

## **1 Einleitung**

Mit Bewegung beschäftigen sich in der Bewegungswissenschaft ganz unterschiedliche Sichtweisen, die auf verschiedenen wissenschaftlichen Zugängen beruhen und mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Methoden arbeiten. Jeder bewegungswissenschaftliche Ansatz betrachtet, beschreibt und erklärt das Phänomen Bewegung aus einer anderen Perspektive. Ein Beispiel aus dem Alltag mag verdeutlichen, was damit gemeint ist. Beim Kauf eines Autos will der Käufer einiges über das Kaufobjekt wissen. Er wird sich das Auto deshalb von außen und innen ansehen, wird unter die Motorhaube schauen, technische Daten studieren und eine Probefahrt machen, um ein Gefühl für das Auto zu bekommen. Er lernt damit das Auto aus unterschiedlichen Perspektiven kennen. Jede Perspektive liefert ihm spezifische Informationen und um sich als Käufer ein Urteil bilden zu können, braucht er diese mehrperspektivische Betrachtung.

Ähnlich verhält es sich mit den unterschiedlichen Ansätzen der Bewegungswissenschaft. Sie liefern Erkenntnisse aus ihren jeweiligen wissenschaftlichen Perspektiven (Abb. 1). Diese Perspektiven sind verschieden und in sich geschlossen. Keine Perspektive kann für sich einen alleinigen Wahrheits- und Objektivitätsanspruch reklamieren. Daher gibt es unterschiedliche Wahrheiten aus unterschiedlichen Perspektiven. Und ebenso wenig wie es für den Autokäufer eine Perspektive gibt, aus der er das Auto vollständig und als Ganzes wahrnehmen könnte, gibt es eine ganzheitliche Betrachtungsweise eines vollständigen Gegenstands Bewegung. Demzufolge sind sportpraktische Nutzer und Anwender bewegungswissenschaftlicher Theorien und Erkenntnisse, z.B. Sportlehrer oder Trainer, dem Autokäufer vergleichbar, auf eine mehrperspektivische Betrachtung angewiesen, um ein möglichst umfassendes Bild von ihrem Gegenstand zu gewinnen und eine fundierte Praxis gestalten zu können. Im Folgenden soll die sportliche Bewegung aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Exemplarischer Gegenstand soll der Speerwurf sein (Abb. 2). Daran sollen die wesentlichen bewegungswissenschaftlichen Sichtweisen mit ihren typischen Fragen und Antworten aufgezeigt werden.

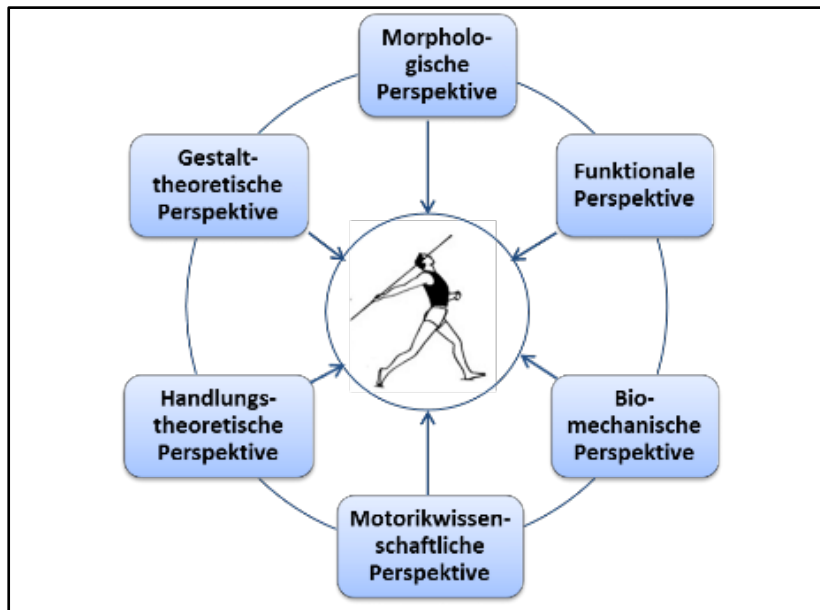


Abb. 1: Bewegungswissenschaftliche Perspektiven

## 2 Morphologische Perspektive

Die Morphologie ist eine praxisorientierte und beschreibende Sichtweise, die wesentlich durch den Bewegungsforscher Kurt Meinel geprägt wurde. Sie beschreibt in differenzierter Weise Bewegungsmerkmale, die überwiegend am sichtbaren Bewegungsverlauf erkennbar sind und denen eine praktische Bedeutung für die Vermittlung zugeschrieben wird. Dabei richtet sich die Beschreibung an den optimalen Verlaufsformen von Bewegungen aus mit der Absicht, eine Orientierung für das Lehren und Lernen zu geben. In ihre Begründungszusammenhänge bezieht die Morphologie sowohl praktische Erfahrungswerte als teilweise auch physikalische und biologische Aspekte ein. Kernstück des morphologischen Ansatzes ist die Erarbeitung allgemeiner Merkmale von Bewegungen. Diese allgemeinen Merkmale sind charakteristisch für alle sportlichen Bewegungen und ermöglichen deren qualitative Beschreibung.

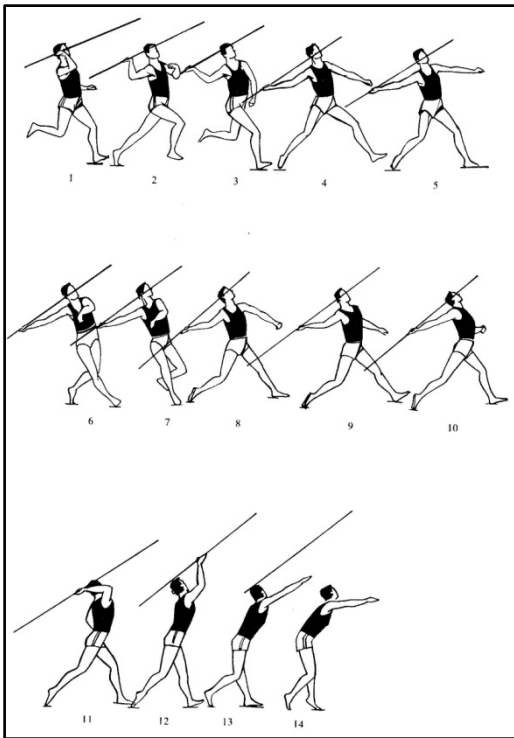


Abb. 2: Speerwurf (aus Schmolinsky, 1979, S.417)

Diese Sichtweise beschreibt die Phase des Abwurfs folgendermaßen: „Den Abwurf leitet das Strecken von Fuß- und Kniegelenk des rechten Beines ein, das vorwärts-aufwärts erfolgt, so daß die rechte Hüftseite flach nach vorne geschoben wird. Das linke Bein setzt gebeugt und mit seinem Fuß über die Ferse auf. Es übernimmt eine zunächst stützende, später hebende Funktion. Schulter- und Beckenachse stehen jetzt parallel zueinander und fast rechtwinklig zur Wurfrichtung. Der Wurfarm ist noch gestreckt. Die entstandene Bogenspannung erreicht ihr Maximum, wobei das Zentrum dieser Spannung in der Schulterpartie liegt. Im Verlauf der Streckung des rechten Beines wird dessen Ferse angehoben, so daß durch den Druck des Fußballens die Einwirkung auf den Körper verlängert wird. Das linke Bein setzt die Streckung fort, sobald der Körperschwerpunkt in seinem Wirkungsbereich liegt. Jetzt wird der Wurfarm eingesetzt und damit die Spannung aufgelöst. Das linke Bein darf erst dann völlig gestreckt werden, wenn der Körperschwerpunkt über diesem Bein liegt, weil sonst eine zu strak stemmende Wirkung entsteht. Der Einsatz des Wurfarmes muss so erfolgen, daß der Ellbogen in Kopfhöhe angehoben wird, in Wurfrichtung zeigt und ein rechter Winkel zwischen Unter- und Oberarm entsteht (...). Die linke Körperseite wird während des Abwurfes fixiert...Der Abflugwinkel beträgt etwa 32 bis 36 Grad. (Schmolinsky, 1979, S. 418).

Erstes allgemeines Merkmal und Grundlage der Beschreibung ist die *Phasenstruktur*. Demnach weisen sportliche Bewegungen eine dreiphasige Grundstruktur auf, wobei jede Phase eine typische Funktion erfüllt (vgl. Abb. 3).

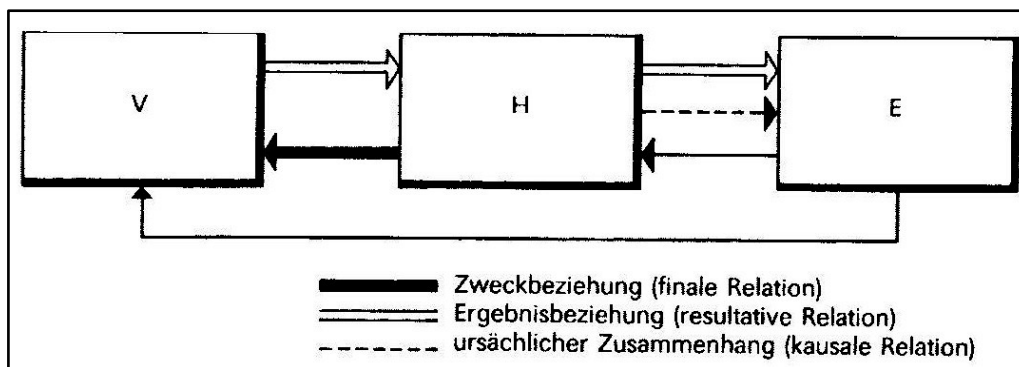


Abb. 3: Phasenstruktur sportlicher Bewegungen (aus Meinel & Schnabel, 2007, S. 81)

In der Hauptphase (H) wird die eigentliche Bewegungsaufgabe gelöst. In unserem Beispiel ist dies die beschriebene Abwurfphase. Der Hauptphase geht eine mehr oder weniger komplexe Phase voraus, in der möglichst optimale Voraussetzungen für eine effektive Aufgabenlösung geschaffen werden und die daher Vorbereitungsphase (V) genannt wird. Dies kann eine Ausholbewegung beim Werfen sein, ein Anlauf beim Sprung oder das Schwungholen der Beine

beim Umschwung am Reck. Im Beispiel des Speerwurfs ist die Vorbereitungsphase in zwei Abschnitte gegliedert, nämlich den zyklischen Anlauf und den sogenannten Fünfschrittrhythmus zur unmittelbaren Abwurfvorbereitung, in der Körper und Speer in eine günstige Ausgangslage für einen effektiven Abwurf gebracht werden. Dem Abwurf folgt das Abfangen des Körpers, womit zugleich ein Übertreten der Abwurfmarke zu vermeiden ist. Dies ist die Funktion der Endphase (E). Zwischen diesen Phasen bestehen Zweck- und Ergebnisbeziehungen (s. Abb.3). Bei zyklischen Bewegungen, z.B. beim Laufen oder Rudern, verschmelzen die Vorbereitungsphasen und Endphasen zu Zwischenphasen, wodurch die Bewegung zweiphasig wird.

