

SPORTWISSENSCHAFT STUDIEREN

BEWEGUNGS- WISSENSCHAFT

Ein Lehrbuch
in 12 Lektionen



Band 5

Rainer Wollny

MEYER
& MEYER
VERLAG

Sportwissenschaft studieren
Band 5

Bewegungswissenschaft
Ein Lehrbuch in 12 Lektionen

Die Reihe

Sportwissenschaft studieren richtet sich vor allem an Sportstudierende, aber auch an alle im Sport Lehrenden und an diejenigen, die an sportwissenschaftlichen Themen und ihrer Vermittlung interessiert sind. Alle Bände der Reihe *Sportwissenschaft studieren* sind als Lehrbücher in Lektionen abgefasst. Ihr durchgängiger Fragencharakter bahnt einen Dialog mit dem Leser/der Leserin an. Die Lehrbücher haben Einführungscharakter und sind demnach: komprimiert im Inhalt, klar strukturiert im Aufbau, verständlich geschrieben und übersichtlich gegliedert. Die Reihe *Sportwissenschaft studieren* eignet sich zum Selbststudium sowie als begleitende Lektüre (z. B. in Vorlesungen) oder als Diskussionsgrundlage (z. B. in Seminaren).

Bereits erschienen:

Eckart Balz & Detlef Kuhlmann: Sportpädagogik (Band 1)

Gerhard Trosien: Sportökonomie (Band 2)

Michael Bräutigam: Sportdidaktik (Band 3)

Dorothee Alfermann & Oliver Stoll: Sportpsychologie (Band 4)

Sportwissenschaft studieren
Band 5

Rainer Wollny

Bewegungswissenschaft

**Ein Lehrbuch
in 12 Lektionen**

Meyer & Meyer Verlag

Herausgeber der Reihe „Sportwissenschaft studieren“:
Prof. Dr. Wolf-Dietrich Brettschneider und Prof. Dr. Detlef Kuhlmann

Bewegungswissenschaft

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Details sind im Internet über
<<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung
sowie das Recht der Übersetzungen, 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 verarbeitet, gespeichert, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2007 by Meyer & Meyer Verlag, Aachen

2. Auflage 2010

Adelaide, Auckland, Budapest, Cape Town, Graz, Indianapolis,
Maidenhead, Olten (CH), Singapore, Toronto

Member of the World



Sport Publishers' Association (WSPA)

Druck: FINIDR, s. r. o., Český Těšín

ISBN 978-389899-183-4

www.dersportverlag.de

www.wissenschaftundsport.de

E-Mail: verlag@m-m-sports.com

Inhalt

Einleitung	Lies mich.doc – Lehrbuch der Bewegungswissenschaft – warum?	11
Lektion 1	Grundlagen aufzeigen, Beispiele sprechen lassen – Welchen Weg geht die Bewegungswissenschaft des Sports?	16
1	Was ist von dieser Lektion zu erwarten?	18
2	Welche Begriffe sind grundlegend?	19
3	Mit welchen Problemfeldern beschäftigt sich die sportbezogene Bewegungswissenschaft?	27
4	Wie unterscheiden sich die bewegungswissenschaftlichen Betrachtungsweisen?	29
5	Bewegungswissenschaft des Sports im Überblick	35
Lektion 2	Man kann nicht schneller laufen als der linke Fuß – Was sind koordinative Fähigkeiten?	42
1	Was ist von dieser Lektion zu erwarten?	43
2	Welche Begriffe sind grundlegend?	43
3	Wie werden koordinative Fähigkeiten systematisiert?	45
4	Welche Anforderungen werden an die wissenschaftliche Erfassung koordinativer Fähigkeiten gestellt?	51
5	Was zeichnet die Vermittlung koordinativer Fähigkeiten aus?	56
6	Koordinative Fähigkeiten im Überblick	58
Lektion 3	Man muss Sehen, Hören und Fühlen können – Was sind sensorische Aspekte der Bewegungskontrolle?	64
1	Was ist von dieser Lektion zu erwarten?	65
2	Welche Begriffe sind grundlegend?	66
3	Was charakterisiert die Closed-Loop-Kontrolle?	69
4	Welche sensorischen Mechanismen sind an der Bewegungskontrolle beteiligt?	73
4.1	Wie funktionieren exterozeptive Sinne?	74
4.2	Wie arbeiten propriozeptive Sinne?	77
5	Sensorische Aspekte der Bewegungskontrolle im Überblick	80

