



U. Göhner

## Bewegungs- oder Bewegelerlehre — Wo und wie nutzt Sportwissenschaft Wissen aus der Sportmedizin?

Theory of movement (kinesiology) or theory of the moving person — where and how does sport science make use of the sportmedical field?

Institut für Sportwissenschaft, Universität Tübingen

### Zusammenfassung

Die sportlichen Bewegungen sind Gegenstands- und Problembereich der „Bewegungslehre des Sports“. Der Beitrag prüft, inwiefern in dieser Bewegungslehre auch über die Person, die die Bewegung ausführt, also über den „Beweger“, Wissen notwendig ist. Insbesondere geht es darum, die Stellen aufzuzeigen, bei denen sportmedizinisches (bzw. sportbiologisches) Wissen gefragt ist. Dieses Wissen ist oft nur hypothetisch. Es wird auf zwei Verfahren verwiesen, über die die Hypothesen geprüft werden können.

### Summary

Movements in sport and physical education are the area of interest in the „movement theory of sport“. This article deals with the importance of the person who executes (certain) movements. Particularly certain parts of the theory are emphasised where the need of sportmedical and biological knowledge is obvious. However, the knowledge is often hypothetical; therefore two methods are presented in order to prove these hypotheses.

### 1. Einführende Überlegungen

Am Tübinger Institut für Sportwissenschaft wird seit vielen Jahren eine Bewegungslehre unterrichtet, die in der Tat das in den Vordergrund stellt, was ihr Name sagt: die sportliche Bewegung. Überprüft man die Vorlesungsangebote der bundesrepublikanischen Sportinsti-

tute (vgl. 3), dann hat man den Eindruck, daß an den Instituten zwar immer noch über sportliche Bewegungen gelehrt wird, daß aber zunehmend die sich bewegende Person, der Beweger, in den Vordergrund gerückt wird. Dieser Eindruck verstärkt sich noch, wenn man Gegenstand und Problembereiche der sportwissenschaftlichen Bewegungsfor-

schung analysiert. Die Bewegungslehre scheint dabei mehr und mehr eine Bewegelerlehre geworden zu sein. Mit diesem Beitrag soll dieser Übergang reflektiert werden und zwar aus der Sicht der Bewegungslehre. Es wird sich zeigen, daß diese immer auch auf eine Bewegelerlehre angewiesen ist. Das Umgekehrte ist allerdings nicht der Fall. Daher erscheint es berechtigt, über beide Bereiche einmal nachzudenken.

### 2. Zum Selbstverständnis einer Bewegungslehre des Sports

In der „Einführung in die Bewegungslehre des Sports“ ist die Frage vorangestellt worden, ob man von (sportlichen) Bewegungen etwas wissen muß, um sie zu können (2, S. 11). Sie ist mit „sicher nicht“ beantwortet worden. Und diese Antwort ist mit dem Verweis unterlegt worden, daß man sonst wohl kaum erklären könnte, weshalb alle Menschen - ohne großes Nachdenken - ganz gut gehen, greifen, fassen, tragen, schneiden oder streichen kann. Diese Beispiele ließen sich beliebig erweitern.

Wenn eine Frage so einfach beantwortet werden kann, warum ist sie dann überhaupt gestellt worden? Der nächste Satz

in der „Einführung“ führt zur Begründung des oberflächlich Unnötigen: „In der Bewegungslehre des Sports geht es aber um Wissen über Bewegungen, über sportliche Bewegungen.“ Es geht deshalb um Bewegungswissen, weil die Sportpraxis ein sehr großes Interesse an der Aufklärung vieler Fragen hat, die sich im sportlichen Alltag stellen. Man will wissen, ob man bekannte Bewegungen nicht noch verbessern kann, man will wissen, ob und wie man sportliche Bewegungen verändern kann, man interessiert sich, wie man neue Bewegungen einordnen muß. Man fragt sich, ob man bestimmte (Bewegungs-)Ziele nicht auch anders erreichen kann, usw.