Meinel und Schnabel (2007) führen acht weitere Kategorien zur Beobachtung, Beschreibung und Beurteilung sportlicher Bewegungen an:

- Das Maß der *Bewegungsstärke* bezeichnen die Autoren als „elementarstes Merkmal“, da durch Stärke und Form des Krafteinsatzes die Bewegung überhaupt erst entsteht. Von Stärke, Richtung und zeitlicher Ordnung von Krafteinsätzen hängen Bewegungseffekte wesentlich ab.
- Der *Bewegungsumfang* bezieht sich auf das Merkmal der räumlichen Ausdehnung einer Bewegung. Beim Speerwerfen z.B. wird der Umfang der Abwurfbewegung wesentlich durch die Körperlage und die Lage des Speers beim Abwurfbeginn bestimmt, weshalb der Körper eine Rücklage einnimmt und der Speer mit weit nach hinten gestrecktem Arm gehalten wird, um einen möglichst großen Umfang der Abwurfbewegung zu gewährleisten.
- Unter dem Aspekt des *Bewegungstempos* werden Geschwindigkeiten und Frequenzen von Bewegungen bzw. Teilbewegungen beschrieben. Im Beispiel des Speerwerfens etwa hängt die Abwurfposition wesentlich vom Tempo des vorletzten Schrittes vor dem Abwurf ab, weshalb er in der Fachsprache auch Impulsschritt genannt wird.
- Als *Bewegungskopplung* bezeichnet man den Zusammenhang von Teilbewegungen und Formen der Übertragung von Impulsen. So ist beim Speerwerfen ein Anlauf und Fünfschrittrhythmus nur dann überhaupt sinnvoll, wenn der dadurch erzeugte Impuls durch nahtlose Kopplung der Teilbewegungen und möglichst ohne Geschwindigkeitsverluste vom Körper über den Arm auf den Speer übertragen wird. Damit besteht ein enger Zusammenhang mit der Kategorie
- *Bewegungsfluss*, womit die Kontinuität des Bewegungsverlaufs gemeint ist. Der Bewegungsfluss ist insbesondere bei Übergängen und Richtungswechseln im Bewegungsverlauf von Bedeutung, im Beispiel Speerwurf z.B. die Übergänge vom zyklischen zum azyklischen Teil des Anlaufs oder der Übergang zum Abwurf. Von einer hohen Bewegungsqualität zeugen runde, glatte und elastische Übergänge, bei denen die Teilbewegungen bruchlos verschmelzen.
- Letzteres Merkmal wiederum tritt auch im *Bewegungsrhythmus* in Erscheinung, den Meinel und Schnabel als „spezifische, charakteristische zeitliche Ordnung eines motorischen Akts“ (2007, 92) bezeichnen. Der Bewegungsrhythmus zeigt sich nicht nur im zeitlichen, sondern auch im räumlichen und dynamischen Verlauf von Bewegungen. So weist ein qualitativ hochwertiger Speerwurf-Anlauf eine akzelerierende Dynamik mit einem typischen rhythmischen Muster und einem explosiven Akzent im Stemschritt auf. Dieses rhythmische Muster ist transponierbar z.B. in einen Klatschrhythmus oder in Sprachlaute.

- Abschließend sind noch zwei Merkmale zu nennen, die nicht direkt und an einer einzelnen Bewegung zu erkennen sind, sondern auf Vergleichen beruhen und als Genauigkeitsmaße zu bezeichnen sind. Die *Bewegungspräzision* bezeichnet die Ziel- und Ablaufgenauigkeit von Bewegungen und beruht auf einem Vergleich der vom Sportler angestrebten und tatsächlich erreichten räumlichen Zielpunkte, z.B. bei einem Torschuss. Beim Speerwerfen spielt die Bewegungspräzision v.a. im letzten Teil der Abwurfbewegung eine Rolle, wenn es darum geht, einen großen Impuls in fein modulierter Form über die Hand und die Fingerkuppen auf ein sensibles Gerät zu übertragen. Ein zweites Genauigkeitsmaß ist die *Bewegungskonstanz* als Wiederholungsgenauigkeit, bei azyklischen Bewegungen zwischen einzelnen Versuchen, bei zyklischen Bewegungen zwischen den einzelnen Bewegungszyklen.

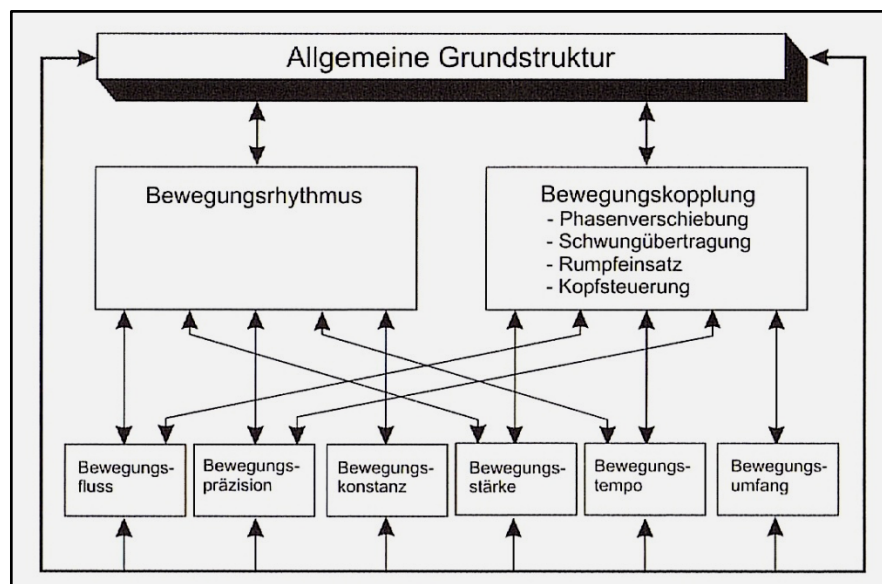


Abb. 4: Zusammenhang der allgemeinen Bewegungsmerkmale (aus Meinel & Schnabel, 2007, S. 141)

Einen zusammenfassenden Überblick über den Zusammenhang zwischen den allgemeinen Bewegungsmerkmalen gibt obenstehende Grafik (Abb.4).

### 3 Funktionale Perspektive

Die funktionale Perspektive betrachtet Bewegungen als Lösungen sportlicher Aufgabenstellungen. Dabei unterscheidet der Ansatz Göhners (1987) zwei Ebenen der funktionalen Analyse: Auf einer ersten Ebene werden sportspezifische Bewegungsaufgaben systematisiert. In Abhängigkeit von gegebenen Aufgabenbedingungen werden auf einer zweiten Ebene einzelne Bewegungsphasen als Funktionen der Aufgabenlösung beschrieben. Im gegebenen Beispiel sind die vorbereitenden Aktionen der Speerrückführung, des Stemmschritts, der Bogenspannung sowie die Hauptaktion der Wurfbewegung als (Teil-) Lösungen der Aufgabe zu analysieren, einen Speer unter gegebenen Regelbedingungen möglichst weit zu werfen. Darin sind bereits konstitutive Elemente der funktionalen Bewegungsanalyse enthalten: das Bewegungsziel, das Gerät, die Regeln und differenzierte Aktionen, die in Bezug auf die Aufgabenlösung unterschiedlich gewichtet sind.

### 3.1 Aufgabenbedingungen

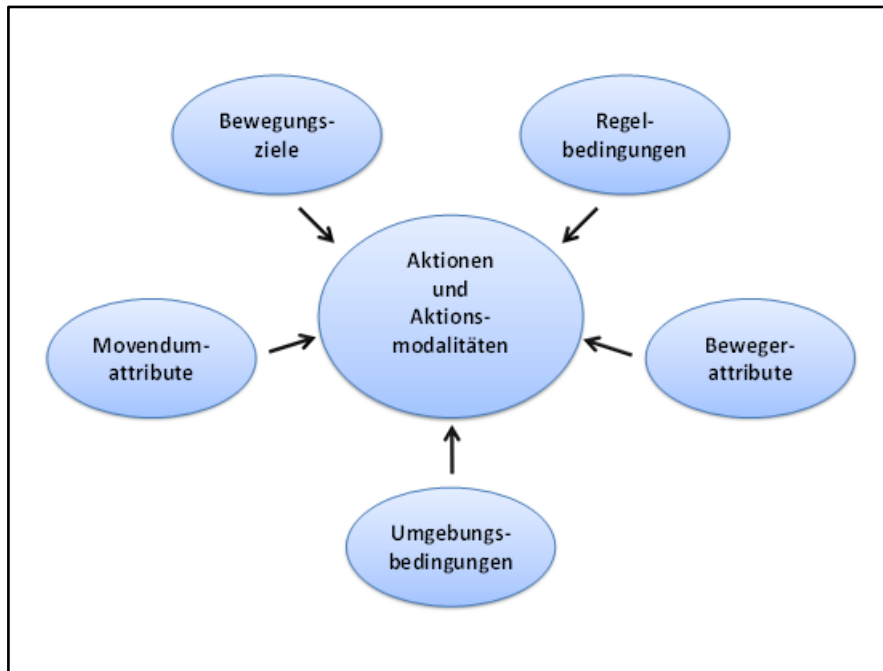


Abb. 5: Grundstruktur sportlicher Aufgaben (modif. nach Göhner, 1992, S. 41)