Lektion 4	Informationsverarbeitung ist der Schlüssel zur Bewegung – Was sind zentralnervöse Aspekte der Bewegungskontrolle?	84
1	Was ist von dieser Lektion zu erwarten?	85
2	Welche Begriffe sind grundlegend?	86
3	Was charakterisiert die Open-Loop-Kontrolle?	91
4	Welchen Hirnarealen untersteht die Bewegungsorganisation?	93
5	Was besagt die psychologische Programmidee?	98
5.1	Welche Informationen beinhalten motorische Programme?	100
5.2	Wie werden Bewegungsprogramme organisiert?	104
5.3	Wie arbeiten zentralnervöse Bewegungsprogramme und sensorische Mechanismen zusammen?	106
6	Zentralnervöse Aspekte der Bewegungskontrolle im Überblick	108
Lektion 5	Lernmaschine Mensch zum Lernen bringen – Wie werden elementare motorische Fertigkeiten vermittelt?	114
1	Was ist von dieser Lektion zu erwarten?	115
2	Welche Begriffe sind grundlegend?	115
3	Was besagen die „historischen“ Vorläufer moderner Informationsverarbeitungsansätze?	119
4	Wie sieht die Schulung elementarer motorischer Fertigkeiten aus?	127
5	Vermittlung elementarer motorischer Fertigkeiten im Überblick	133
Lektion 6	Bewegung fängt im Kopf an – Welche Strategie der Bewegungsrepräsentation ist Erfolg versprechend?	138
1	Was ist von dieser Lektion zu erwarten?	139
2	Welche Begriffe sind grundlegend?	140
3	Welche Theorie kann die Bewegungskontrolle angemessen erklären?	143
3.1	Wie funktioniert die Programmvorsteuerung mit kontinuierlicher Systemregelung?	145
3.2	Was besagt das Konzept der Programm- und Parametertrennung?	147
3.3	Wer kritisiert die mixed approaches?	155
3.3.1	Wie erklären ökopsychologische Handlungstheorien die Bewegungskoordination?	155
3.3.2	Wie denkt der Konnektionismus über die motorische Kontrolle?	159
3.3.3	Was besagt die Modularitätshypothese?	163
4	Strategien der Bewegungsrepräsentation im Überblick	166

Lektion 7	Frühe Übung macht den Meister –	
	Wie werden sportmotorische Fertigkeiten vermittelt?	174
1	Was ist von dieser Lektion zu erwarten?	175
2	Welche Begriffe sind grundlegend?	176
3	Welche Bedingungen machen aus Üben eine erfolgreiche Übung?	181
3.1	Welche Strategien erleichtern den Neuerwerb sportmotorischer Fertigkeiten?	181
3.1.1	Was sind methodische Übungsreihen?	185
3.2	Welche Strategien erleichtern die Optimierung und Automatisierung sportmotorischer Fertigkeiten?	193
4	Schulung sportmotorischer Fertigkeiten im Überblick	200
Lektion 8	Derselbe Wind lässt verschiedene Drachen steigen –	
	Wie verläuft die motorische Entwicklung in der Lebensspanne?	207
1	Was ist von dieser Lektion zu erwarten?	208
2	Welche Begriffe sind grundlegend?	209
3	Wie sieht die motorische Entwicklung im Lebenslauf aus?	215
3.1	Wie werden motorische Entwicklungszeiträume klassifiziert?	216
3.2	Wie verläuft die somatische Entwicklung?	219
3.3	Wie entwickeln sich motorische Basisfähigkeiten und sporttypische Fertigkeiten? – Quantitativ-deskriptive Charakterisierung einzelner Lebensphasen	223
3.3.1	Wie bilden sich Bewegungsgrundformen im Neugeborenen- und Vorschulkindalter aus?	223
3.3.2	Wie formen sich motorische Basisfähigkeiten und sporttypische Fertigkeiten im Schulkindalter aus?	225
3.3.3	Wie sieht die motorische Entwicklung in der Jugendphase aus?	229
3.3.4	Was ist über die motorische Ontogenese im Erwachsenenalter bekannt?	232
4	Motorische Entwicklung im Überblick	238
Lektion 9	Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans ...	
	Welche Traditionen und modernen Trends kennzeichnen die motorische Entwicklungsforschung?	246
1	Was ist von dieser Lektion zu erwarten?	246
2	Welche Begriffe sind grundlegend?	247
3	Was besagen Theorien der menschlichen Entwicklung?	249
3.1	Welche traditionellen Entwicklungstheorien müssen berücksichtigt werden?	250