Das ständige Hinterfragen dessen, was momentan bekannt und üblich ist, die Suche nach Antworten, die Unzufriedenheit mit aktuell gegebenen Antworten, all dies ist wohl eine der wesentlichsten Triebfedern anfangs zur eklektischen Sammlung, dann aber zur systematischen Erfassung und Erforschung von Wissen, mit dessen Hilfe die diversen Fragen beantwortet werden können. Was ist dabei herausgekommen, und ist dabei nicht immer auch Wissen eingesetzt worden, das sportmedizinischen (sportbiologischen) Charakter hat?

### 3. Die Bewegungslehre als eine „Phänomenlehre“

Das Gebiet der Bewegungslehre war (und ist) vergleichbar mit dem, was man in anderen Disziplinen „Phänomen-Lehren“ nennt, so etwa die Elektrizitätslehre, die Optik, die Zahlenlehre, die Wahrscheinlichkeitslehre, die Wellenlehre,



die Sternkunde, aber auch die Arthrologie usw. Es ist ein Lehr- und Forschungsgebiet, das Phänomene aufgreift, die durch zwei Merkmale gekennzeichnet sind:

1. Das Phänomen ist relativ offenkundig, also gut von anderen abgrenzbar, so daß die Gegenstandsbestimmung unproblematisch erscheint, und

2. Das Phänomen ist keineswegs trivial; seine Erscheinungsformen reizen zum Nachdenken, zum Spekulieren, zum Erkunden, Erforschen und Aufklären.

Was beispielsweise Primzahlen sind, ist schnell gesagt: Zahlen ohne echte Teiler. Daß mit den Primzahlen viele Auffälligkeiten verbunden werden können (Primzahlzwillinge, Eindeutigkeit der Primzahl-Zerlegung, usw.), hat mathematisch Interessierte schon immer neugierig gemacht. Daß man Theorien entwickelte, mit denen die eine oder andere Auffälligkeit aufgeklärt werden konnte, war eine Konsequenz der wissenschaftlichen Neugier, und so konnte man relativ schnell eine Lehre von den Primzahlen entwickeln, die viele der Auffälligkeiten, aber durchaus immer noch nicht alle erklären konnte. Heute weiß man so viel mehr, daß die Lehre von den Primzahlen inzwischen nur noch ein Sonderfall von weit umfassenderen Theoriegebilden ist.

Mit der Optik, der Elektrizitätslehre, der Arthrologie oder anderen Lehren ist das ähnlich gewesen. Beeindruckend war und ist immer wieder, daß zu Beginn der Forschungen noch kaum jemand sagen konnte, wohin die Erkundungsreise gehen wird. Es war nur klar, daß man zur „Reise aufbrechen“ muß, weil Fragen drängten.

Die Bewegungslehre des Sports kann man in diesem Sinne verstehen. Mit dem Gegenstand sportliche Bewegungen hat man etwas, was - relativ oberflächlich gesehen - gut charakterisierbar ist. Sportliche Bewegungen sind der Kippaufschwung, die Hitch-Kick-Technik, das Parallele Grundschwingen, der Sprungwurf oder das Delphinschwimmen. Sportliche Bewegungen sind dagegen nicht das Einführen einer Spritze, das Geschirrspülen, das Eindrehen von Schrauben, das Einzementieren einer Hüfte oder das Spielen von Musikinstrumenten. Mit sportlichen Bewegungen sind auch immer Fragen verbunden, die man gelöst oder zumindest hinterfragt haben will, so z. B. vor allem die nach der besseren oder gar der besten Bewegungsausführung oder aber auch die nach der leichter erlernbaren (Zwischen- oder Teil-) Bewegung.

