kontrolle und das Lernen von Bewegungen umfassend behandelt worden sind, stehen in Kapitel 14–15 bewegungsrelevante Entwicklungen über den Lebenslauf im Mittelpunkt des Interesses. In Kapitel 14 werden dazu Entwicklungsverläufe allgemeiner bewegungsrelevanter Fähigkeiten und ihrer biologischen Grundlagen behandelt, im zweiten Teil vertieft um eine Diskussion von Methoden und Theorien der motorischen Entwicklung. In Kapitel 15 geht es dann um die entwicklungsgemäße Förderung der Motorik, zunächst mit einem Fokus auf die Fertigkeitentwicklung und hiermit zusammenhängende Fragen des sportlichen Talents, während im zweiten Teil Entwicklungsstörungen samt angemessener Fördermaßnahmen thematisiert werden.

Zum Abschluss des Buchs wird in Kapitel 16 „über den Tellerrand geschaut“ und die Rolle der Bewegungswissenschaft als Teildisziplin der Sportwissenschaft beleuchtet. Dabei geht es

insbesondere um die Fragen, wie ein Techniktraining mit der gleichzeitigen Verfolgung von konditionellen oder taktischen Trainingszielen gestaltet werden kann und wie ein auf Leistungsverbesserung ausgerichtetes Techniktraining mit sportpädagogischen Überlegungen in Einklang zu bringen ist. Im zweiten Kapitelteil werden diese Darstellungen um Diskussionen zum Problem wissenschaftlicher Erklärungsebenen ergänzt, insbesondere auch in Zusammenhang mit der Funktion von Bewusstseinsprozessen im Rahmen der Bewegungskontrolle.

### **Welche Risiken und Nebenwirkungen sind bei der „Einführung in die Bewegungswissenschaft“ zu beachten?**

Eine häufige Nebenwirkung beim Lesen von Lehrbüchern ist das Gefühl des Ausgeschlossenseins, das sich bei sensiblen Personen einstellen kann. Um diesen Nebenwirkungen entgegenzuwirken, haben wir versucht, möglichst viele Personengruppen anzusprechen. Insbesondere haben wir in Beispielen wahlweise – und ohne echte Systematik – die männliche oder die weibliche Form verwendet; außerdem haben wir versucht, in den Praxisbeispielen eine möglichst große Palette an Sportarten und disziplinen abzudecken. Darüber hinaus kann das Lesen – hoffentlich allerdings in nur seltenen Fällen – zu Unverständnis und Verwirrung führen. Sollte dies auftreten, melden Sie diese Vorkommnisse bitte unverzüglich den Autoren dieses Buches und fragen Sie Ihre Bewegungswissenschaftlerin oder Ihren Bewegungswissenschaftler am nächstliegenden sportwissenschaftlichen Institut.





# 1. Bewegungsbeschreibungen

*Jonas und Theo streiten darüber, wessen Freundin besser Skifahren kann. Für Jonas ist die Frage entschieden, denn beim letzten Rennen des Skiclubs ist Viktoria doch in allen Disziplinen die klar Schnellere gewesen. Zwar muss Theo zugeben, dass er die Sache ein wenig subjektiv sehen mag; aber dennoch: Bei Lilli wirken die Schwünge doch viel runder, alles geht flüssig ineinander über und auch bei schwierigen Schnee-  
verhältnissen sieht ein Schwung wie der andere aus.<sup>2</sup> Jonas wendet ein, dass solche Merkmale reine Geschmackssache seien, und auch stören ihn Theos schwammigen Formulierungen: rund und flüssig – was soll denn das schon bedeuten? Theo entgegnet, dass im Vergleich hierzu eine gemessene Rennlaufzeit zwar tatsächlich so überhaupt nichts Schwammiges an sich hat; was nutzt das aber schon, wenn eigentlich andere Merkmale interessant sind – Merkmale, die sich nicht so einfach in eine Zahl hineinpressen lassen wie eine gestoppte Fahrzeit? Beide Freunde kommen letztlich überein, dass es wohl gar nicht so leicht ist, die Bewegungen, die sie bei Viktoria und Lilli beobachteten, angemessen zu beschreiben. Können wir den beiden weiterhelfen?*

## 1. Bewegungsbeschreibungen

### 1.1 Sportliche Bewegungen charakterisieren

Gute Trainerinnen und Trainer zeichnen sich durch verschiedene Eigenschaften aus. In der Regel können sie sehr gut begründen, warum das Geübte für die Lernenden wichtig ist, sie bringen ein hohes Organisationsgeschick mit, können Freude am Sport vermitteln und verfügen über einen gut bestückten Methoden-Werkzeugkasten, in den sie bei auftauchenden Problemen hineingreifen können. Im leistungsorientierten Training befähigt sie dieser Werkzeugkasten beispielsweise dazu, Athletinnen so zu motivieren, dass sie an ihre persönliche Leistungsgrenze herangehen. Neben all diesen Kompetenzen müssen Trainerinnen und Trainer aber auch ein besonderes Wissen aufweisen, das sich auf das eigentlich zu Vermittelnde bezieht, nämlich auf die Befähigung der Lernenden, sportliche Bewegungen ausführen zu können, entweder – bei Anfängern – überhaupt oder – im fortgeschrittenen Lernstadium – mit einer angestrebten hohen Qualität.

