

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort zu den „Grundlagen der Sportwissenschaft“	9
Vorwort zu den „Grundlagen der Bewegungswissenschaft und -lehre“	11
Vorwort zur 2. Auflage	13
Hinweise zur Nutzung des Buches und des online-Kurses	14
<b>1      Begriffsbestimmungen</b>	<b>17</b>
1.1    Bewegung und Motorik	17
1.2    Bewegungswissenschaft / -lehre	19
<b>2      Sportliche Bewegung und ihre Analyse</b>	<b>23</b>
2.1    Biomechanische Bewegungsanalyse	24
2.1.1  Begriffsbestimmung und Untersuchungsziele der Biomechanik des Sports	24
2.1.2  Biomechanische Merkmale und Messmethoden	27
2.1.3  Beispiel: „countermovement jump“ (CMJ)	42
2.1.4  Biomechanische Prinzipien	45
2.1.5  Biomechanische Technikanalyse	61
2.2    Morphologische Bewegungsanalyse	73
2.2.1  Begriffsbestimmung und Ziele der morphologischen Bewegungsanalyse	73
2.2.2  Morphologische Bewegungsmerkmale	75
2.3    Funktionale Bewegungsanalyse	85
2.3.1  Begriffsbestimmung und Ziele der funktionalen Bewegungsanalyse	85
2.3.2  Ablaufrelevante Bezugsgrundlagen	86
2.3.3  Funktionsphasen	91
2.3.4  Vergleich mit der Struktur sportlicher Bewegungsakte	96

<b>3</b>	<b>Sportmotorik</b>	99
3.1	Begriffsbestimmungen	99
3.2	Physiologische Grundlagen der Motorik	101
3.2.1	Sensorische Systeme	101
3.2.2	Motorische Systeme	112
3.3	Theoretische Ansätze der Motorik	126
3.3.1	„Open loop“ bzw. „closed loop“ -Kontrolle – Begriffsbestimmungen	126
3.3.2	Das Koordinations-Modell von Schnabel	128
3.3.3	„Open loop“-Kontrolle: Motorische Programme	130
3.3.4	Schmidts Theorie generalisierter motorischer Programme (GMP-Theorie)	133
3.3.5	Äquilibrium-Punkt-Theorien	137
3.3.6	Weitere theoretische Ansätze	141
3.4	Automatizität motorischer Kontrolle	143
3.5	Koordinative Fähigkeiten	146
3.5.1	Begriffsbestimmungen und Genese koordinativer Fähigkeiten	146
3.5.2	Überblick verschiedener Konzepte koordinativer Fähigkeiten	148
3.5.3	Kritische Meinungen	151
<b>4</b>	<b>Sportmotorisches Lernen</b>	153
4.1	Begriffsbestimmung	153
4.2	Sportmotorisches Lernen und Gedächtnis	155
4.2.1	Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis	155
4.2.2	Implizites und explizites Gedächtnis	158
4.2.3	Anatomische und neurophysiologische Grundlagen	159

4.3	Theoretische Ansätze des motorischen Lernens	161
4.3.1	Behavioristische Lerntheorien: Klassisches und operantes Konditionieren	162
4.3.2	Lerntheorien des Informationsverarbeitungs-Ansatzes : Die „closed loop“-Theorie und die Schema-Theorie	168
4.3.3	Programm-Lernen	182
4.3.4	Phasen motorischen Lernens	183
4.4	Praktische Gestaltung von motorischen Lernprozessen	190
4.4.1	Grundstruktur motorischer Lernprozesse	191
4.4.2	Instruktionen und Rückmeldungen	194
4.4.3	Übungsgestaltung	214
	Literaturverzeichnis	227
	Personenregister	242
	Sachregister	245

### 2.1.2.3 Biokinematische Merkmale und Messmethoden

Translatorische biokinematische Merkmale sind Länge, Geschwindigkeit und Beschleunigung (s. Tab. 1). Längen beschreiben den Abstand zweier Punkte. Geschwindigkeiten beschreiben die Ortsveränderungen eines Punktes in der Zeit. Sie geben an, welche Länge in einer gegebenen Zeit zurückgelegt wird. Beschleunigungen beschreiben Änderungen von Geschwindigkeiten in der Zeit.

Tab. 1. Translatorische biokinematische Merkmale

<i>Merkm</i>	<i>Zeichen</i>	<i>Einheit</i>
Länge	s	Meter [m]
Geschwindigkeit	v	Meter/Sekunde [m/s]
Beschleunigung	a	Meter/Sekunde <sup>2</sup> [m/s <sup>2</sup> ]

In Abb. 7 bewegt sich ein Punkt von Position 1 nach Position 2. Auf der y-Achse ist der zurückgelegte Weg (Länge), auf der

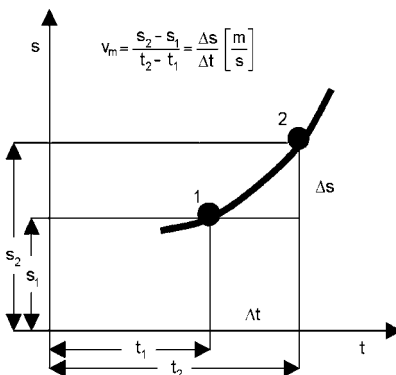


Abb. 7. Weg-Zeit-Diagramm (modif. nach Hochmuth, 1982, S. 18)

x-Achse die Zeit angegeben. Bis zum Erreichen der Position 1 hat der Punkt den Weg  $s_1$  zurückgelegt und die Zeit  $t_1$  benötigt. Bei Position 2 hat unser Punkt insgesamt den Weg  $s_2$  zurückgelegt und dafür die Zeit  $t_2$  benötigt. Für die Bewegung von Position 1 nach Position 2 hat unser Punkt dann den Weg  $(s_2 - s_1)$  zurückgelegt und hierfür die Zeit  $(t_2 - t_1)$  benötigt. Da die Zeit- und Längenintervalle nicht beliebig klein sind, ermittelt man auf diese Weise die mittlere Geschwindigkeit  $v_m$  des Punktes zwischen Position 1 und Position 2. Mittlere Beschleunigungen werden ermittelt, indem die Geschwindigkeitsänderung  $(v_2 - v_1)$  in Beziehung zur dafür benötigten Zeit  $(t_2 - t_1)$  gesetzt wird.

