**Zeitschrift:** Jugend und Sport : Fachzeitschrift für Leibesübungen der Eidgenössischen Turn- und Sportschule Magglingen

**Herausgeber:** Eidgenössische Turn- und Sportschule Magglingen

**Band:** 25 (1968)

**Heft:** 5

**Artikel:** Zur Trainingslehre : muskuläre Beanspruchungsformen und ihre leistungsbegrenzenden Faktoren

**Autor:** Hollmann, W.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-995164

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 20.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

Forschung—Training—Wettkampf

LEHRBEILAGE DER ETS-FACHZEITSCHRIFT FÜR DEN WETTKAMPFSPORT

3.1968.5

# Zur Trainingslehre: Muskuläre Beanspruchungsformen und ihre leistungsbegrenzenden Faktoren

Prof. Dr. W. Hollmann

(Mit Unterstützung des Kuratoriums für die Sportmedizinische Forschung e. V. – Gekürzte Fassung einer Gastvorlesung an der Universität Graz)

Die Sprache stellt unser wichtigstes Verständigungsmittel dar. Sie erfüllt ihren Zweck jedoch nur bei gleicher Auslegung bestimmter Begriffe. Neben festgelegten Definitionen muss vor allem eine Systematik als Grundlage einer analytischen Betrachtungsweise vorhanden sein. Das gilt in besonders hohem Masse für ein Gebiet wie die Trainingslehre, in welchem Wissenschaftler aus verschiedenen Wissenschaftsbereichen mit Nichtwissenschaftlern – Trainern und Sportlern – zusammenarbeiten. In ihren Begegnungen führen viele Diskussionen am Kernpunkt vorbei, weil man unter denselben Bezeichnungen oft Unterschiedliches versteht. Im folgenden soll daher ein physiologisch begründeter Grundriss der muskulären Beanspruchungsformen mit einer Definition der einschlägigen Begriffe und einer Aufführung der leistungslimitierenden Faktoren abgehandelt werden.

Struktur und Leistungsfähigkeit eines Organs werden bestimmt von Qualität und Quantität seiner Beanspruchung. Demgemäss üben qualitativ und quantitativ unterschiedliche Beanspruchungsformen der Skelettmuskulatur auch unterschiedliche Wirkungen auf die Organe aus. Ihre Kenntnis ist eine Voraussetzung zur sachgemässen und gezielten Steigerung des körperlichen Leistungsvermögens.

Es sind vier Hauptqualitäten muskulärer Beanspruchung zu unterscheiden:

1. Koordination,
2. Kraft,
3. Schnelligkeit,
4. Ausdauer.

Zu 1:

Unter der Koordination verstehen wir die Funktion von Zentralnervensystem und Skelettmuskulatur im Rahmen eines gezielten Bewegungsablaufes. Die Qualität der Koordination hängt massgeblich von zwei Faktoren ab:

- von der Beachtung der einschlägigen physikalischen Gesetze bei der Durchführung des Bewegungsablaufes;
- vom Übungsgrad der hierbei agonistisch-antagonistisch tätigen Muskulatur.

Je besser der Übungsgrad der Muskulatur ist, desto unbewusster läuft die betreffende Bewegungsausführung ab. Russische Autoren sprechen von der Ausbildung eines «motorisch-dynamischen Stereotyps». Sie verstehen darunter die durch Übung zu erreichende, optimale Innervierung über die einschlägigen motorischen Neurone der beanspruchten Muskulatur. Die durch gute Koordination eingesparte Sauerstoffmenge steht zur Vergrösserung der Höchstleistungsfähigkeit als Leistungsreserve zur Verfügung. Eine durch Übung verbesserte Koordination kann bis zu 15 Prozent Sauerstoffeinsparung für eine gegebene Leistung bedeuten. Der Übungsanstieg verläuft nach Lehmann etwa proportional dem Logarithmus der Zeit.

Die Bedeutung der Beachtung der einschlägigen physikalischen Gesetze versteht sich beim Wurf, Stoss und Sprung von selbst. Sie besitzt aber auch ihre Gültigkeit für den Lauf. So wird eine gegebene Laufgeschwindigkeit je nach Schrittlänge mit einem unterschiedlich grossen Sauerstoffaufwand getätigt. Infolgedessen kann die individuell grösstmögliche Leistung nur bei Einhaltung der optimalen Schrittlänge erbracht werden.