Damit sind zwei Aspekte angesprochen. Der erste Aspekt bezieht sich auf die Befähigung selbst, deren Resultat in der Sportwissenschaft als motorische Fertigkeit bezeichnet wird. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass wir sie von außen nicht sehen können und wir sie gewissermaßen in den Lernenden hineindenken. Der zweite Aspekt bezieht sich auf die äußerlich sichtbare Bewegung, die Rückschlüsse darauf zulässt, wie gut die innere Befähigung beim Lernenden ausgeprägt ist. Geht es um die Verbesserung motorischer Fertigkeiten bei Sportlern, ist es aufseiten der Trainerin daher zunächst einmal wichtig zu wissen, ob eine gerade ausgeführte Bewegung mehr oder weniger „gut“ ist. Für diese Beurteilung muss die Trainerin über ein ausgeprägtes Beobachtungsvermögen verfügen, damit sie die Bewegungskorrektur und in ihren wichtigsten Merkmalen erfassen kann. Darüber hinaus muss sie eine gut entwickelte Vorstellung davon haben, wie denn eine optimale Ausführung aussehen sollte. Lernprozesse im Sport sind vor diesem Hintergrund dadurch charakterisiert, dass bewegungsbezogene Istwerte bewegungsbezogenen Sollwerten angeglichen werden. Um genau diese

Ist- und Sollwerte sollen sich die Erörterungen dieses Kapitels drehen.



#### Motorische Fertigkeit (motor skill)

Unter einer motorischen Fertigkeit verstehen wir ein inneres, von außen nicht direkt beobachtbares Vermögen eines Menschen, Bewegungen auszuführen, die äußerlich als ein Verhalten sichtbar werden, das auf ein spezifisches Ziel zugeschnitten ist.

*Kommentar: Beispiele für motorische Alltagsfertigkeiten sind das Treppensteigen oder das Bügeln und für sportmotorische Fertigkeiten der Handstütz-Überschlag im Gerätturnen oder die Power-Halse im Windsurfen. Im Gegensatz zu den (später in diesem Buch behandelten) allgemeinen Fähigkeiten tragen Fertigkeiten einen spezifischen Charakter, sodass beispielsweise von der Gleichgewichtsfähigkeit gesprochen wird, aber von der Fertigkeit des Einradfahrens.*

#### 1.1.1 Sportliche Techniken als Sollwerte

Bewegungsbezogene Sollwerte werden in der Sportpraxis typischerweise als Techniken bezeichnet. Im Wettkampfschwimmen beispielsweise verstehen wir die in Abbildung 1.1 dargestellten vier Schwimmarten des Brust-, Kraul-, Schmetterlings- und Rückenkraultschwimmens als solche sportlichen Techniken. Um an Schwimmwettkämpfen teilnehmen zu können, müssen weitere Techniken beherrscht werden, insbesondere solche für den Startsprung, für die Wende, für den Anschlag oder für den Wechsel bei Staffelwettbewerben.



#### Sportliche Technik (sports technique)

Unter einer sportlichen Technik verstehen wir eine anerkannt gute Lösung einer sportlichen Bewegungsaufgabe und damit einen anzustrebenden Sollwert im Rahmen des Techniktrainings.