Göhner unterscheidet fünf Komponenten, die den Spielraum für die Lösung sportlicher Aufgaben vorgeben und die Lösungsformen beeinflussen. Zunächst steht jede sportliche Aufgabe unter einer Zielperspektive. Bei den *Bewegungszielen* lassen sich Vergleichsziele von Erreichungszielen unterscheiden. *Vergleichsziele* prägen Sportarten und Aufgaben, die auf Überbietung und die Herstellung von Rangordnungen ausgelegt sind. Dies gilt selbstredend für jeglichen Wettkampfsport, aber auch auf individuelle Vergleichsziele, z.B. für den passionierten Fitnesssportler, der seine Laufleistungen regelmäßig kontrolliert und zu verbessern sucht. Sportliche Vergleichsziele werden weiter differenziert in die Unterklassen der Zeitminimierung (z.B. Skirennen), der Distanzmaximierung (z.B. Weitsprung oder Speerwurf), der Trefferoptimierung (z.B. Fußball) und der Schwierigkeits- und Verlaufsoptimierung. Schwierigkeitsoptimierung ist charakteristisch z.B. für das Gewichtheben, wo der Athlet die Aufgabe durch eine selbstgewählte Steigerung des zu hebenden Gewichts immer schwieriger gestaltet und dies ggf. bis zum Scheitern treibt. Ähnlich ist es beim Hochsprung. Um Verlaufsoptimierung geht es bei Sportarten, bei denen eine besondere Lösungsqualität im Vordergrund steht, z.B. beim Turnen oder Eiskunstlauf. Hier sind möglichst schwierige Bewegungsverläufe bei gleichzeitiger Minimierung von Fehlern zu zeigen.

*Erreichungsziele* hingegen sind primär auf die Bewältigung einer Aufgabe gerichtet. Charakteristisch ist eine solche Zielstellung für Aktivitäten, bei denen die Meisterung einer gegebenen Situation im Vordergrund steht wie bei Natursportarten, wo es um die Besteigung eines Berges, das Befahren einer Wildwasserstrecke mit dem Kajak oder einer Tiefschneeroute mit Skiern geht. Desweiteren kann man von Erreichungszielen sprechen, wenn es gilt, bestimmte Bewegungsformen zu realisieren, etwa bei der Akrobatik oder beim Tanz. Hier spricht man

von Fertigungszielen oder auch von Formzielen. Auch ein Turner, für den Bewegungs-, nicht aber Wettkampf Aspekte im Vordergrund stehen, verfolgt solche Ziele. Grundsätzlich können Erreichungsziele mit Vergleichszielen verbunden werden. Dann bedarf es entsprechender Kriterien für den Leistungsvergleich. Der *Code de pointage* beim Gerätturnen ist ein solches Instrumentarium.

Eine besondere Bedeutung kommt bei sportlichen Aufgaben den *Regelbedingungen* zu. Dies nicht nur, weil es beim Wettkampf eindeutiger Kriterien für den Leistungsvergleich und der Festlegung erlaubter und nicht erlaubter Mittel bedarf. Vielmehr werden auf einer grundsätzlicheren Ebene sportliche Aufgaben als willkürlich gesetzte Bewegungsaufgaben wesentlich durch ihre konstitutiven Regeln bestimmt. Diese besagen in Verbindung mit den Zielen, was z.B. ein Fußballspiel ist und wie sich leichtathletische Sprünge von turnerischen Sprüngen unterscheiden. Regeln kommen daher mehr oder weniger auf alle anderen Komponenten sportlicher Aufgaben in Anwendung und definieren die Lösungsspielräume.

Die *Bewegerattribute* beschreiben die Eigenschaften des Bewegersystems. Vom System kann man deshalb sprechen, weil bei der Lösung sportlicher Aufgaben der natürliche Mensch oft durch Instrumente unterstützt wird. Beim Tennis etwa wird ein Tennisschläger zum Schlagen des Balles benutzt, beim Skifahren bewegt man sich mit dem Ski den Hang hinab. Im Unterschied zum natürlichen Beweger sind dies instrumentell unterstützte Beweger. Weiterhin kann man sportliche Aufgaben danach unterscheiden, ob der Beweger bei der Aufgabenlösung durch einen oder mehrere Gegner behindert und/oder durch einen oder mehrere Partner unterstützt wird. Bei Mannschaftssportarten sind beide Bedingungen gegeben, beim Zweikampfsport nur die Behinderung durch den Gegner. Ein Speerwerfer ist dagegen als natürlicher Beweger zu bezeichnen, der ein Movendum, den Speer bewegt.

Damit sind bereits die *Movendumattribute* angesprochen. Als Movendum bezeichnet man das System, das es zu bewegen gilt. Im Falle des Speerwerfens ist dies der Speer. Beim Tennispiel bewegt ein instrumentell unterstützter Beweger den Ball als Movendum. Ein Sprinter oder ein Schwimmer dagegen bewegt nur sich selbst fort und ist daher zugleich Beweger und Movendum. Beide unterscheiden sich wesentlich durch die

*Umgebungsbedingungen*, in der die Bewegung ausgeführt wird. Dabei lassen sich nicht nur elementare Bedingungen wie Land, Wasser oder Luft und Oberflächenbeschaffenheiten wie Bodenbeläge, Schnee, Eis, Wellen u.ä. unterscheiden. Diese basalen Umgebungsbedingungen sind in der Regel zusätzlich sportspezifisch gestaltet, womit der eigentliche Bewegungsraum erst hergestellt wird, z.B. durch Spielfeldbegrenzungen bei Sportspielen, die Sprunganlage beim Stabhochsprung oder die Turngeräte beim Gerätturnen. Bei einer Reihe sportlicher Aufgaben, insbesondere bei den Natursportarten, stellen die Umgebungsbedingungen zugleich die Energie für die Bewegung zur Verfügung, so die Hangneigung beim Skifahren, der Wind beim Segeln oder die Wasserströmung beim Wildwasserpaddeln.

Im Zusammenspiel der genannten Aufgabenbedingungen konstituieren sich Sportarten und Aufgaben, durch sie werden Spielräume für Aufgabenlösungen eröffnet und zugleich begrenzt. Bei der didaktischen Vermittlung von Sport und im Techniktraining können diese Spielräume für die didaktisch-methodische Gestaltung genutzt werden, z.B. indem Regeln

verändert, Bewegungsumwelten arrangiert oder Movenda modifiziert werden (z.B. Scherer & Bietz, 2013).

### 3.2 Funktionen und Aktionen

Im Rahmen gegebener Aufgabenbedingungen dienen Aktionen mit ihren spezifischen Aktionsmodalitäten der Lösung von Aufgaben, d.h. sie sind als Funktionen zu verstehen. Die Aktionen erfüllen ganz bestimmte Funktionen zur Aufgabenlösung. Dabei kann man die Zusammenhänge zwischen Funktionen und Aktionen prinzipiell von beiden Seiten her analysieren: Man kann gegebene Aktionen hinsichtlich ihrer Funktionen im Rahmen von Aufgabenlösungen befragen oder man kann umgekehrt von gegebenen Rahmenbedingungen ausgehen, nach zu erfüllenden Funktionen suchen und zuletzt nach funktionserfüllenden Aktionen. Die erste Vorgehensweise wird als induktive, die zweite als deduktive bezeichnet. In der Praxis kommt es meist zu einer Mischung beider Ansätze.

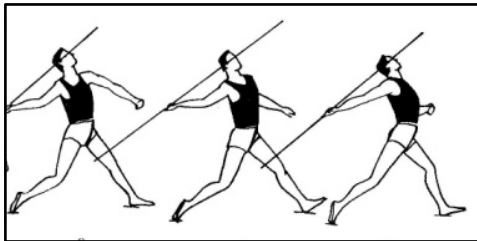


Abb. 6: Stemmschritt mit Bogenspannung

Angewandt auf das Beispiel des Speerwurfs heißt dies: man kann nach der Funktion der gegebenen Aktionen „Stemmschritt“ und „Bogenspannung“ fragen (s. Abb. 6). Man könnte aber auch umgekehrt fragen, mit welchen Aktionen ein möglichst großer Impuls vom durch den Anlauf beschleunigten Körper über den Wurfarm auf den Speer übertragen werden kann. Hierzu leisten die genannten Aktionen einen wesentlichen Beitrag (= Funktion).

Gegebene Funktionsphasen können desweiteren gewichtet werden. Göhner unterscheidet Haupt- von Hilfsfunktionsphasen. Hauptfunktionsphasen sind funktional unabhängig, indem sie nur mit den Bewegungszielen in Zusammenhang stehen, aber nicht auf andere Funktionsphasen verweisen. Hilfsfunktionsphasen hingegen sind funktional abhängig, d.h. ihre Funktionen stehen stets in Zusammenhang mit anderen Funktionsphasen. Im gegebenen Beispiel ist der Abwurf als Hauptfunktionsphase zu sehen, denn nur er steht in direktem Zusammenhang mit dem Bewegungsziel des weiten Wurfes. Alle anderen Funktionsphasen wie Impulsschritt, Stemmschritt und Bogenspannung erhalten ihre Funktion in Bezug auf eine Vorbereitung, Unterstützung und Optimierung dieser Hauptfunktionsphase. Man differenziert dementsprechend in vorbereitende, unterstützende und überleitende Hilfsfunktionsphasen.

Eine funktionale Perspektive vertritt auch Kassat (1995). Konstitutive Elemente dieses Ansatzes sind Aktions-Effekt-Beziehungen im Sinne von Ursache-Wirkungs-Beziehungen, kurz Relationen genannt. So hat z.B. die oben angesprochene Aktion des Stemmens den Effekt, dass der Körper abgebremst und der Impuls auf den Arm übertragen wird. Zugleich hat es durch den exzentrisch auf den Körperschwerpunkt wirkenden Bremsimpuls den weiteren Effekt, dass die Wurfseite des Körpers nach vorne kommt und die Bogenspannung entstehen kann. Das Stemmen hat also zwei Effekte. Es gibt auch Aktionen mit mehreren Effekten,



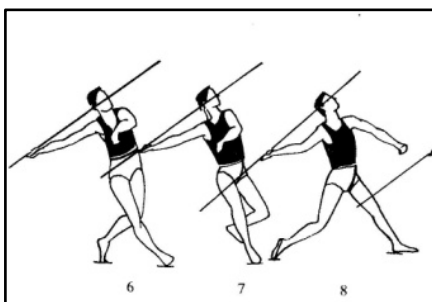
ebenso wie es umgekehrt Effekte gibt, die erst durch die Überlagerung von zwei oder mehreren Aktionen entstehen. Bei komplexen Bewegungen liegen in der Regel solche vernetzten Relationen vor. Der Ansatz ermöglicht es, komplexe Bewegungen zu entflechten und konstitutive Aktions-Effekt-Strukturen herauszuarbeiten. Die Relationen werden dabei aus biomechanischer Perspektive begründet.