Zu 2:

Die Kraft kann unterteilt werden in:

1. Grundkraft (im Englischen = strength),
2. Schnellkraft (im Englischen = power).

Die Grundkraft ist das Maximum an Kraft, welches ein Muskel oder eine Muskelgruppe willkürlich gegen einen fixierten Widerstand auszuüben vermag. Sie hängt vornehmlich von folgenden Faktoren ab:

- von der Querschnittsgrösse der eingesetzten Muskelfasern,
- von der Muskelfaserzahl,
- von der Struktur des Muskels,
- von der Koordination und der Motivation.

Drei Haupttrainingsformen stehen zur Vergrösserung der Grundkraft zur Verfügung:

- ein dynamisches Krafttraining (früher als isotonisches Training bezeichnet),
- ein statisches Krafttraining (früher als isometrisch bezeichnet),
- ein exzentrisches Krafttraining (wiederholte passive Bewegungen gegen den maximalen Widerstand der betreffenden Muskelgruppe).

Mit jeder der drei Trainingsformen lässt sich die «Maximalkraft» eines Muskels erreichen. Eine jede verfügt in bezug auf die in einer spezifischen Sportart erforderlichen Kraft über Vor- und Nachteile. In der Praxis kommt es daher auf eine geeignete Mischung der verschiedenen Trainingsformen an, die sich nach den Bedürfnissen der betreffenden Sportart und nach den konstitutionellen Eigentümlichkeiten des betreffenden Sportlers zu richten hat.

Die Schnellkraft ist diejenige Kraft, welche eine Muskelgruppe im Rahmen eines gezielten Bewegungsablaufes willkürlich gegen einen Widerstand auszuüben vermag. Wesentlich für die Entwicklung einer grossen Schnellkraft sind:

die Grundkraft,
die Koordination,

– die Kontraktionsgeschwindigkeit der Muskulatur,
– die Berücksichtigung der einschlägigen physikalischen Gesetze.

Zu 3:

Es ist zu unterscheiden zwischen der Schnelligkeit in zyklischen und azyklischen Bewegungsformen. Dabei sind unter den zyklischen solche mit rhythmisch sich wiederholenden Bewegungsabläufen zu verstehen wie das Laufen, Radfahren, Schwimmen usw. Probleme der Schnelligkeit in azyklischen Bewegungsformen sind weitgehend mit denen der oben erwähnten Schnellkraft identisch. Darum sind an dieser Stelle nur zyklische Bewegungsformen zu verstehen.
Wir unterteilen in eine Grundschnelligkeit und eine Schnelligkeitsausdauer. Grundschnelligkeit ist die maximal erreichbare Geschwindigkeit bei einem zyklischen Bewegungsablauf. Physiologisch gesehen liegen die leistungslimitierenden Faktoren ausschliesslich im neuromuskulären System sowie in der Mechanik. So sind für den 100-m-Läufer – wobei diese Distanz bereits über die eigentliche Grundschnelligkeit nach obiger Definition hinausführt – folgende Faktoren bedeutsam:

– Grundkraft,
– Koordination,
– Kontraktionsgeschwindigkeit der Muskulatur,
– Viskosität,
– Extremitäten-Rumpf-Hebelverhältnisse,
– Reaktionsvermögen beim Start.

Die Schnelligkeitsausdauer wird unter der Ausdauer abgehandelt.

Zu 4:

Es ist zu differenzieren zwischen

– lokaler Muskelausdauer und allgemeiner Ausdauer.

Unter der lokalen Muskelausdauer verstehen wir die Ausdauer einer Muskelgruppe, die kleiner ist als $^1/_7$ bis $^1/_6$ der gesamten Skelettmuskulatur. Ist die beanspruchte Muskulatur hingegen grösser als dieser Grenzwert, so sprechen wir von einer Beanspruchung auf allgemeine Ausdauer.

Die lokale Muskelausdauer unterteilt sich in:

– lokale dynamische Muskelausdauer und lokale statische Muskelausdauer.