#### 4. Zentrale Mittel der Forschung in der Bewegungslehre

Wie in den genannten Phänomenlehren so hängt der Fortschritt im Aufklären auch bei der Bewegungslehre sehr stark von den Mitteln ab, die man zur Lösung der gestellten Fragen einzusetzen versucht. Ein Mittel, das wir am Tübinger Sportinstitut für wichtig und erfolgreich halten, ist die Idee der Funktionalisierung. Bei ihr wird unterstellt, daß man genau dann aufklären kann, wenn man annimmt, daß bei sportlichen Bewegungen möglichst wenig dem Zufall überlassen bleibt. Alles, was man tun soll, ist „verzweckt“. Jede Aktion und jede Aktionsmodalität sollte funktional bedeutsam sein. Unklar ist nur, wie man die diversen Funktionen entdecken und wie man die hypothetischen

## Verein für Rehabilitationstrainer e. V.

### 1. VRT-Kongreß

für Mediziner, Physiotherapeuten, Masseur, Sportlehrer, Sportwissenschaftler

in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Sportärzterverband und dem Deutschen Sportbund/Bereich Leistungssport

#### Thema:

**Aktuelle Trends in der Diagnostik, Therapie und Reha von Sport- und Unfallverletzungen**

am 8. und 9. November 1997

in der  
Euro-Med-Clinik Fürth

Organisation und Wissenschaftliche Leitung:

Dr. D. Ehrich  
R. Gebel; Dr. A. Güßbacher  
Dr. J. Runzheimer; Dr. U. Schreiber



### Heilmittel und Hilfsmittel

Richtlinien, Rechtsgrundlagen, Kommentar

E. Effer / A. Engels /  
K. W. Freigang /  
H. Korbmann

#### Heilmittel und Hilfsmittel

Richtlinien -  
Rechtsgrundlagen -  
Kommentar

#### Loseblattwerk in 1 Ordner,

mit der 4. Erg.Lief.,  
**Stand 1.6.1996**, DM 148,-  
Erg.Lief. DM 0,25/Seite  
ISBN 3-7691-3066-9



Deutscher Ärzte-Verlag



### Indikationsgerecht und wirtschaftlich

Dieser Kommentar zu den Heilmittel- und Hilfsmittelrichtlinien hilft Ihnen bei der wirtschaftlichen Planung Ihres Therapiekonzepts: gegen Restriktionen und Zuzahlungen. Mit einer praxisgerechten Auswahl aus dem neuen Hilfsmittelkatalog der Krankenkassen.

#### Stets aktuell durch rechtzeitige Ergänzungslieferungen

Zu beziehen über Ihre Buchhandlung oder

 **Deutscher  
Ärzte-Verlag**

Postfach 40 02 65  
50832 Köln  
Telefon 0 22 34/70 11-316/311  
Telefax 0 22 34/4 94 98

(184a)



Belegungen durch solche Funktionen nachweisen kann.

Eine Aufgabe dieses Beitrages soll sein, einige der Bemühungen darzustellen, insbesondere jene, die auf sportmedizinisches (sportbiologisches) Wissen angewiesen sind.

Ein fundamentaler Pfeiler für alle bewegungstheoretischen Betrachtungen unter funktionalem Aspekt ist die funktionale Belegung von ausgewählten oder herausgegriffenen Aktionen oder Aktionsmodalitäten. Mit ihr wird bestimmt, wozu z. B. ein Beugen (oder Strecken oder ...) in einer sportlichen Bewegung gemacht werden soll und warum die ausgewählte Aktion meist in einer mehr oder weniger genau festgelegten Weise auszuführen ist. Wenn man die (historische) Entwicklung von sportlichen Bewegungstechniken verfolgt, dann wird einem ziemlich schnell klar, daß nahezu alle funktionalen Belegungen im Sport von Anfang an (immer nur) heuristischen Charakter hatten. Man führte neue Bewegungsmuster ein oder „schwörte“ auf neue Technikvariationen, weil man davon überzeugt war - es aber nur selten nicht sicher wußte -, daß mit dem Neuen ganz Bestimmtes erreicht werden kann. Über Jahrzehnte hinweg waren - salopp ausgedrückt - die Veränderungen dieser Art bei sportlichen Bewegungen mehr vom „Prinzip Hoffnung“ bestimmt. Nur selten war es der Grund, daß Theoretiker die erwünschte Veränderung „berechnet“ und mit ihrer Theorie die Praktiker von der Richtigkeit der Veränderung überzeugt hatten. Das Beispiel der sogenannten HAY-Technik im Hochsprung (vgl. 1, S. 31) hatte, weil seine Umsetzung in die Praxis mißlang, eher dafür gesorgt, daß theoretisch begründete Empfehlungen in der Praxis noch skeptischer beurteilt wurden.