#### 4 Biomechanische Perspektive

Die Biomechanik des Sports beschreibt und erklärt sportliche Bewegungen mit den Begriffen und Methoden der physikalischen Mechanik unter den Bedingungen biologischer Systeme. Man unterscheidet kinematische und dynamische Merkmale von Bewegungen. *Kinematische Merkmale* beschreiben raum-zeitliche Strukturen, *dynamische Merkmale* die verursachenden Kräfte sportlicher Bewegungen.

Als Weg-Zeit-Merkmale von Bewegungsabläufen erfasst die *Kinematik* die Länge ( $s$ , in der Maßeinheit Meter), Geschwindigkeit ( $v$ , in der Maßeinheit Meter/Sekunde) und Beschleunigung ( $a$ , in der Maßeinheit Meter/Sekunde<sup>2</sup>) bei translatorischen Bewegungen. Bei rotatorischen Bewegungen sind es Winkel ( $\varphi$ , in Grad), Winkelgeschwindigkeit ( $\omega$ , in Grad/Sekunde) und Winkelbeschleunigung ( $\alpha$ , in Grad/Sekunde<sup>2</sup>). Beim Speerwurf ist z.B. das Verhältnis von Abwurfgeschwindigkeit, Abwurfwinkel und Wurfweite von Interesse oder der Beschleunigungsverlauf in der Abwurfphase. In Kenntnis solcher Daten kann man Hinweise auf optimale Lösungen der Wurftechnik gewinnen.

Die *dynamische Betrachtung* analysiert zu bewegendende Massen und ihre Beschleunigungen durch die Einwirkung von Kräften. Die Beziehung von Kraft, Masse und Beschleunigung wird im „*Grundgesetz der Mechanik*“ ausgedrückt. Demnach führt die Einwirkung einer Kraft  $F$  auf eine Masse  $m$  zu einer Beschleunigung  $a$  ( $F = m \times a$ ). Aus dieser Grundformel leiten sich durch Hinzunahme der Zeitkomponente  $t$  weitere Gesetzmäßigkeiten ab. Wirkt eine Kraft  $F$  über eine gewisse Zeit  $t$  auf eine Masse  $m$ , so erhält diese Masse die Geschwindigkeit  $v$  ( $F \times t = m \times v$ ). Dies ist der Impuls  $p$  eines bewegten Systems ( $p = m \times v$ ). Dabei ist es für den Impuls aus physikalischer Sicht unerheblich, ob eine Kraft von bspw. 100 N eine Sekunde lang wirkt oder die halb so große Kraft von 50 N zwei Sekunden lang. In beiden Fällen beträgt der Kraftstoß  $\Delta p$  100 Ns und erzeugt dementsprechend die gleiche Geschwindigkeit der gegebenen Masse. Bei sportlichen Bewegungen jedoch sind die Beschleunigungswege und damit die zur Verfügung stehenden Zeiten ebenso begrenzt wie die einzusetzenden Kräfte, so dass nach je optimalen Kraftstößen zu suchen ist.



*Abb. 7: Verlängerung des Abwurfweges durch Rücklage des Körpers und Rücknahme des Speers*

Dies ist auch in unserem Beispiel des Speerwurfs der Fall (s. Abb. 7). Hier versucht man durch geeignete Techniken in der Armführung (Speerrücknahme) und der Körperrücklage („Überholen“ des Rumpfes durch die Beine beim „Impulsschritt“) vor dem Abwurf die Wirkungsdauer der Abwurfkraft auf das Gerät durch einen langen Beschleunigungsweg zu optimieren. Zusätzlich wird der Speer zusammen mit der Masse des Werfers bereits durch den Anlauf beschleunigt und der dadurch entstandene Impuls der Körpermasse im Abwurf durch das abrupte Abbremsen des Körpers („Stemmschritt“) auf den Speer übertragen (= Impulsübertragung).

Den Merkmalen Masse, Impuls, Kraft und Kraftstoß bei translatorischen Bewegungen entsprechen bei Rotationsbewegungen die Merkmale Massenträgheitsmoment, Drehimpuls, Drehmoment und Drehmomentstoß. Als Massenträgheitsmoment  $J$  bezeichnet man das Produkt von rotierender Masse und ihrem quadratischen Abstand von der Drehachse. Anschaulich wird die Massenträgheit in der sog. Fliehkraft, z.B. in einem Karussell. Der Drehimpuls  $L$  wiederum ist das Produkt aus Massenträgheitsmoment  $J$  und Winkelgeschwindigkeit  $\alpha$  ( $L = J \times \alpha$ ). Hierfür liefert die Pirouettendrehung eines Eiskunstläufers ein anschauliches Beispiel: Streckt er die Arme seitlich aus, erhöht sich der Abstand der rotierenden Masse von ihrer Drehachse. Dadurch nimmt die Massenträgheit zu und die Drehgeschwindigkeit (physikalisch Winkelgeschwindigkeit  $\alpha$ ) nimmt ab. Legt er die Arme dagegen an, dreht er sich schneller, weil die Massenträgheit abnimmt, das Produkt aus Massenträgheit und Winkelgeschwindigkeit aber konstant bleibt. Da es sich beim Speerwerfen um eine translatorische Bewegung handelt, spielen die dynamischen Gesetze von Rotationsbewegungen hier keine Rolle. Es gab jedoch im Verlauf der Geschichte vielversprechende Versuche, den Speer rotatorisch zu beschleunigen, um diese Gesetze zu nutzen. Man erzielte damit größere Weiten als mit der traditionellen Wurftechnik. Die Rotationstechnik wurde jedoch aus Sicherheitsgründen verboten.

In der biomechanischen Forschung ist man seit langem bestrebt, die einzelnen biomechanischen Merkmale und Gesetzmäßigkeiten zu komplexeren Leitlinien für die optimale Gestaltung sportlicher Bewegungen zusammenzufassen. Daraus resultieren die sog. biomechanischen Prinzipien (Hochmuth, 1982). Drei dieser insgesamt sechs Prinzipien sollen im Folgenden auf das Beispiel des Speerwurfs angewandt werden.

Das *Prinzip des optimalen Beschleunigungsweges* hat seinen Geltungsbereich für Bewegungen mit dem Ziel maximaler Beschleunigung bei starren Widerlagern (z.B. dem festen Boden) unter Beachtung anatomisch-physiologischer Bedingungen. Zunächst gilt allgemein, dass Beschleunigungswege entweder geradlinig oder stetig gekrümmt sein und eine optimale, nicht jedoch unbedingt maximale Länge haben sollten. Dies lässt sich am beidbeinig-vertikalen Sprung mit dem Ziel einer maximalen Sprunghöhe verdeutlichen: Hier ist es nicht angebracht, den Beschleunigungsweg dadurch zu maximieren, dass man den Sprung aus der tiefen Hocke beginnt, da hierbei ungünstige Hebelverhältnisse und muskelphysiologische Bedingungen entstehen würden. Günstiger ist die Beschleunigung aus einer mittleren Beugstellung. In Bezug auf den Speerwurf lässt sich feststellen, dass hier ein geradliniger Beschleunigungsweg

angestrebt wird. Dies ist jedoch aus anatomischen Gründen schwierig, da sich beim Abwurf mehrere Drehbewegungen des Hand-, Ellbogen- und Schultergelenks, der Wirbelsäule und des gesamten Rumpfes überlagern und in ihren räumlichen und zeitlichen Verläufen so zu koordinieren sind, dass eine annähernd geradliniger Beschleunigungsweg resultiert. Aus physikalischer Sicht ist jedoch jede Abweichung von der Geradlinigkeit als Geschwindigkeitsverlust aufzufassen. Auch hinsichtlich der Länge des Beschleunigungsweges ist ein Optimum zu finden. Denn eine Verlängerung des Beschleunigungsweges ist nur sinnvoll, wenn er auch für die Beschleunigung des Speers tatsächlich genutzt werden kann und am Ende dieses Weges dann auch das Geschwindigkeitsmaximum erreicht wird. Dies kommt in dem ergänzenden *Prinzip der optimalen Tendenz des Beschleunigungsverlaufs* zum Ausdruck. Hier ist ein typischer Anfängerfehler beim Speerwurfanlauf festzumachen, wenn nämlich die höchste Geschwindigkeit bereits im zyklischen Teil des Anlaufs vorliegt und die Geschwindigkeit sich zum Abwurf hin verringert.

Beim Speerwerfen ist weiterhin das *Prinzip der zeitlichen Koordination von Teilimpulsen* zu beachten. Dieses Prinzip besagt, dass die durch verschiedene Teilbewegungen erzeugten Beschleunigungskraftstöße optimal im Sinne der Geschwindigkeitsmaximierung abzustimmen sind. Dies ist bei Aneinanderreihung von Einzelimpulsen ebenso von Bedeutung wie bei der synchronen Koordination von Einzelimpulsen. Beim Speerwerfen liegt eine recht komplexe Koordination von Teilimpulsen vor, denn alle sichtbaren Bewegungsphasen dienen letztlich der Beschleunigung des Speers, angefangen vom zyklischen Anlauf über den Fünfschrittrhythmus, den Rumpfeinsatz und die Beinstreckung bis zum Armzug. Eine ineffektive zeitliche Koordination liegt z.B. dann vor, wenn der Armzug zu früh einsetzt und der Rumpfpuls noch nicht sein Optimum erreicht hat. Dabei ist weiterhin zu bedenken, dass es zu wechselseitigen Impulsübertragungen kommt, da der Gesamtimpuls eines abgeschlossenen Systems gleich bleibt. Dies bedeutet, dass beim Abbremsen des Körpers durch den abschließenden Stemschritt ein Teil des im Anlauf erzeugten Impulses der Gesamtkörpermasse auf den Arm und den Speer übertragen wird. Auch unter diesem Aspekt ist der Teilimpuls der Abwurfbewegung zeitlich zu koordinieren.