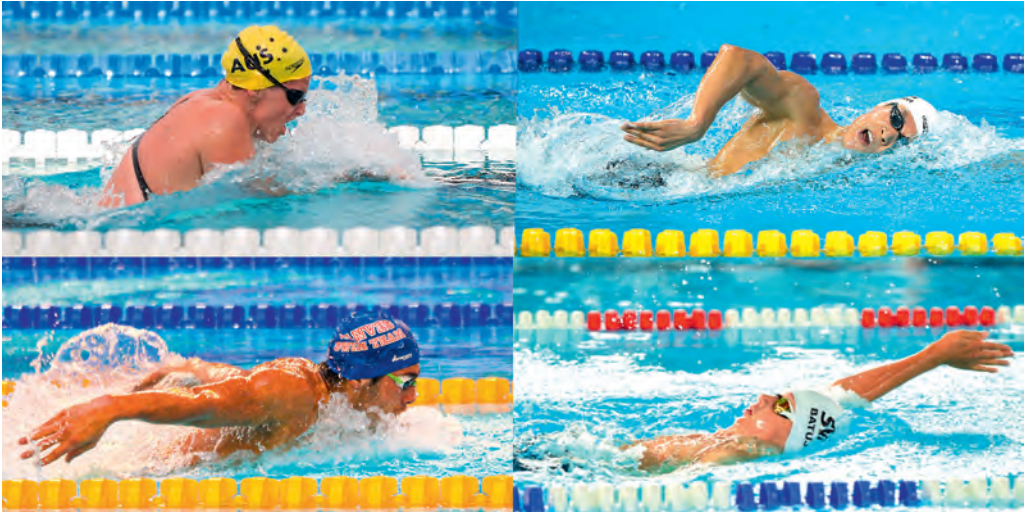


Abbildung 1.1: Brust-, Kraul-, Schmetterlings- und Rückenkräuschwimmen als sportliche Techniken der Fortbewegung im Wasser<sup>3</sup>

*Kommentar: Beispiele für sportliche Techniken sind der Schersprung im leichtathletischen Hochsprung oder der Diagonalschritt im Skilanglauf. Für dieselbe sportliche Bewegungsaufgabe mag es verschiedene anerkannte Techniken geben, beispielsweise also die „besseren“ Techniken des Fosbury-Flops (im Vergleich zum Schersprung) oder des Skatings (im Vergleich zum klassischen Stil). Von einer motorischen Fertigkeit wird eine Technik dadurch abgegrenzt, dass sich die Technik personenunabhängig auf eine ideale Bewegungsausführung bezieht, während die Fertigkeit das Vermögen einer bestimmten Person betrifft, eine Technik mehr oder weniger gut auszuführen.*

Wo in einer solchen Systematik die genaue Grenze zwischen einer Technik und einer Technikvariante zu suchen ist, lässt sich nicht sportartübergreifend festlegen. Wenn wir also im Schwimmen von der Technik des Kräuschwimmens sprechen, hingegen vom Kräuschwimmen mit Sechser-Beinschlag oder vom Abschlagschwimmen als Technikvarianten des Kräuschwimmens, liegt dies ganz einfach daran, dass sich dieser Sprachgebrauch unter Schwimmern im Laufe der Zeit so

herausgebildet hat. Wir hätten uns genauso gut auch darauf einigen können, dass es nur eine einzige Technik der Fortbewegung im Bewegungsraum Wasser gibt, unter anderem mit den Technikvarianten Brust- und Kräuschwimmen, oder auch darauf, dass eine größere Zahl von Techniken unterschieden wird, darunter eine Abschlag-Kraultechnik, die wiederum – vielleicht im Hinblick auf Details der jeweils eingenommenen Wasserlage – in verschiedene Technikvarianten hätte unterteilt werden können.

Dass sich anstelle dieser Alternativen im regelkonformen Schwimmen die zuvor genannte Einteilung in die Techniken des Brust-, Kraul-, Schmetterlings- und Rückenkräuschwimmens durchgesetzt hat, dürfte also schlichtweg darauf zurückzuführen sein, dass sich diese Systematik in der Trainings- und Wettkampfpraxis als besonders nützlich herausgestellt hat. Offenbar werden die beim Brustschwimmen zu beobachteten Varianten als ähnlich genug erachtet, um zu einer Technik zusammengefasst zu werden. Viel mehr als diese Nützlichkeit für die Sportpraxis sollte hinter der Unterscheidung von Techniken und Technikvarianten nicht vermutet werden. Besonders deutlich wird dies, wenn – anders als im Schwim-



Kompetent, verständlich und kompakt gehen die Autoren dieses Lehrbuchs auf Fragen wie diese ein: Was ist Koordination? Wie funktioniert motorisches Lernen? Was ist beim Techniktraining zu beachten? Wie trainiert und unterrichtet man altersgemäß? Alle Themen, die für das Verstehen und das Lehren von sportlichen Bewegungen von Bedeutung sind, werden anschaulich behandelt und die dazugehörigen wissenschaftlichen Theorien, Befunde und Verfahren leicht nachvollziehbar dargestellt. Zahlreiche praktische Beispiele aus den verschiedensten Sportarten runden dieses neue Standardwerk ab und machen es damit unentbehrlich für Sportstudierende, Trainerinnen, Bewegungswissenschaftler und alle Sportlehrkräfte an weiterführenden Bildungseinrichtungen.

ISBN 978-3-7853-1849-2

Best.-Nr.: 343-01849

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