Eine funktionsanalytische Betrachtung löst dieses spezielle Belegungsproblem mit ihren Mitteln nicht. Sie geht nur davon aus, daß eine Bewegung konsequent auf ihre instrumentellen Bestandteile hin analysiert werden muß und daß aus einer funktionalen Belegung in gleicher Weise konsequent die Folgen zu beachten sind. Anders ausgedrückt: Funktionsanalytisch kümmert man sich systematisch um die Finalität der Bewegungsbestandteile, d. h., es ist aufzudecken, wozu die einzelnen Bewegungselemente gemacht werden sollen und zu welchen Folgen

solche Zwecksetzungen führen können oder führen müssen.

Wenn man diese Analyse erledigt hat, dann bleibt immer noch die Frage offen, ob das Vermutete (oder Beabsichtigte oder Gewollte) auch tatsächlich eintreten kann bzw. wird. D.h., es muß nach der Analyse, die ergibt, daß ein Bestandteil A gemacht wird, um Funktion F zu erreichen, eine weitere Analyse angesetzt werden, mit der zu überprüfen bzw. zu klären ist, ob das final Vermutete auch kausal interpretiert und gesehen werden kann. Der hypothetischen oder entdeckenden Funktionsanalyse muß eine funktionsbestätigende Analyse folgen.

Hier ist man in einer Situation, die mit der Funktionsbelegung der Muskeln in der funktionellen Anatomie vergleichbar ist: Es gibt gute Gründe, einem Muskel eine bestimmte Funktion zuzuordnen (weil man ihm in Standardsituationen relativ trivial die Beuge- oder Streckfunktion zuordnen kann). Dies bedeutet aber nicht, daß man von dieser Zuordnung auch in anderen Situationen ausgehen kann. Sportspezifische Situationen könnten zu anderen Belegungen führen. Erinnerung sei an das bekannte Lombardische Paradoxon und an seine Auswirkungen bei der Funktionsbelegung der Sprintmuskeln.

Im folgenden ist zu berichten, welche Anstrengungen unternommen werden, um diesen Übergang zu schaffen. Dabei wird erkennbar, daß das, was bisher als Bewegungslehre bezeichnet wurde, wohl nicht ohne das Wissen einer - auch sportmedizinisch geprägten - Bewegungserlehre auskommen kann. Es wird sich zeigen, daß man im angesprochenen Problemfeld weiterkommen kann, wenn man sich über die Funktionsweise des Bewegers (in großer Breite) kundig macht. Das Lehr- und Forschungsgebiet, das eingangs nur dem Phänomen „sportliche Bewegung“ gewidmet war, muß daher um Wissen aus jenem Gebiet ergänzt werden, das sich - ziemlich unabhängig von der sportlichen Bewegung bzw. von einer besonderen Ausrichtung auf Sport - mit den Fragen auseinandersetzt: wie funktioniert der sich bewegend Mensch, welches sind die Mechanismen, die es dem Menschen erlauben, eine zielgerichtete Bewegung erfolgreich auszuführen?

#### 4.1 LISREL - Ein Konzept zur Überprüfung von Kausalhypothesen

LISREL (die Abkürzung von Linear Structural Relationship) ist ein Verfahren, mit dem überprüft werden kann, ob theoretisch behauptete Kausalaussagen über ein Phänomen in empirisch gewonnenen Daten (wieder-)gefunden werden können. LISREL wird daher auch bei den (statistischen) Kausalanalysen eingeordnet. Man spricht vom „konfirmatorischen“ Charakter und meint damit, daß LISREL den hypothesenprüfenden statistischen Verfahren zuzurechnen ist.