Aus den bisherigen Perspektiven wurde die Bewegung in ihren äußerlich sichtbaren Abläufen betrachtet und erklärt. Die folgenden Perspektiven nehmen die internen, äußerlich nicht sichtbaren Prozesse der Bewegungsproduktion in den Blick. Sie fragen danach, was beim Bewegen im Inneren des Menschen abläuft. Da diese Prozesse der direkten Beobachtung nicht zugänglich sind, können sie nur in Form von Modellen dargestellt werden, die an empirischen Fakten zu prüfen sind. Dieser Umstand führte zu einer Vielzahl von Modellvorstellungen, so dass wir uns im Folgenden auf exemplarische Problem- und Fragestellungen beschränken müssen.

## 5 Motorikwissenschaftliche Perspektive

Die Motorikforschung beschäftigt sich mit der Frage, welche internen motorischen, sensorischen und kognitiven Teilsysteme und Prozesse Willkürbewegungen auslösen und kontrollieren. Zwei Problembereiche stehen hier im Vordergrund: Der Problembereich der *motorischen*

*Kontrolle* betrifft „...die internen Steuerungs- und Regelungsmechanismen, die äußerlich sichtbaren Bewegungen zugrunde liegen“ und der Problembereich des *motorischen Lernens* „... betrifft erfahrungsbedingte dauerhafte Veränderungen motorischer Kontrollprozesse“ (Hossner, Müller & Voelcker-Rehage, 2013, S. 212).

Zu lösen ist dabei das Problem, dass der sich bewegende Körper ein vielschichtiges und hochkomplexes System mit ungeheuer vielen Freiheitsgraden und Koordinationsmechanismen ist (Nitsch & Munzert, 1997). Dies betrifft den Bewegungsapparat, d.h. das Muskel-Gelenk-System mit seinen vielfältigen mechanischen Freiheitsgraden, die sich permanent und dynamisch ändernden Beziehungen zur Umwelt und nicht zuletzt die unvorstellbar große Anzahl neuronaler Vernetzungen im Gehirn und im Nervensystem. Für die Motorikforschung stellt sich die Frage, wie Ordnungen in einem derart komplexen System entstehen können, die zielgerichtetes Bewegen ermöglichen. Grundlegend für fast alle Modelle ist die Voraussetzung, dass komplexes Bewegungsverhalten im Zusammenspiel von zentralen, vom Gehirn ausgehenden, und peripheren neuronalen Impulsen reguliert wird. Diese Impulse verlaufen vom Zentralnervensystem aus zu den Muskeln hin und werden Efferenzen genannt. In umgekehrter Richtung laufen sie vom Bewegungsapparat in Form von Rückkoppelungen (Reafferenzen) ins Zentralnervensystem zurück. Efferenzen entstehen in Abhängigkeit von Handlungszielen und situativen Bedingungen durch Programmierung im Zentralnervensystem und führen zur Bewegung. Die Bewegungsausführung wird über Reafferenzen an das Zentrum rückgemeldet. Hinzu kommen die Afferenzen der verschiedenen Sinnessysteme über Umweltbedingungen, die zusammen mit den Reafferenzen den Abgleich der Handlungsziele und der Programmierung mit den erreichten Resultaten ermöglichen. Dieser Abgleich wird Soll-Istwert-Vergleich genannt. Das Zusammenspiel dieser Prozesse ist im folgenden Koordinationsmodell dargestellt (s. Abb. 8).

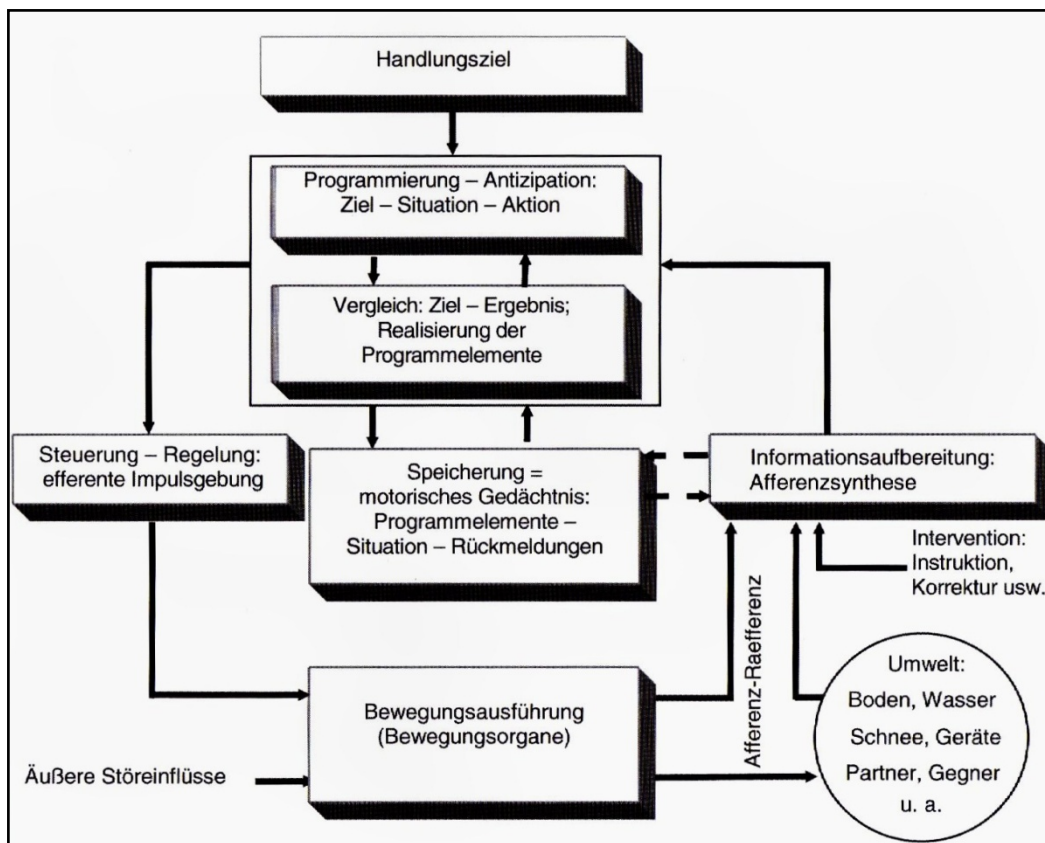


Abb. 8: Vereinfachtes Modell der Bewegungskoordination (Meinel & Schnabel, 2007, S. 38)

Je nach Bewegungstyp sind die Möglichkeiten der bewegungsbegleitenden Rückkoppelung und Regelung unterschiedlich. Bei sehr schnellen (ballistischen) Bewegungen, z.B. bei Schlag- oder Wurfbewegungen, bestehen kaum Möglichkeiten der prozessualen Rückkoppelung und Korrektur, da die Rückkoppelungsschleifen langsamer sind als die Bewegungsausführungen. Die Ausführung beruht ausschließlich auf der Programmierung vor Bewegungsbeginn und man spricht von „Open loop“-Kontrolle. Langsamere Bewegungen dagegen können während der Ausführung aufgrund von Feedback reguliert werden, wie man sich am Beispiel einer Greifbewegung leicht selbst veranschaulichen kann. Man spricht dann von „Closed loop“-Kontrolle.

Intensiv hat sich die Motorikforschung mit der Frage beschäftigt, auf welcher Grundlage die Programmierung von Bewegungen erfolgt. Schnelle Bewegungen mit „Open loop“-Kontrolle, z.B. ein Schmetterschlag beim Tischtennis, verweisen darauf, dass Bewegungsprogramme in irgendeiner Form im Gedächtnis repräsentiert sein müssen und die Bewegungsausführung leiten. Auch die Tatsachen, dass wir permanent neue Bewegungen lernen und dass wir gelernte Bewegungen prinzipiell mit unterschiedlichen Gliedmaßen, z.B. der rechten wie linken Hand ausführen können, sprechen für diese Annahme. Es ist aber auszuschließen, dass für jede Bewegung ein eigenes Bewegungsprogramm existiert. Denn auch hochgeübte Bewegungen unterscheiden sich bei jeder Ausführung in Details voneinander. Wäre jede dieser Bewegungsvarianten repräsentiert, würde dies vermutlich selbst bei der Komplexität des menschlichen Gehirns zu einem Speicherproblem führen und wäre überdies sehr unökonomisch. Es müssen also Merkmale von Bewegungen repräsentiert sein, die zwar zu immer sehr ähnlichen, aber

doch in gewissen Grenzen variablen Bewegungsabläufen führen. Somit stellt sich die Frage, welche übergreifenden Aspekte von Bewegungen dies sein können. Die GMP-Theorie (GMP = generalisierte motorische Programme; Schmidt, 1988) z.B. nimmt an, dass die Reihenfolge der Muskelimpulse sowie deren Dauer und Stärke als Relativwerte repräsentiert sind, die in Abhängigkeit situativer Bedingungen jeweils angepasst werden. Das GMP für einen Wurf würde demnach die Reihenfolge der aktivierten Muskeln festlegen, die Aktivitätszeiten und die Impulsstärke könnten variabel an die situativen Anforderungen angepasst werden und zu einem mehr oder weniger weiten oder hohen Wurf führen.

Nach der GMP-Theorie legt also das repräsentierte Programm die Bewegungsausführung fest. Dagegen wurde der Einwand erhoben, dass koordinierte Bewegungen auch ohne ein alle Details vorschreibendes Bewegungsprogramm zustande kommen können. Zwei Beispiele mögen dies verdeutlichen.

