

## **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

### **Komponenten der Schnellkraftleistungen im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus**

**Gollhofer, Albert**

**Erlensee, 1987**

Einleitung

[urn:nbn:at:at-ubi:2-5079](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:at:at-ubi:2-5079)

## 0.0 Einleitung

Der motorischen Grundeigenschaft "Kraft" wird in den letzten Jahren zunehmende Bedeutung im gesamten Bereich des Sports beigemessen. Dabei wird gleichermaßen von der Sportpraxis und der Sportwissenschaft ein Interesse nach umfassender Erforschung dieser Basiseigenschaft geäußert. So wurden unter anderem Arbeiten publiziert, die sich mit ihrer Strukturierung befassen, mit dem Ziel, eine Aufteilung dieser Komplexeigenschaft zu erreichen. Dabei standen im wesentlichen zwei Aspekte im Vordergrund: Einerseits wurden Fragen nach dem Einfluß einzelner Komponenten auf die reale sportliche Leistung bearbeitet, andererseits wurden die dafür zur Verfügung stehenden Krafttrainingsmethoden überprüft.

Während in den bislang vorliegenden Untersuchungen zumeist isometrische und dynamisch-überwindende Kontraktionsformen im Vordergrund standen, ist es das Anliegen dieser Arbeit, eine Dimensionsanalyse der Schnellkraft unter Einbeziehung aller Kontraktionsformen (isometrisch, dynamisch-überwindend, dynamisch-nachgebend, Kontraktion im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus) vorzunehmen. Dabei wird unter Schnellkraft die Fähigkeit verstanden, in der zur Verfügung stehenden Zeit einen möglichst hohen Kraftstoß zu erreichen.

Unter Verwendung komplexer biomechanischer und elektrophysiologischer Untersuchungsmethoden soll diese Strukturierung bei verschiedenen Bewegungsformen vorgenommen werden. Dabei werden Schnellkraftleistungen bei isometrischer und konzentrischer Arbeitsweise mit Schnellkraftleistungen verglichen, die bei der Kombination von dynamisch-nachgebender (exzentrischer) und konzentrischer Arbeitsweise der Muskulatur realisiert werden.

In den letzten Jahren wurden die Komponenten von Schnellkraftleistungen beim isolierten isometrischen, dynamisch-überwindenden und dynamisch-nachgebenden Kontraktionsverhalten systematisch auf ihre Einflußgrößen hin untersucht. Zahlreiche Studien zu dieser Thematik legte die Freiburger Arbeitsgruppe von Bührle und Mitarbeitern (BÜHRLE 1985) vor.

Neben den oben genannten Kontraktionstypen stellt die Schnellkraftleistung im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ), die durch die Kombination von nachgebender (exzentrischer) und überwindender (konzentrischer) Arbeitsweise gekennzeichnet ist, ein interessantes Phänomen dar. Gerade die kombinierten Kontraktionsformen, wie sie im DVZ realisiert werden, treten bei einer Vielzahl von sportlichen Bewegungsvollzügen - Laufen, Gehen, Hüpfen, Springen - häufig auf. So scheinen Schnellkraftleistungen bei Bewegungen aus dem DVZ heraus durch leistungspotenzierende Effekte größer zu sein, als Schnellkraftleistungen bei einfachen dynamischen Kontraktionsformen. Dieser Sachverhalt soll durch folgendes Beispiel verdeutlicht werden: Bei Sprüngen mit einleitender Ausholbewegung (z. B. Jump & Reach) werden in der Regel größere Sprunghöhen erzielt als bei Sprüngen ohne diese Ausholbewegung (z. B. Vertikalsprünge aus der Kauerstellung), selbst wenn in beiden Fällen die Winkelstellung in den Gelenken und damit der Arbeitsweg in der Muskulatur identisch gestaltet werden kann.

Der individuell unterschiedlich ausgeprägte Grad der Leistungspotenzierung im DVZ und die Fähigkeit des Organismus', in bestimmten Bewegungssituationen dadurch mechanisch effizienter zu arbeiten, macht diesen Themenkomplex für die Sportwissenschaft bedeutsam.

Grundlegende Untersuchungen zum Leistungsverhalten im DVZ sind

bereits in den 60'er Jahren von CAVAGNA et al. (1965) und MARGARIA (1968) durchgeführt worden. Die Forscher haben mit Hilfe spiroergometrischer Untersuchungsmethoden einen deutlich niedrigeren  $O_2$  Verbrauch bei Bewegungsleistungen im DVZ gegenüber konzentrischen Bewegungsleistungen festgestellt, obwohl in beiden Fällen die meßbare mechanische Arbeitsleistung gleich groß war. Ebenso ermittelten THYS et al. (1972, 1975) bei Sprüngen mit Ausholbewegungen einen günstigeren Metabolismus durch reduzierten  $O_2$ -Verbrauch gegenüber Sprungformen ohne Ausholbewegung.