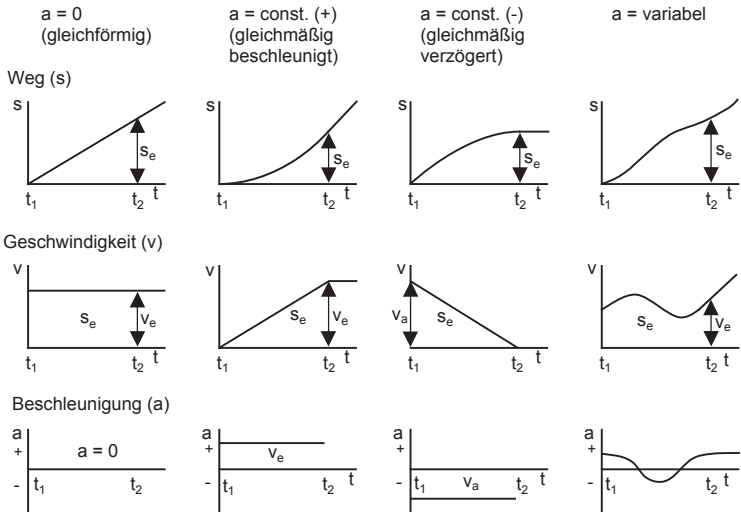


Abb. 8. Zusammenhang von Weg-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungs-Zeitverläufen (modif. nach Hochmuth, 1982, S. 29, 31)

### 3.2.2.1 Muskelkontraktion

Körperbewegungen entstehen durch Muskelverkürzungen (Muskelkontraktionen).

Ein Muskel (s. Abb. 40) besteht aus vielen Muskelfasern, die sich wiederum aus parallel angeordneten Myofibrillen zu-

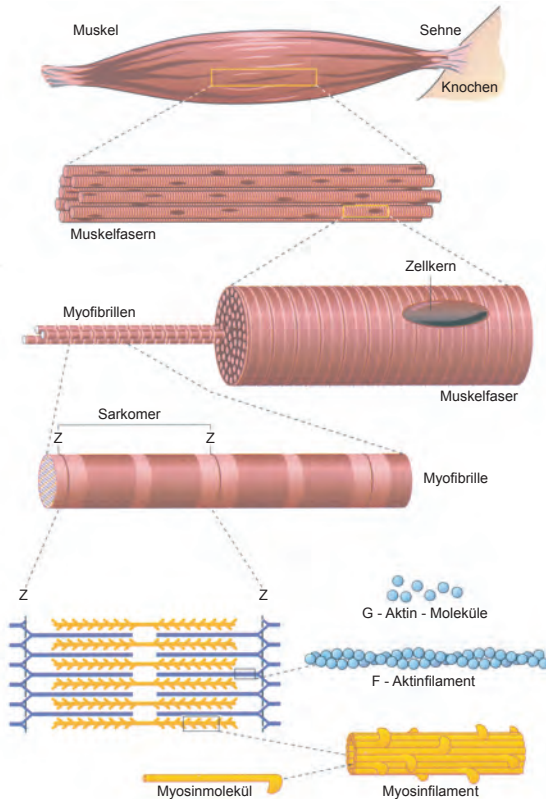


Abb. 40. Aufbau des Skelettmuskels (modif. nach Bloom & Fawcett, 1986, aus Rüdell, 1993, S. 86)

sammensetzen. Jede Myofibrille besteht aus hintereinander geschalteten Sarkomeren, die jeweils zwischen zwei so genannten Z-Scheiben liegen. In jedem Sarkomer befinden sich parallel angeordnete Fäden (Filamente).

Dicke Myosinfilamente und dünne Aktinfilamente können aneinander entlang gleiten (Theorie der gleitenden Filamente, Huxley, 1969). Bei einer Innervation der Muskelfasern ziehen sich die Myosinfilamente durch die Aktinfilamente und verkürzen hierdurch das Sarkomer. Das Hineinziehen geschieht dadurch, dass sich Myosinköpfe an das Aktinfilament anlagern, das Myosinfilament einen kurzen Weg am Aktinfilament vorbeiziehen und dann die Verbindung zum Aktinfilament wieder lösen (dieser Querbrückenzyklus wird oft mit der Ruderbewegung verglichen). Hierfür wird als unmittelbar Energiequelle ATP (Adenosintriphosphat) benötigt. Durch einen einzelnen Querbrückenzyklus würde sich ein Sarkomer nur um wenige nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) verkürzen. Erst das Hintereinanderschalten einer großen Zahl von Sarkomeren ermöglicht Muskelkontraktionen zur Ausführung von Körperbewegungen.

Eine motorische Einheit besteht aus einem Motoneuron und sämtlichen von ihm versorgten Muskelfasern.

Skelettmuskeln werden über spezielle Nervenfasern (Motaxone) und durch besondere Nervenzellen (Motoneurone) innerviert. Jedes Motoneuron versorgt mehrere Muskelfasern, deren Anzahl in Abhängigkeit von der Aufgabe des Muskels zwischen 10 und mehreren Tausend liegt.