3.1.1	Was sind die Kernannahmen organismischer Phasenkonzepte?	250
3.1.2	Was besagen exogenistische Phasenkonzeptionen?	252
3.1.3	Welchen Leitideen folgen konstruktivistische Entwicklungskonzepte?	253
3.2	Wodurch zeichnen sich moderne Entwicklungsperspektiven aus? . .	255
3.2.1	Entwicklungspsychologie der Lebensspanne – ein neuer Weg? . . .	256
4	Welche Faktoren beeinflussen die motorische Entwicklung?	261
4.1	Welche Wirkungen altersbezogener Entwicklungsfaktoren sind nachgewiesen?	262
4.2	Welche evolutionär-historischen Faktoren beeinflussen die Ontogenese?	269
4.3	Was sind nichtnormative Lebensereignisse?	269
4.4	Welche Ursache-Konsequenz-Beziehungen bestehen zwischen Entwicklungsfaktoren?	270
5	Traditionen und moderne Trends der motorischen Entwicklungsforschung im Überblick	272
Lektion 10	Was die Masse am Ziel, erkennt der Weise am Start – Wie werden äußere Bewegungsmerkmale erhoben?	278
1	Was ist von dieser Lektion zu erwarten?	279
2	Welche Begriffe sind grundlegend?	279
3	Wie werden äußere Bewegungskennwerte erhoben?	283
3.1	Was ist Biokinematik und Kinemetrie?	284
3.1.1	Welche kinemetrischen Messverfahren verwendet die Bewegungswissenschaft des Sports?	287
3.1.2	Wo liegt der Körperschwerpunkt des Menschen?	291
3.2	Was ist Biodynamik und Dynamometrie?	296
3.2.1	Welche dynamometrischen Messverfahren erfassen äußere Bewegungskräfte?	299
4	Äußere Bewegungsmerkmale im Überblick	301
Lektion 11	Auf die inneren Werte kommt es an – Was zeichnet die Analyse körperinterner Bewegungs- merkmale aus?	305
1	Was ist von dieser Lektion zu erwarten?	306
2	Welche Begriffe sind grundlegend?	307
3	Welche elektrophysiologischen Messverfahren nutzt die Bewegungswissenschaft des Sports?	310
3.1	Wie funktioniert die Elektromyografie?	310

3.1.1	Welche Gegenstandsfelder betrachtet die Oberflächenelektromyografie?	312
3.1.2	Wie werden Elektromyogramme analysiert?	312
3.2	Wie funktioniert die Hoffmann-Reflex-Methode?	317
3.2.1	Was zeichnet die Plastizität des Hoffmann-Reflexes aus?	318
3.2.2	Wie werden Hoffmann-Reflexe registriert und ausgewertet?	
4	Körperinnere Bewegungsmerkmale im Überblick	321

**Lektion 12 Widerspruchsfreie Theorie der widersprüchlichen Wirklichkeit –
Wie sieht die biomechanische Theorie- und Modellbildung aus? .325**

1	Was ist von dieser Lektion zu erwarten?	326
2	Welche Begriffe sind grundlegend?	326
3	Zählen die biomechanischen Prinzipien zu den „alten Hüten“ der Bewegungswissenschaft des Sports?	327
4	Was kennzeichnet biomechanische Modelle der Wirklichkeit? ...	335
4.1	Wovon ist etwas Modell?	335
4.2	Welches sind die zentralen Arbeitsschritte der Modellierung im Sport? ..	338
4.2.1	Wozu dient die Problemformulierung?	339
4.2.2	Wie gliedert sich die Modellkonstruktion?	340
4.2.3	Wie wird die Gültigkeit biomechanischer Modelle geprüft?	344
4.2.4	Wozu dient die Modellsimulation?	344
5	Biomechanische Theorie- und Modellbildung im Überblick	346

Sachwortverzeichnis349

Einleitung

Lies mich.doc –

Lehrbuch der Bewegungswissenschaft –

warum?