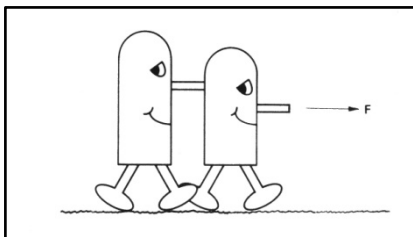


Abb. 9: Lokomotionsbewegung eines Holzspielzeugs (aus Körndle, 1996, S. 162)

Das in Abb. 9 gezeigte Holzspielzeug zeigt bei horizontaler Krafteinwirkung bestimmter Größe auf glatter und fester Unterlage eine geordnete Lokomotionsbewegung. Diese entsteht durch das Zusammenspiel der physikalischen Eigenschaften des Untergrunds, der einwirkenden Kraft und des Bewegungssystems, der vier als einfache Pendel befestigten Beine. Die koordinierte Lokomotion entsteht ohne motorisches Programm, nur im Zusammenspiel physikalischer Eigenschaften. Man spricht in diesem Zusammenhang von *emergenter Ordnung* in einem *selbstorganisierenden System*. Solche Ordnungsbildungen finden wir überall in der Natur, z.B. bei der Bildung von Wirbelstürmen oder bei der Strudelbildung in Flüssen. Für ein anderes Beispiel steht das Fingerexperiment des Bewegungsforschers Kelso (1990), das man leicht selbst nachvollziehen kann. Aufgabe ist es, die Zeigefinger beider Hände zunächst langsam, dann mit zunehmender Frequenz parallel hin und her zu bewegen. Mit zunehmender Frequenz geht die Bewegung von alleine vom parallelen in ein spiegelbildliches Muster über, bei dem sich die Finger aufeinander zu und voneinander weg bewegen. Dieses Muster bleibt dann auch bei geringerer Frequenz stabil. Es kehrt nur willentlich, nicht aber autonom, zum parallelen Muster zurück. Es gibt also unterschiedliche Umschaltgeschwindigkeiten und Stabilitäten für die beiden Muster, die im Bewegungssystem autonom entstehen. Würden die beiden Bewegungsmuster durch zwei unterschiedliche motorische Programme erzeugt, dürften diese Effekte unterschiedlicher Stabilität und Umschaltgeschwindigkeiten nicht eintreten. Aus solchen Befunden schließt man, dass koordinierte Bewegungen auch durch die biologischen und physikalischen Eigenschaften des Bewegungssystems in Interaktion mit gegebenen Umgebungsbedingungen entstehen. Dies ist eine *systemdynamische Perspektive* der Motorikforschung.

*Ideomotorische Ansätze* gehen von einer Kombination programmgesteuerter und emergenter Koordination beim Bewegen aus. Bezugspunkte der motorischen Kontrolle sind dabei Effekte, die durch jeweilige Bewegungen erzielt werden sollen und die Antizipation dieser Effekte (Hossner et al., 2013). Intern repräsentiert und die Bewegungsproduktion leitend sind die Beziehungen zwischen situativen Bedingungen (S) und Effekten (E), also S-E-Relationen. Bewegungen werden durch erwünschte Effekte ausgelöst und auf Basis der Antizipation dieser Effekte, die durch die Bewegung eintreten müssten, kontrolliert. Die Bewegungen selbst sind dabei emergent. Im Unterschied zu Programmtheorien unterliegen sie nicht einer präskriptiven Kontrolle durch motorische Programme. Ideomotorisch nennt man diesen Ansatz deshalb, weil die Antizipation (die Vorstellung) der Bewegung die Motorik initiiert und kontrolliert, nicht ein äußerer Reiz.

Zur Illustration betrachten wir in unserem Standardbeispiel einen Speerwerfer beim Wettkampf: Es herrscht Gegenwind und er muss diese situative Bedingung in seine Wurfbewegung einbeziehen. Gewünscht ist der Effekt, dass der Speer durch den Wind „getragen“ wird. Aufgrund seiner Wurferfahrung (= interne Repräsentation der o.g. S-E-Relationen) weiß er, dass er unter diesen Bedingungen und um diesen Effekt zu erzielen, den Speer in einem eher flachen Winkel abwerfen muss. Dieser gewünschte Effekt initiiert die Abwurfbewegung. Zugleich werden mit der Initiierung diejenigen Effekte antizipiert, die mit dieser Bewegung einhergehen müssten, wenn sie planmäßig verläuft. Diese antizipierten Effekte sind sowohl körperbezogen-prozessualer als auch ergebnisbezogener Art, z.B. das Bewegungsgefühl und die Lage des Speers beim Abwurf sowie seine Flugkurve. Aufgrund dieser Antizipationen merkt der Werfer schon beim Abwurf, ob der Wurf gelingt wie gewünscht und muss nicht erst das Wurfresultat abwarten. Da unser Werfer ein gutes Gefühl beim Abwurf hat und er den Speer stabil „segeln“ sieht, weiß er um ein gutes Resultat, bevor der Speer landet und macht Freuden sprünge.

## 6 Handlungstheoretische Perspektive

Mit dem Situations- und Zielbezug integriert der letztgenannte Ansatz wesentliche Momente, die vor allem von der Handlungstheorie herausgearbeitet werden. Die Handlungstheorie stellt den Handlungscharakter des Bewehens in den Vordergrund. Handlungen werden als ganzheitliche und unteilbare Prozesse gesehen, die stets sinn- und zielbezogen sowie situativ eingebunden sind. Handlungstheoretische Ansätze fußen auf einem „Menschenbild, das von der grundsätzlichen Möglichkeit der Selbstreflexion, Selbstbestimmung und Verantwortlichkeit ausgeht und den Menschen als handelndes, d.h. zur aktiven, wissentlichen und willentlichen Gestaltung der Beziehung zur Umwelt befähigtes und bestimmtes Wesen begreift...“ (Nitsch, 2006, 25).

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die Aspekte des Situations- und des Sinnbezugs. Diese Aspekte vermögen zugleich spezifische Charakteristika sportlichen Handelns freizulegen. Bewegungshandeln vollzieht sich immer in situativen Kontexten. Maßgeblich aus handlungstheoretischer Sicht ist die *subjektive Situationsdefinition*, d.h. die Art und Weise, wie eine sich bewegend Person sich selbst in ihrer gegebenen Umwelt unter Maßgabe der sich stellenden Aufgabe sieht. Kurz: Handlungssituationen sind subjektive

Wahrnehmungen von *Person-Umwelt-Aufgabe-Relationen*. In dieser subjektiven Situationsdefinition spielen Valenz- und Kompetenzaspekte eine Rolle. Unter *Valenz* versteht man die Wertigkeit einer Situation. Sie bezeichnet die Bedeutung, welche die Situation und ihre Bewältigung für die handelnde Person hat. Insbesondere beim Sport sind hier persönliche Motive sowie der Anregungsgehalt der Aufgabe und der Umwelt von tragender Bedeutung. Auf der *Kompetenzseite* sind vor allem die verfügbaren Fähigkeiten und Fertigkeiten des Sportlers im Verhältnis zu den zur Aufgabenlösung erforderlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten zu berücksichtigen. Beim Handeln müssen alle Aspekte in einem passenden Verhältnis stehen. Dies mag ein Beispiel aus dem Klettersport verdeutlichen. Zwei Kletterer mit unterschiedlichem Können dürften eine objektiv gleiche Kletterroute subjektiv ganz unterschiedlich wahrnehmen. Auf der Kompetenzseite sind dafür vor allem die verfügbaren Fähigkeiten und Klettertechniken in Relation zu den zur Bewältigung erforderlichen Fähigkeiten und Techniken verantwortlich. Aufgrund seiner höheren Kompetenz bieten sich für den fortgeschrittenen Kletterer Greif- und Standmöglichkeiten an, die der weniger geübte kaum zu entdecken, geschweige denn zu nutzen vermag. Auf der Valenzseite nimmt Letzterer aber diese Route als passende Herausforderung wahr, und die Erprobung seiner Fähigkeiten und Fertigkeiten stellt für ihn einen großen Anreiz dar. Für den fortgeschrittenen Kletterer dagegen besitzt diese Route nur wenig Anreizgehalt, sie fordert sein Können zu wenig mit der Folge, dass er trotz hoher Motivation zum Klettern erst gar nicht in diese Route einsteigt und lieber nach einer schwierigeren Route sucht. Das Gefüge der verschiedenen Aspekte ist in Abb. 10 schematisch dargestellt.

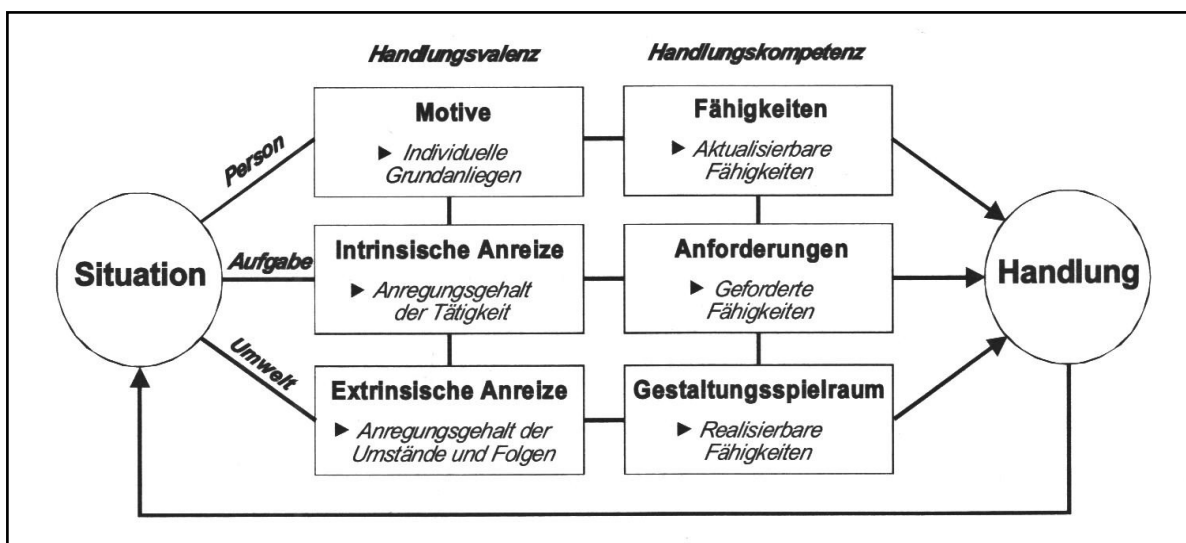


Abb. 10: Subjektive Situationsdefinition (aus Nitsch, 2006, S. 28)