Als Besonderheit von LISREL wird gesehen, daß mit seiner Hilfe (hypothetische) Kausalbeziehungen zwischen latenten, d.h. nicht direkt beobachtbaren Variablen überprüft werden. Für sportliche Bewegungen bedeutet dies, daß Aussagen wie ökonomischere Ausführung, schonendere Fahrform, weniger belastende Variante bei verschiedenen sportlichen Bewegungen nicht mehr nur auf Plausibilität begründet werden müssen: Sie werden auf sportphysiologischem Hintergrund als hypothetisches Konstrukt in eine Funktionsanalyse eingebracht. Konkret: Eine bestimmte Schwungform im Skilaufen wird nicht nur über plausible Argumente zum „Schonskilauf“ herausgestellt, ihre (vermeintlichen) Schonelemente lassen sich physiologisch (theoretisch) begründen, damit als hypothetische Konstrukte definieren und dann mit LISREL überprüfen. In einigen Fällen haben wir mit LISREL positive Erfolge erreicht: Bei der (sportlichen) Bewegung „Beidhändiger Überkopfwurf mit Medizinball auf Weite“ ist das Einnehmen einer Bogenspannung eine funktional belegbare Aktion. Sie wird (möglichst deutlich) ausgeführt, um ganz einfach ausgedrückt, mehr Wurfweite zu erreichen, oder um, spezifischer analysiert, mehr Vorspannung und damit mehr Anfangskraft in der nachfolgenden tätigen (Bein-Rumpf-) Muskulatur zur (Wurf-)Streckung zu erzielen. (Als theoretischen Hintergrund könnte man biomechanische Prinzipien von *Hochmuth* oder auch muskelphysiologische Argumente wählen.)

Hat die so unterstellte Funktion auch tatsächlich die entsprechende Wirkung? Diese Frage zu beantworten, ist Sache von LISREL. Wir haben diesbezüglich



Untersuchungen angestellt und als Ergebnis erhalten, daß die erste Unterstellung, wonach die Bogenspannung direkten Einfluß auf die Weite habe, sich nicht bestätigen läßt, während sich die zweite Vermutung über die positive Auswirkung auf die (Bein-Rumpf-)Muskulatur bewährt hat. Es scheint also, daß man mit LISREL an die Stellen herankommen kann, die in der funktionalen Analyse nicht bearbeitet werden können. Daß dem Verfahren Grenzen gesetzt sind, ist schon daran zu erkennen, daß mit ihm nur hypothetische Kausalaussagen linearer Natur verfolgt werden können.

#### 4.2 Dynamische Vorwärtssimulation - die ideale Lösung?

Bei der dynamischen Vorwärtssimulation geht es um die konstruktive Lösung, um die synthetische Erstellung einer (zielgerichteten) Bewegung. Zugrundegelegt wird ein (körperliches) Modell eines (menschlichen) Bewegers. Dieses Modell wird in aller Regel zunächst so einfach wie möglich gewählt, also z. B. nur aus zwei materiell bekannten Teilen, die gegeneinander bewegbar sind. Diese Bewegbarkeit ist im einfachsten Fall nur passiv gegeben. Sie kann aber auch aktiv modelliert werden. Wird letzteres getan, dann kann mit den Mitteln der klassischen Mechanik vorausgesagt werden, was sich ereignen wird, wenn verschiedene notwendige Rahmenbedingungen wie z. B. die Ausgangslage bekannt sind und der Beweger in dieser oder jener Weise „aktiv wird“. Was aber heißt: „In dieser oder jener Weise aktiv werden“? Beantworten kann man diese Frage nur, wenn mehr über die Drehmomente pro Gelenk und damit über die Muskelaktivitäten eines Bewegers bekannt ist. Die Tübinger Sportmedizin mit ihrer orthopädischen „Stütze“ ist ein idealer Wissenslieferant. Denn bislang kannte man für entsprechende Berechnungen nur Werte verwenden, die in der Literatur als Durchschnittswerte vorliegen. Individuelle Prognosen sind damit nicht zu leisten. In einem von der Tübinger Sportmedizin initiierten Projekt arbeiten wir zur Zeit an der Individualisierung der Bewegung „Schlußsprung aus dem Stand“. Über Filmanalyse und Kraftmessungen wollen wir an individuelle Werte von Probanden herankommen, um so neue Bewegungen mit ganz spezifischen Daten vorausberechnen zu können. Hier wird die Notwendigkeit der Zusammen-

arbeit von Sportmedizin, Sportwissenschaft und Physik besonders deutlich.