Das zunehmende Interesse von Sportlehrern, Trainern, Übungsleitern, Sportorthopäden und Sporttherapeuten an den faszinierenden Gegenstandsfeldern, Modellvorstellungen, Perspektiven und Kenntnissen der Bewegungswissenschaft des Sports und die enormen methodischen Fortschritte der Bewegungsforschung haben zu einem bis dato kaum noch zu überblickenden Wissensstand über das äußere Erscheinungsbild und die körperinneren koordinativen Kontrollprozesse sowie die konditionellen Funktionsprozesse sporttypischer Bewegungen geführt. Für Sportpraktiker von besonderer Bedeutung sind die zahlreichen sportpraktischen Anwendungsbezüge bewegungswissenschaftlicher Kenntnisse.

Für den Autor eines in die Bewegungswissenschaft des Sports einführenden Lehrbuchs stellt sich die nicht einfach zu beantwortende Frage: *Was müssen Studierende nach Abschluss des sportwissenschaftlichen Grundstudiums im Bereich der sportbezogenen Bewegungswissenschaft wissen und können?* Die umfangreichen, nicht einheitlichen und klar abgegrenzten bewegungswissenschaftlichen Gegenstandsfelder, das Überangebot an konkurrierenden theoretischen und forschungsmethodischen Positionen und die Vielfalt der empirischen Resultate verlangen für die sportwissenschaftliche Ausbildung an universitären Studieneinrichtungen einerseits die fundierte theoretische und sportpraktische Aufbereitung der bewegungswissenschaftlichen Kenntnisse. Hierbei darf der Blick für das Wesentliche weder durch eine Vielzahl von Einzelbefunden behindert noch auf einige wenige Inhalte reduziert werden. Andererseits können nicht alle Gegenstandsfelder, Theorien, Kenntnisse, Untersuchungsansätze und Anwendungsbezüge der Bewegungswissenschaft im Rahmen des Sportstudiums vermittelt werden.

An wen richtet sich das Lehrbuch?

Das Lehrbuch *Bewegungswissenschaft* ist in *erster Linie* für Studierende sportwissenschaftlicher Studiengänge und für am Sportstudium interessierte Personen konzipiert. Das Buch dient als Begleit- und Einführungstext für grundständige Vorlesungen und Proseminare, zur Vorbereitung auf studienbegleitende Prüfungen und als Basis- oder

Nachschlagewerk für die Examensphase. Ebenso eignet sich der Lehrbuchtext zum Selbststudium derjenigen bewegungswissenschaftlichen Gegenstandsfelder, die am jeweiligen Studienort nicht unterrichtet werden. In *zweiter Linie* spricht das Lehrbuch Sportlehrer, Trainer, Übungsleiter, Sportorthopäden, Sporttherapeuten und alle anderen Personengruppen an, die sich zur Bereicherung ihrer praktischen Arbeit im Sport mit aktuellen grundlagen- und anwendungsbezogenen Kenntnissen der Bewegungswissenschaft des Sports auseinandersetzen möchten.

In diesem Sinn ist der Lehrbuchtext nicht als eine Einheit von vorne nach hinten verfasst. Vielmehr können die einzelnen Lektionen unabhängig voneinander studiert werden. Die Reihenfolge der Bearbeitung der verschiedenen Lektionen kann der Studierende an die Gegebenheiten der Stoffvermittlung der jeweiligen Studienorte angleichen oder nach persönlichen Interessen gestalten.

Wie ist die Konzeption des Lehrbuchs?

Entsprechend dem äußeren „Markenzeichen“ der Lehrbuchreihe „Sportwissenschaft studieren“ ist der Band ***Bewegungswissenschaft*** in 12 eigenständige Lektionen gegliedert. Das leitende Vorbild für die Auswahl der Inhalte ist die didaktische Zielsetzung einer guten, nicht nachhaltig ermüdenden Vorlesung. Diese soll das Verständnis für das Zusammenwirken bewegungswissenschaftlicher Problemstellungen, Theorien, Befunde und Forschungsmethoden fördern, die historischen Dimensionen nachzeichnen, die Praxisnähe aufzeigen und den Wissenserwerb der Leser hilfreich unterstützen. Hierzu bedarf es eines ausgewogenen Verhältnisses von repräsentativem Grundlagenwissen, sportpraktischen Anwendungsmöglichkeiten und sinnvollen Reduktionen in der Breite (z. B. Anzahl der Theorien) und der Tiefe der bewegungswissenschaftlichen Themenfelder (z. B. neurobiologische Fundierung der sensorischen Mechanismen der Motorik).