Unter der lokalen dynamischen Muskelausdauer verstehen wir die Fähigkeit, eine dynamische Arbeit unter Einsatz von weniger als $^1/_7$ bis $^1/_6$ der Skelettmuskulatur möglichst lange durchhalten zu können. Diese Ausdauer hängt ab von der Grösse der möglichen Sauerstoffzufuhr pro Zeiteinheit. Sie ist ihrerseits abhängig von der Summe der Gefässquerschnitte der arbeitenden Muskulatur (Kapillarisierung bzw. Vaskularisierung). Daneben spielen biochemische Faktoren eine Rolle (Myoglobin, Fermente u. a.).
Die lokale statische Muskelausdauer ist die Ausdauer einer Muskelgruppe von weniger als $^1/_7$ bis $^1/_6$ der gesamten Skelettmuskulatur bei einer statischen Arbeit. Leistungslimitierend wirkt hierbei:

– das Vermögen, eine möglichst grosse Energiemenge anaerob entwickeln zu können – das hängt wiederum von der Qualität und Quantität der Energiedepots sowie von von dem Fermentbesatz ab; zentrale Ermüdung. Hierbei handelt es sich um einen vom Zentralnervensystem gesteuerten Ermüdungsvorgang.

Im Training wird die lokale dynamische Muskelausdauer vornehmlich durch dynamische, die lokale statische Muskelausdauer vornehmlich durch statische Beanspruchungen erhöht.
Die allgemeine Ausdauer unterteilt sich in:

– allgemeine aerobe Ausdauer,
– allgemeine anaerobe Ausdauer.

Eine Beanspruchung auf allgemeine aerobe Ausdauer liegt dann vor, wenn eine dynamische Arbeit verrichtet wird unter Einsatz von mehr als $^1/_6$ bis $^1/_7$ der gesamten Skelettmuskulatur, einer Beanspruchungsintensität von mehr als 50 Prozent der maximalen Kreislauf-Leistungsfähigkeit und einer Belastungsdauer von mindestens zwei bis drei Minuten. Diese Definition bietet die Gewähr, dass den entscheidend leistungslimitierenden Faktor die kardiopulmonale Kapazität darstellt. (Mehr als $^1/_7$ bis $^1/_6$ der Skelettmuskulatur ist z. B. die Muskulatur beider Beine, mehr als 50 Prozent der maximalen Kreislaufleistungsfähigkeit entspricht bei männlichen und weiblichen Personen des dritten Lebensjahrzehnts einer Pulsfrequenz von im Mittel mehr als 130/min.
Das Bruttokriterium zur Beurteilung der Grösse der allgemeinen aeroben Ausdauer im Laboratorium ist die maximale Sauerstoffaufnahme/min. (als Vita maxima oder aerobe Kapazität bezeichnet). Die Haupttrainingsformen zur Verbesserung der allgemeinen aeroben Ausdauer sind dynamische Dauerarbeit, Intervallarbeit. Besondere Detailformen sind u. a. das Hügellauftraining und Circuit-Training.
Demgegenüber wirken bei der allgemeinen anaeroben Ausdauer die anaeroben Stoffwechselvorgänge in Verbindung mit dem Zentralnervensystem leistungsbegrenzend. Sowohl dynamische als auch statische Arbeit kann in ihrer Kapazität von der allgemeinen anaeroben Ausdauer begrenzt werden. Demgemäss könnte man weiter in eine allgemeine anaerobe statische und eine allgemeine anaerobe dynamische Ausdauer unterteilen.*)
Zur allgemeinen anaeroben dynamischen Ausdauer zählt die Schnelligkeitsausdauer (auch als «Stehvermögen» bezeichnet). Sie wird bereits im 200-m-Lauf der Leichtathletik wirksam und erreicht ihre massgebliche Bedeutung in den Mittelstreckendistanzen von 400 bis 1500 m. Hierbei werden die grössten Sauerstoffschulden eingegangen, wobei die höchsten Milchsäure- und die niedrigsten pH-Werte im Blut von allen Laufdistanzen der Leichtathletik überhaupt zu registrieren sind. Hier kommt es auf die Fähigkeit an, trotz dieser diskomfortablen Bedingungen eine hohe Leistungsfähigkeit aufrechterhalten zu können. Das spezielle Trainingsmittel ist der Tempolauf, worunter das

* Ähnliche weitere Unterteilungen sind auch an anderen Stellen dieses Schemas möglich. In Anbetracht der praktischen Trainingsgestaltung durch den Nichtmediziner wurde hierauf verzichtet, um die Übersichtlichkeit zu wahren.