Mit der zusätzlichen Verwendung von elektromyographischen Untersuchungsmethoden (IEMG) brachten KOMI und Mitarbeiter (KOMI 1973) den neuromuskulären Aspekt in die Diskussion. In mehreren Publikationen, denen eine Vielzahl von untersuchten Bewegungsformen zugrunde lagen, formulierten KOMI und BOSCO die These, daß die leistungspotenzierenden Effekte im DVZ durch die elastischen Komponenten im Muskel zu erklären sind. Ferner wiesen sie nach, daß das IEMG-Kraft-Verhältnis bei rein exzentrischer Arbeitsweise gegenüber konzentrischer Arbeitsweise deutlich verringert war. Daraus folgerten sie, daß durch die vorangehende exzentrische Bewegungsphase die Möglichkeit zu erhöhter Kraftleistung während der anschließenden konzentrischen Phase besteht, was zu einer gesteigerten "mechanischen Effizienz" führt (BOSCO 1982).

Sowohl unter physikalischen als auch unter morphologisch-physiologischen Gesichtspunkten muß den elastischen Vorgängen bei Dehnungs-Verkürzungs-Zyklen eine zentrale Bedeutung eingeräumt werden. Deshalb soll in der vorliegenden Arbeit die Theorie des Elastizitätskonzeptes als Ausgangsbasis zur Erklärung der Leistungspotenzierung im DVZ herangezogen werden.

Es wird zunächst versucht, die Elastizitätstheorie schematisch darzu-

stellen, um anschließend den Begriff der Elastizität auf physiologische Fragestellungen zu übertragen.

Bei Untersuchungen des Muskels *in vivo* ist zu beachten, dass das Elastizitätsverhalten der Muskulatur nicht isoliert betrachtet werden kann, sondern immer die in Serie angeordneten Sehnen als wesentliche elastische Elemente berücksichtigt werden müssen. Dies führt zunächst zu einer Aufteilung des Theoriebereiches in Muskel- und Sehnenelastizität:

(1) Es wird das grundlegende Elastizitätsverhalten des isolierten Muskelpräparates (ohne Sehne) bei statischen und dynamischen Untersuchungsbedingungen diskutiert. Hierzu liegen aus der physiologischen Grundlagenforschung detaillierte Ergebnisse vor, die die Spannungs-Längen-Charakteristik des Muskels in unterschiedlichen Ausgangsbedingungen beschreiben. In ihren Interpretationen stimmen nahezu alle Forschergruppen darin überein, daß die Querbrücken des Akto-Myosin-Komplexes im kontraktilem Apparat der Muskulatur nicht nur die Funktion der aktiven Spannungsentwicklung haben, sondern daß sie darüber hinaus über elastische Strukturen und bestimmte Bindungsenergien verfügen, die sie gegenüber kleinen Dehnungsamplituden als elastische "Feder"-Elemente erscheinen lassen.

(2) In den letzten Jahren ist durch die systematische Erforschung des elastischen Verhaltens der Sehne die Diskussion über den möglichen Ort der Speicherung elastischer Energie vorangetrieben worden. Ausgehend von den physikalischen Elastizitätsparametern von Muskel- und Sehnenewebe haben ALEXANDER/BENNET-CLARK (1977) und MORGAN et al. (1978) den Nachweis zu erbringen versucht, daß ein Großteil der elastischen Energiespeicherung nicht in den Querbrücken der Arbeitsmuskulatur

stattfindet, sondern hauptsächlich die serienelastische Komponente, also die Sehne, als Ort der Energiespeicherung benutzt wird.

Beim Versuch beide Elastizitätskonzepte zu kombinieren, muß man allerdings davon ausgehen, daß die Arbeitsmuskulatur einer ständigen neuronalen Beeinflussung unterliegt, die das Kontraktionsverhalten und daraus resultierend die "Widerstandsfähigkeit" des gesamten tendomuskulären Systems gegenüber Dehnungen reguliert.

Aus diesem Grunde werden im Anschluß an die Vorstellung einiger grundlegender Innervationsprinzipien folgende Themenkomplexe bearbeitet:

- a) Die Bedeutung der Vorinnervation als Aktivierungsanteil zur Vorbereitung bzw. Voreinstellung des Bewegungsapparates auf die zu bewältigende Bewegungsaufgabe;
- b) Die Funktion der Reflexmechanismen, insbesondere der spinalen Dehnungsreflexe, als zusätzliche Innervationsgeneratoren zur Bereitstellung adäquater Muskelspannung während der exzentrischen Phase;
- c) Die Abhängigkeit von Vorinnervation und Ausprägung reflektorischer Aktivierung einerseits und Reflexaktivität und willkürlicher Aktivierung andererseits;
- d) Die Bedeutung von Innervationsanteilen während der konzentrischen Bewegungsphase.