Die Frage der subjektiven Situationsdefinition ist eng verknüpft mit der Frage des Sinnbezugs. Wie eine Situation wahrgenommen wird, hängt nicht zuletzt davon ab, in welchem Sinnkontext eine Handlung vollzogen wird und welche Ziele und Zwecke sie in diesem Kontext verfolgt. Im täglichen Leben wird der Sinn einer Handlung üblicherweise über den Zweck, dem sie dient und durch die Ziele, welche sie verfolgt, bestimmt. Insofern ist Handeln zweckrational und zielbezogen. Wenn ein Hobbygärtner auf einen Baum klettert, um Äpfel zu pflücken, so mag unter dem reinen Bewegungsaspekt dieses Klettern dem Klettern im obigen



Beispiel sehr ähnlich sein. Ganz anders stellt es sich jedoch unter dem Sinnaspekt dar. Hier sind die Unterschiede augenfällig und sie schlagen sich auch im konkreten Handeln nieder. So wird der apfelpflückende Hobbygärtner sicherlich nicht einen möglichst schwierigen Weg auf den Baum suchen, sondern eher den einfachsten und sichersten. Denn das Klettern ist nur Mittel zum Zweck und muss daher zweckmäßig sein, nicht anspruchsvoll. Aus gleichem Grund wird die Handlung beendet, sobald sie ihren Zweck erfüllt hat. Ganz anders ist dies beim Sportklettern, wo willkürlich und ohne Zwang ein möglichst hoher Schwierigkeitsgrad aufgesucht wird. Auch wird das Klettern an einer Kletterwand in der Regel nicht beendet, wenn das Ziel einmalig erreicht ist, sondern wird meist wiederholt, sobald man wieder unten angelangt ist. Denn das Klettern ist ja selbst der Zweck, um den es geht, es ist nicht Mittel im Rahmen anderer Zwecke. Man spricht daher von selbstzweckhaftem oder intrinsischem Handeln, bei dem es um den Eigenwert des Handelns selbst geht. Solches Handeln folgt anderen Regeln als das alltägliche Zweckhandeln, bei dem man üblicherweise bestrebt ist, mit möglichst geringem Aufwand einen möglichst großen Nutzen zu erzielen.

Einen Eigenwert kann selbstzweckhaftes Handeln, das unter zweckrationaler Perspektive eigentlich überflüssig ist, wiederum nur dann gewinnen, wenn ihm eigene Tätigkeitsanreize verliehen werden (Rheinberg & Vollmeyer, 20012). Solche Reize gewinnt es durch die willkürliche Erschwerung von Handlungsbedingungen und durch das Stecken erhöhter Handlungsziele. Daraus ergibt sich eine Ungewissheit der Zielerreichung und die Handlung selbst wird wertmäßig aufgeladen. In Anlehnung an Loosch (1999) kann man dies als innere Widersprüchlichkeit bezeichnen, die sich daraus ergibt, dass im Handeln zwar Ziele verfolgt, diese aber zugleich so gesteckt werden, dass die Zielerreichung nicht gesichert ist und eine gewisse Anstrengung erfordert. Die bei Alltagsroutinen weitgehend gegebene Sicherheit der Zielerreichung ist damit in Frage gestellt. Es ergibt sich eine Spannung zwischen Zielsetzung und Zielerreichung, die im Handlungsprozess ausgetragen und in Erfolg oder Misserfolg aufgelöst wird. Darin liegen Spannungsmomente und der Eigenreiz der Handlung selbst, was z.B. in einem spannenden Wettkampf- oder Spielgeschehen anschaulich zum Ausdruck kommt. Werden Zielerreichung und Handlungserfolg zur Routine, so verfällt auch der Eigenwert des Handelns und es verliert seinen Reiz. In unserem obigen Beispiel ergibt sich für den guten Kletterer kein Handlungsanreiz aus der Aufgabe, eine leichte Route zu klettern. Anreize und Handlungswerte erwachsen nur bei anspruchsvollen Handlungsanforderungen. Dem Wertverfall des Handelns durch Routine kann man letztlich nur durch Erschwerung von Aufgaben begegnen. Daraus ergibt sich zwangsläufig eine Optimierungstendenz sportlichen Handelns, die auch jenseits des Leistungssports Gültigkeit besitzt: Eine an sich überflüssige Tätigkeit kann ihren Wert und ihre selbstbezügliche Qualität nur im schwierigkeitsoptimierten Handeln gewinnen (Rheinberg & Vollmeyer, 2012; Scherer, 2008).

## 7 Gestalttheoretische Perspektive

Die gestalttheoretische Perspektive steht insofern komplementär zur „Innensicht“ der handlungstheoretischen Perspektive, als sie sportliche Bewegungen (unter anderem) aus der sogenannten Ersten-Person-Perspektive betrachtet, d.h. aus der Wahrnehmungsperspektive des Handelnden selbst. Sie versucht, Phänomene und Strukturen des Bewegungshandelns

herauszuarbeiten, die für die Selbst- und Umweltwahrnehmung des Handelnden im Moment des Handlungsvollzugs charakteristisch sind. Im Folgenden seien vier wesentliche Aspekte der Organisation des Wahrnehmungsfeldes herausgegriffen (Ennenbach, 1989; Tholey, 1984).

Ein erster Aspekt betrifft die Bildung von *Gestaltzusammenhängen*. Bewegungen werden als Gestalten wahrgenommen, d.h. als anschauliche und systemisch geschlossene Einheiten im Fluss des Geschehens, die nach außen abgegrenzt sind und innere Gliederungen und Gruppierungen aufweisen. In Gestalten schließen sich Teile zu prägnanten, übersummativen Ganzheiten zusammen und Teile und Ganzes bedingen sich dabei wechselseitig. Prägnanz gewinnen Bewegungsgestalten in Kombination charakteristischer Eigenschaften wie Rundheit und Fluss, Richtung und Richtungswechsel, Zäsuren und Akzente, Dynamik und Rhythmus usw. So zeichnet sich z.B. das Speerwerfen durch eine zunehmende Dynamik zum Abwurf hin, durch einen charakteristischen Rhythmus der letzten Anlaufschritte und durch einen explosiven Akzent im Abwurf aus. Für einen geübten Speerwerfer bilden diese Teile und Eigenschaften eine in sich stimmige, geschlossene und zugleich klar gegliederte Abwurfgestalt. Alles ist aus einem Guss. Für einen Anfänger hingegen sind die einzelnen Teile und Eigenschaften noch nicht zu einem Ganzen verbunden, sein Werfen besteht noch aus mehr oder weniger selbständigen Teilhandlungen, was man als Betrachter am fehlenden Bewegungsfluss erkennen kann.

Nicht nur Teile schließen sich zu einem Ganzen zusammen, sondern es verbinden sich auch verschiedene Sinneseindrücke zu einem einheitlichen Erleben. Beim Skifahren verschmelzen taktile, kinästhetische, akustische und vestibuläre Sinneseindrücke zur Einheit des Kantengriffs, der Tennisspieler sieht, hört und spürt den Ball zugleich in ganzheitlicher Wahrnehmung. Bewegungsgestalten haben prägende Kraft und stellen auch relevante Einheiten der Kontrolle von Bewegungen dar. Sie führen sozusagen die Bewegung, bilden ihren roten Faden und geben den Teilen und den verschiedenen Sinneseindrücken Ordnung und Halt. Spürbar wird diese Funktion insbesondere dann, wenn etwas fehlt oder sich eine Komponente des Wahrnehmungsfeldes ändert. Wird z.B. experimentell die auditive Wahrnehmung beim Tennis- oder Tischtennispiel unterbunden, hat dies erhebliche Auswirkungen auf die gesamte Bewegungskoordination. Bereits das einfache Prellen eines Balles erscheint fremd, wenn der gewohnte Prellrhythmus nicht hörbar ist. Auf Grund dieses Vermögens integrierter Gestalten ist die Vorgabe von Bewegungsrhythmen beim Bewegungslernen oft sehr hilfreich (Böger, 2001). Haben Wurfanfänger den Anlauf-Abwurfrythmus beim Speerwerfen aufgrund rhythmischer Vorgaben erst einmal erfasst, ergeben sich differenzierte Merkmale der Abwurfvorbereitung oft wie von alleine (Scherer, 2001a). Geht dagegen beim Tanzen der Rhythmus verloren, verlieren die Bewegungen ihre ordnende Kraft und ihre Stimmigkeit, der Bewegungsfluss gerät ins Stocken und die Teile fallen auseinander.

Ein weiteres gestaltbildendes Phänomen ist das anschauliche *Verwachsen* von Sportgeräten mit dem Körper (Ennenbach, 1989; Tholey, 1984). Geräte und Instrumente werden mit wachsender Übung zunehmend als Wahrnehmungs- und Vollzugsorgane empfunden. Man spürt das Auftreffen des Tennisballs direkt am Schlägerkopf und nicht etwa, dem physiologischen Prozess entsprechend, als Druckempfindung in der Hand. Die Schneebeschaffenheit nimmt

der versierte Skifahrer unmittelbar mit den Skikanten wahr und der sensible Autofahrer empfindet den Bordstein beim Überfahren, als wäre das Sensorium vom Gesäß in den Reifen verlagert. Zugleich werden Sportgeräte, ihrer instrumentellen Funktion entsprechend, als Vollzugsorgane buchstäblich einverleibt. Mit wachsender Vertrautheit fungieren sie als verlängerte Körperteile und werden in die Bewegung so integriert, dass sie nicht mehr als solche wahrgenommen werden, sondern eher wie Körperteile. Erst nach solcher „Einverleibung“, erst dann, wenn sie nicht mehr als Teil der Außenwelt empfunden werden, lassen sich Instrumente sach- und zielgerecht einsetzen. Solange z.B. die Ski oder der Hockeyschläger eher als sperrige Fremdkörper empfunden werden, bleiben sie Teil der Umwelt. Die phänomenale Grenze zwischen Person und Umwelt verläuft in diesem Fall zwischen dem Körper und dem Gerät, das seine Funktion als Instrument noch nicht recht erfüllen kann. Bei zunehmendem Verwachsen mit dem Gerät verschiebt sich die leibliche Grenze nach außen und liegt dann zwischen dem „einverleibten“ Ski und dem Schnee oder zwischen dem Schläger und dem Ball. Auf diese Weise scheint dem geübten Skateboarder das Board auf magische Weise unter den Füßen zu kleben und der Einradfahrer fühlt sein Gleichgewicht in den oszillierenden Bewegungen des Rades.