Um allzu großen Enttäuschungen vorzubeugen, werden nachfolgend die im vorliegenden Lehrbuch aufgegriffenen zentralen Problem- und Fragestellungen der Bewegungswissenschaft des Sports vorgestellt:

- Welchen Gegenstandsfeldern, Zielstellungen und Aufgaben wendet sich die sportbezogene Bewegungswissenschaft zu? (Lektion 1)
- Was sind die körperinternen Leistungsvoraussetzungen der Bewegung und der Motorik? (Lektionen 2-4)
- Welche Theorien und empirischen Befunde liegen über die menschliche Bewegungskontrolle und das motorische Lernen vor? (Lektionen 5 und 6)

- Wie werden elementare motorische Fertigkeiten und sportmotorische Techniken gelernt und gelehrt? (Lektionen 5-7)
- Wie bilden sich die motorischen Basisfähigkeiten, die elementaren motorischen und sportmotorischen Fertigkeiten in der Lebensspanne aus? (Lektion 8)
- Welche entwicklungstheoretischen Annahmen liegen über die motorische Ontogenese des Menschen vor? (Lektion 9)
- Wie werden äußere und körperinnere Bewegungsmerkmale gemessen, analysiert und modelliert? (Lektionen 10-12)

Der Autor hofft, dass die für das vorliegende Lehrbuch ausgewählten Themen die Faszination und die wichtigsten Kenntnisse der Bewegungswissenschaft des Sports vermitteln helfen. Bei den Einzelfeststellungen wird auf umfassende Belege, wörtliche Zitate, Tiefen- und Querverweise weitgehend verzichtet. Ergänzende Informationen sind für wissenschaftliche Arbeiten ohne Frage unabdingbar. Sie würden aber die Lesbarkeit, die Verständlichkeit und das Behalten des Lehrbuchtextes unnötigerweise erschweren. Dies bedeutet jedoch nicht, dass auf exakte wissenschaftliche Formulierungen und die Verwendung bewegungswissenschaftlicher Fachbegriffe verzichtet werden kann.

Wie sind das Lehrbuch und die Lektionen aufgebaut?

Das ausführliche Inhaltsverzeichnis bildet die Gliederungsstruktur des Lehrbuchs ab. Zur Erleichterung der praktischen Handhabung des Gesamttextes dienen das Abkürzungsverzeichnis und der nahezu identische Aufbau der 12 Lektionen. Aus „lesedidaktischen“ Gründen beginnt jede Lektion mit einer kurzen Hinführung zur Lektionsthematik, gefolgt von der Erläuterung der zentralen Inhalte (Kap. 1) und der grundlegenden Begriffe des jeweiligen Gegenstandsbereichs (Kap. 2). Der Hauptteil der einzelnen Lektionen beschäftigt sich mit wichtigen theoretischen Grundlagen und einflussreichen Forschungspositionen. In den Text integriert sind ergänzende Informationen und kommentierende Literaturhinweise. Das Schlusskapitel der Lektionen bündelt die wesentlichen Inhalte, die eventuellen Probleme und die Kritikpunkte.

Die am Ende jeder Lektion zu findenden drei Listen mit den Schlüsselbegriffen, den weiterführenden Literaturempfehlungen und den verwendeten Literaturstellen sollen die Nutzbarkeit des Lehrbuchs ebenso erhöhen wie eine Reihe von Fragen, mit denen der Leser seinen Wissensstand prüfen kann. Das Sachwortregister dient der Herstellung von Querverweisen zwischen den 12 Lektionen und dem Auffinden gleicher thematischer Textstellen.

Wenn in diesem Buch die maskuline Form von Personen-, Berufs- und Funktionsbeschreibungen (Forscher, Wissenschaftler, Trainer, Übungsleiter, Lehrer, Athlet, Sportler, Schüler usw.) oder generische Begriffe verwendet werden, dann sind aus Gründen der stilistischen Vereinfachung, der Übersichtlichkeit, der Sparsamkeit und der Lesefreundlichkeit generell Frauen (weibliche Jugendliche, Mädchen) und Männer (männliche Jugendliche, Jungen) gemeint. Abweichungen von dieser Regel werden ausdrücklich vermerkt. Der Autor bittet alle Leserinnen um Verständnis.

Danksagungen

Lehrbücher leben von der Kritik und der Auseinandersetzung. Ich möchte im Voraus denjenigen Leserinnen und Lesern danken, die sich der Mühe unterziehen, mir kritische, konstruktive Rückmeldungen, Ideen, Anregungen und Vorschläge zu schreiben (rainer.wollny@sport.uni-halle.de).