Die Vorwärtssimulation scheint also die ideale Lösung zu liefern. Wo sind Einwände zu erwarten? Die Einwände werden sich wohl auf die Art der Modellierung des Bewegers konzentrieren. Aus technologischen Gründen muß zur Zeit noch mit sehr einfachen Bewegungen in einfachen Situationen gearbeitet werden. Das führt in aller Regel auch nur zur Behandlung von einfachen sportlichen Bewegungen. Grundsätzlich ist jedoch die Einbeziehung komplexer Bedingungen möglich, insbesondere dann, wenn disziplinübergreifende Zusammenarbeit genutzt wird.

#### Ausblick: Bewegungslehre benötigt Beweginglehre

Anfangs war relativ ausführlich über eine als Phänomenlehre verstehbare Bewegungslehre nachgedacht worden. Es war (bewußt) nicht nachgefragt worden, warum man nicht auch in vergleichbarer Weise eine Beweginglehre auszeichnen könnte. Prinzipiell scheint dies möglich, und es ist unter abstraktem, theoretischem Interesse auch durchaus sinnvoll, statt der (sportlichen) Bewegung den (sportlichen) Beweger zum Gegenstands- und Problembereich einer eigenen Lehr- und Forschungsrichtung zu machen. In vielen Bereichen hat eine Beweginglehre große Verwandtschaft zu dem, was im Sport mit Theorie der Motorik oder in der Psychologie Psychobzw. Sensomotorik genannt wird. Die Amerikaner sprechen auch von Kinesiologie. Bei genauerem Hinschauen wird erkennbar, daß eine solche Beweginglehre sehr viele Kenntnisse der funktionellen Anatomie, der (Neuro-)Physiologie, der Orthopädie und anderer wissenschaftlicher Disziplinen benötigt.

Die Darstellungen dürften deutlich gemacht haben, daß man je nach Wahl des Phänomens nicht notwendig zu den gleichen Fragen gelangen muß. Wer den Beweger in den Vordergrund rückt und wer über dessen Funktionsweise Wissen zu sammeln oder zu entdecken versucht, der wird sehr bald feststellen, daß hierbei die komplexe sportliche Bewegung weit in den Hintergrund rücken kann. Das trifft auf die bekannten (und oben angedeuteten) mechanischen Zugänge bei der Vor-

wärtssimulation zu, es betrifft aber auch ganz andere Forschungsfelder im Bereich einer solchen Beweginglehre. In allen Fällen wird man aber bereichsübergreifendes Wissen einholen müssen. Der Bereich der Sportmedizin spielt dabei eine zunehmend wichtigere Rolle.

#### Literatur

1. Ballreich, R., W. Baumann (Hrsg.): Grundlagen der Biomechanik des Sports. Stuttgart 1988.
2. Göhner, U.: Einführung in die Bewegungslehre. Schorndorf 1992
3. Schädlich, G.: Das Studium der Sportwissenschaft. Wetzlar 1997.

#### Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. U. Göhner  
Institut für Sportwissenschaft  
Wilhelmstr. 124  
72074 Tübingen

### Sportmedizin und Handball

#### Interdisziplinäres Symposium

12.12.-13.12.1997 in Berlin

Die medizinische Kommission des Internationalen Handballverbandes veranstaltet mit dem Deutschen Sportärzteeund und dem Sportärzteeund Berlin im Rahmen der Handball-Weltmeisterschaft der Frauen am 12. und 13. Dezember 1997 in Berlin ein interdisziplinäres Symposium mit dem Titel „Sportmedizin und Handball“ für Sportmediziner, Trainer, Physiotherapeuten und Ernährungswissenschaftler“.

#### Themenschwerpunkte sind:

1. Beanspruchungsprofil, Testung der Leistungsfähigkeit und Umsetzung in die Praxis
2. Prävention und Rehabilitation typischer Verletzungen, Reintegration in den Sport
3. Ernährung/Wahrnehmung

#### Nähere Informationen:

Priv. Doz. Dr. Petra Platen  
Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin  
Deutsche Sporthochschule  
Carl-Diem-Weg 6, 50933 Köln