Von ebenso grundlegender Bedeutung sind *situationsbezogene Kohärenzen und Bezugssysteme*. Die Bedeutung der engen Verbindung von Bewegungen und situativen Faktoren wird v. a. dann bewusst, wenn diese unterbrochen ist. So fällt es z.B. schwer, die Bewegungen des Knotenknüpfens ohne Seil, nur als reine Bewegung auszuführen. Es fehlt die Bewegungsführung durch die fortschreitende Entstehung des Knotens, an die sich die Bewegung anheftet. Ebenso schwer fällt es, die Bewegungen einer Finte ohne angreifenden Gegner originalgetreu auszuführen, einen Hochsprung ohne Latte tatsächlich in die maximale Höhe zu springen oder ohne Musik zu tanzen. Nicht von ungefähr gilt die Fertigkeit, Bewegungen ohne situative Bezüge korrekt auszuführen, als Kunst der Pantomime.

Wie die Beispiele zeigen, werden Bewegungen immer in Bezug auf etwas ausgeführt. In der Gestalttheorie spricht man von der Organisation von *Bezugssystemen* (Tholey, 1984). Dabei können diese Bezugssysteme sehr unterschiedlicher Natur sein. Neben Handlungssinn, Zielen oder situativen Kontexten sind natürlich immer räumliche und zeitliche Bezugssysteme unterschiedlicher Komplexität gegeben. So wie Geräte durch die geübte Handhabung zu Handlungsinstrumenten werden, werden auch Raum und Zeit durch sportliche Bewegungen zu Handlungsraum und Handlungszeit. Dies bedeutet, dass die Wahrnehmung von Raum und Zeit durch je spezifische Bewegungshandlungen geprägt wird (Scherer, 2001b). Der Raum „...erscheint dem geübten Sportler nicht als neutrales Medium, sondern als ein plastischer, von Kraftlinien durchzogener Aktionsraum (...), der sich auch auf solche Bereiche ausdehnen kann, die wahrnehmungsgemäß gar nicht gegeben sind, aber doch unmittelbar angetroffen werden. So erlebt der geübte Basketballspieler die Richtung und Entfernung des Korbs auch dann, wenn er ihm augenblicklich den Rücken zuwendet.“ (Tholey, 1984, 21). Dabei ist der anschauliche Raum kein einheitliches Gesamtfeld, sondern ist seinerseits in untergeordnete und verschachtelte Bezugssysteme gegliedert. Wenn bspw. ein Fußballspieler in den Strafraum eindringt, so kann er dabei unterschiedliche Bezugssysteme wahrnehmen: Den Strafraum als Teil des Spielfeldes, seine Laufrichtung (Ich-Umwelt-Bezug), die Positionen und Laufrichtungen der gegnerischen Spieler, wodurch sein Zuspiel „durch die Gasse“ geht

(Bezug Spielsituation), evtl. auch seine abseitsverdächtige Position bei der Ballannahme (gleichzeitiger Bezug Spielfeld und Spielsituation). Die Feinstruktur phänomenaler Bewegungsräume wird durch die (beabsichtigten) Aktionen selbst bestimmt. So gewinnt für einen versierten Skifahrer eine Buckelpiste ihre räumliche Ordnung durch die Fahrspur, die sich für ihn zwischen den Buckeln herauschält. Beim Handball wird die gegnerische Abwehrkonstellation, die als Lücke wahrgenommen wird, durch die Aktion des möglichen Durchbruchs definiert.

Ein letzter Punkt betrifft die Bildung von *Zentrierungsverhältnissen*. Unter Zentrierung versteht die Gestalttheorie die Art der Richtungs-, Gewichts- und Rangverhältnisse von Erlebnisgegebenheiten. Bei sportlichen Handlungen ist die Richtung und Gewichtung der Aufmerksamkeit von großer Bedeutung. Grundsätzlich sind die Ich- und die Umfeldzentrierung zu unterscheiden, wobei sich diesbezüglich charakteristische Übergänge beim Lernen feststellen lassen. In einem ersten Stadium richtet sich die Aufmerksamkeit auf Ziele und die Lösung der Aufgabe. Da dies bei komplexen sportlichen Bewegungen in der Regel nicht sofort zu befriedigenden Ergebnissen führt, kommt es in Lern- und Übungsphasen zu einem Zentrierungswechsel auf den Körper, auf Körperglieder und Bewegungen. Im Könnensstadium kehrt sich die Zentrierung abermals um zu einer Aufgaben- und Zielorientierung. Gleichzeitig nimmt im Lernverlauf die zeitliche und räumliche Weite der Umfeldzentrierung zu (Gröben, 2000).

Die Rolle von Zentrierungsverhältnissen und die Gliederung von Handlungseinheiten werden auch als Phänomene der Knoten- bzw. Dominantenbildung erörtert (Ennenbach, 1989). Es lassen sich Bewegungskerne von Situationskernen unterscheiden. Erstere liegen in der Bewegung selbst, wenn man sich z.B. darauf zentriert, den Körper in der Abschwungphase beim Schwingen lang zu machen, die Kugel beim Abstoß mit der Beinstreckung zu „treffen“ oder den Schläger beim Tennis locker durchzuschwingen. Situationskerne dagegen betreffen die Verflechtung von Person und Umfeld, wenn z.B. beim Korbleger der Blick früh auf den Korb gerichtet wird oder wenn beim Skifahren die Beine aktiv anhocken, sobald die Skispitzen den Buckel „spüren“. Wie solche Formulierungen zeigen, können solche phänomenalen Dominantenbildungen deutlich vom physikalischen Bewegungsgeschehen abweichen. Wenn ein Turner bei der Schwungstemme „die Reckstange an die Hüfte zieht“ oder beim Überschlag „mit den Händen den Boden wegdrückt“, verkehren solche phänomenalen Bewegungskerne die physikalischen Sachverhalte geradezu ins Gegenteil.

Wie diese Beispiele zeigen sollen, liegt die Bedeutung der gestalttheoretischen Perspektive v.a. im Zugang zum subjektiven Erleben des Sportlers. Dies wiederum ist eine wichtige Grundlage für jegliche Vermittlung von Sport. Letztlich lassen sich bei der Vermittlung von Sport, gleich ob bei den ersten Versuchen eines Anfängers oder ob im Techniktraining eines Leistungssportlers, alle anderen Perspektiven nur dann fruchtbar machen, wenn auch ein Zugang zum phänomenalen Erleben der Sporttreibenden gefunden wird und sie darauf bezogen werden können.

## **Literatur**

Böger, C. (2001). Der Bewegungsrhythmus – grundlegendes Prinzip beim Lehren und Lernen von Bewegungen? In K. Moegling (Hrsg.), *Integrative Bewegungslehre. Teil II:*

- Wahrnehmung, Ausdruck und Bewegungsqualität* (S. 148-164). Immenhausen bei Kassel: Prolog.
- Ennenbach, W. (1989). *Bild und Mitbewegung*. Köln: bps.
- Göhner U. (1992). *Einführung in die Bewegungslehre des Sports. Teil 1: Die sportlichen Bewegungen*. Schorndorf: Hofmann.
- Göhner, U. (1987). *Bewegungsanalyse im Sport* (2. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.
- Gröben, B. (2000). *Einheitenbildung im Bewegungshandeln*. Schorndorf: Hofmann.
- Hochmuth, G. (1982). *Biomechanik sportlicher Bewegungen*. Berlin: Sportverlag.
- Hossner, E.J., Müller, H. & Voelcker-Rehage, C. (2013). Koordination sportlicher Bewegungen – Sportmotorik. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport, ein Lehrbuch für das Sportstudium* (S. 211-267). Berlin & Heidelberg: Springer Spectrum.
- Kassat, G. (1995). *Verborgene Bewegungsstrukturen*. Bünde: Fitness Contur Verlag.
- Kelso, J.A.S. (1990). Phase transitions: Foundations of behavior. In H.Haken & M. Stadler (Eds.), *Synergetics of cognition* (pp. 321-356), Berlin: Springer.
- Körndle, H. (1996). Ordnungs- und Interaktionsphänomene beim motorischen Lernen. In: J.-P. Janssen, K. Carl, W. Schlicht & A. Wilhelm (Hrsg.), *Synergetik und Systeme im Sport* (S. 157-178). Schorndorf: Hofmann.
- Loosch, E (1999). *Allgemeine Bewegungslehre*. Wiebelsheim: Limpert.
- Meinel, K. & Schnabel, G. (2007). *Bewegungslehre – Sportmotorik*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Nitsch J. R. & Munzert, J. (1997). Handlungstheoretische Aspekte des Techniktrainings. In J.R. Nitsch, A. Neumaier, H. de Marées & J. Mester (Hrsg.), *Techniktraining* (S.109-172). Schorndorf: Hofmann.
- Nitsch, J.R. (2006). Handlungstheoretische Grundlagen. In M. Tietjens & B. Strauß (Hrsg.), *Handbuch Sportpsychologie* (S. 24-34). Schorndorf: Hofmann.
- Rheinberg, F. & Vollmeyer, R. (2012). *Motivation* (8. aktualisierte Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Scherer, H.-G. (2001 a). Jan lernt Speerwerfen. Eine Lerngeschichte. *Sportpädagogik*, 25 (4), 2-5.
- Scherer, H.-G. (2001 b). Bewegung und Raum. In K. Moegling (Hrsg.), *Integrative Bewegungslehre. Teil II: Wahrnehmung, Ausdruck und Bewegungsqualität* (S. 59-82). Immenhausen bei Kassel: Prolog.
- Scherer, H.-G. (2008). Zum Gegenstand von Sportunterricht: Bewegung, Spiel und Sport. In H. Lange & S. Sinning (Hrsg.), *Handbuch Sportdidaktik* (S. 24-39). Balingen: Spitta.
- Scherer, H.-G. & Bietz, J. (2013). *Lehren und Lernen von Bewegungen. Basiswissen Didaktik des Bewegungs- und Sportunterrichts, Bd. 4*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Schmidt, R.A. (1988). *Motor control and learning: a behavioral emphasis* (2<sup>nd</sup> ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Schmolinsky, G. (1979). *Leichtathletik* (9. Aufl.). Berlin: Sportverlag.
- Tholey, P.(1984). Sensumotorisches Lernen als Organisation des psychischen Gesamtfeldes. In E. Hahn, E. & H. Rieder (Hrsg.), *Sensumotorisches Lernen und Sportspielforschung* (S. 11-26). Köln: bps.