Dank bin ich auch den Menschen verpflichtet, die dieses „Ein-Personen-Projekt“ ermöglicht haben. Anerkennen möchte ich besonders herzlich die uneigennützigte Förderung durch Herrn *Prof. Dr. Klaus Roth*, der mir während unserer 20-jährigen Zusammenarbeit ein anregendes wissenschaftliches Umfeld und wesentliche Impulse und Anregungen für das Buchkonzept gab. Ferner bin ich den Herausgebern der Schriftenreihe „Sportwissenschaft studieren“, Herrn *Prof. Dr. Wolf-Dietrich Brettschneider* und Herrn *Prof. Dr. Detlef Kuhlmann*, für die Unterstützung des Buchprojekts zu Dank verpflichtet. Nicht zuletzt für das in mich gesetzte Vertrauen, den Band *Bewegungswissenschaft* zu verfassen. Große Hilfen habe ich in der Endphase der Fertigstellung des Lehrbuchs von *Gerhard Hamsen*, *Dr. Klaus Reischle* und *Jörg Schorer* sowie verschiedenen Mitarbeitern und Sportstudierenden der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg bei der Durchsicht des Manuskripts und von *Gerhard Schmitt* und *Sandra Falke* bei der Anfertigung zahlreicher Grafiken erfahren.

Das vorliegende Buch möchte ich dankend meiner Lebenspartnerin *Brigitte Strothenke* und unserer Tochter *Alina* widmen, die mich lange Zeit mit der Arbeit am vorliegenden Lehrbuch teilen mussten.

Abschließend möchte ich meine Hoffnung zum Ausdruck bringen, dass dieses Lehrbuch motivierend in das faszinierende Gebiet der Bewegungswissenschaft des Sports einführt und eventuelle Prüfungsvorbereitungen erleichtert.

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung	M-Antwort	motorische Antwort
ATP	Adenosintriphosphat	Mm.	Muskeln
cm	Zentimeter	mm	Millimeter
EA	elektrische Aktivität	mmol	Millimol
EKG	Elektrokardiogramm	ms	Millisekunden
EMG	Elektromyogramm	mV	Millivolt
F	Kraft	n	Anzahl
H _{max}	maximale H-Reflex-Amplitude	N.	Nerv
H-Reflex	Hoffmann-Reflex	Nn.	Nerven
Hz	Hertz	phys.	physikalisch
IEMG	integriertes EMG	s	Sekunde
Kap.	Kapitel	syn.	synonym
kg	Kilogramm	t	Zeit
KSP	Körperschwerpunkt	Tab.	Tabelle
κ	Kappa	TKSP	Teilkörperschwerpunkt
M.	Muskel	Vp	Versuchsperson
m	Meter	μV	Mikrovolt
mA	Milliamper		

Lektion 1

Grundlagen aufzeigen, Beispiele sprechen lassen – Welchen Weg geht die Bewegungswissenschaft des Sports?

Die wissenschaftliche Aufdeckung der Grundlagen der Entstehung und der Kontrolle des motorischen Verhaltens – *worum handelt es sich, wenn sich Menschen bewegen* – interessiert seit mehr als 2.000 Jahren unter vielschichtigen Perspektiven und wechselnden Welt-, Menschen- und Wissensbildern die Philosophie, Psychologie, Biologie, Medizin, Neurologie, Biomechanik, Informatik, Arbeitswissenschaft und nicht zuletzt die Bewegungswissenschaft. An der komplizierten Suche nach der bewegungskoordinierenden Instanz beteiligen sich neben Bewegungswissenschaftlern vor allem Biologen, Neurologen und Psychologen. In jüngster Zeit untersuchen Wissenschaftler der künstlichen Intelligenz und der Robotik die zentralnervöse Autonomie des motorischen Verhaltens. Das Hauptaugenmerk gilt der Entwicklung leistungsfähiger Steuerungsprogramme für in alltäglichen Situationen eigenständig handelnde künstliche Wesen. Die Medizin und die Arbeitswissenschaft betrachten alltags- und berufsbezogene Bewegungen in erster Linie hinsichtlich des ökonomischen und präzisen Zusammenwirkens der körperinternen motorischen Kontrollprozesse und der muskulären Ausführungsorgane. Die Biomechanik analysiert motorische Leistungen auf der Grundlage biologischer und physikalisch-mechanischer Befunde und Untersuchungsmethoden.

Die Geschichte der Bewegungswissenschaft – von der griechischen Antike bis zum 21. Jahrhundert – lässt, wenn nicht alle historischen Wurzeln und Verzweigungen berücksichtigt werden, fünf aufeinander folgende gedankliche Hauptstränge erkennen:

- die *vorchristliche philosophische Perspektive*, die unsichtbare symbolische Vorgänge als die Ursache der Bewegung ansieht,
- die *mittelalterliche anatomische Perspektive*, die motorische Handlungen aus mechanistischer Sicht interpretiert,
- die *neuzeitliche naturwissenschaftliche Perspektive*, die äußeren biomechanischen und körperinneren neurophysiologischen Verfahren der Bewegungsanalyse vertraut,
- die Mitte des 20. Jahrhunderts aufstrebende *BERNSTEIN-Perspektive*, die eine kybernetische und ganzheitliche Betrachtung der Bewegung und Motorik favorisiert und

- die ab den 70er Jahren diskutierten *Informationsverarbeitungsansätze*, die von zentralnervösen Repräsentationen motorischer Fertigkeiten ausgehen.

Die Anfänge der Erforschung willkürlicher Bewegungen finden sich nach MECHLING (2003) in der klassischen griechischen Philosophie. Als die alleinige Bewegungsursache gilt bei PLATON (427-347 v. Chr.) die unsichtbare, nicht materiale „Individualseele“, während dem Körper – dem „Kerker der Seele“ – eine passive Rolle zukommt. Derartige idealistische, philosophisch-religiös begründete Wahrheitsansprüche über das Seele-Körper-Verhältnis halten Philosophen bis ins späte Mittelalter aufrecht.

Erste naturwissenschaftliche Bewegungsanalysen gehen auf den bekanntesten Philosophen des Mittelalters, Thomas VON AQUIN (1224-1274), zurück. Als die entscheidenden Antriebe für die physikalisch-mechanische Analyse der Bewegungsursachen gelten die Anatomie- und Bewegungsstudien des Universalgenies der Hochrenaissance, Leonardo DA VINCI (1452-1519: Bewegungsstudien von Tieren und Reitern, anatomische Studien der Skelettmuskulatur usw.), die biomechanischen Entdeckungen des Naturforschers Giovanni BORELLI (1608-1679: Hebelwirkung der Skelettmuskulatur, Bestimmung des menschlichen Körperschwerpunkts usw.; vgl. Lektion 10) und die drei Axiome über die Gesetzmäßigkeiten der Dynamik fester Körper von Isaac NEWTON (1643-1727; vgl. Lektion 10).

Die Ausdifferenzierung der Naturwissenschaften, der technologische Fortschritt und das zunehmende Interesse des Sports an wissenschaftlichen Kenntnissen über die Körperhaltung, Bewegung und Motorik des Menschen fördern zu Beginn des 20. Jahrhunderts die neuzeitliche, naturwissenschaftlich ausgerichtete Bewegungsforschung. Eine hohe Präferenz erlangen äußere biomechanische Messverfahren zur Analyse des zeitlich-räumlichen Verlaufs der Ortsveränderung des menschlichen Körpers (z. B. Fotografie, Bildreihen, Lichtspuraufnahmen; MUYBRIDGE, 1887; BRAUNE & FISCHER, 1904, 1987) und die auf das Körperinnere ausgerichteten elektrophysiologischen Untersuchungsmethoden (Elektromyografie: WACHOLDER, 1928, vgl. Lektion 11; Elektroenzephalografie: BERGER, 1938, 1991). Bereits in den Anfängen der wissenschaftlichen Bewegungsforschung erfahren die einseitig ausgerichteten physikalisch-mechanischen Vorstellungen über die motorische Kontrolle scharfe Kritik von Seiten erkenntnistheoretischer, den Ganzheitscharakter menschlicher Bewegungen betonender Erklärungsansätze (vgl. EHRENFELS, 1890; KÖHLER, 1921).

Einen bedeutsamen Einfluss auf die empirische Bewegungsforschung nimmt ab den 50er Jahren der kybernetische Erklärungsansatz des russischen Physiologen und Biomechanikers Nikolai BERNSTEIN (1896-1966; 1988). Neu ist die konsequente Verbin-