

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

Band: 38 (1981)

Heft: 3

Artikel: Fasertypen in der Oberschenkelmuskulatur von Schweizer Mittelstrecken- und Langstreckenläufern

Autor: Billeter, R. / Howald, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-993791>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

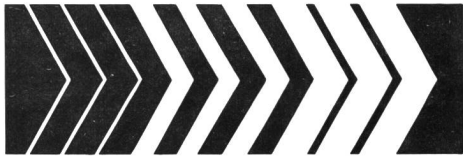
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

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



Fasertypen in der Oberschenkelmuskulatur von Schweizer Mittelstrecken- und Langstreckenläufern

R. Billeter und H. Howald

Die menschlichen Skelettmuskeln sind – wie diejenigen anderer Säugetiere – aus tausenden von Muskelfasern zusammengesetzt. Eine einzelne Faser ist etwa so dünn wie ein Haar, aber bis zu 10 oder 15 cm lang, je nach Grösse des Muskels.

Man unterscheidet heute 2 Arten von Muskelfasertypen: sogenannte «langsame» und «schnelle». Ihre Eigenschaften sind in Tabelle 1 zusammengetragen.

Beim Sport werden die Fasern in einer bestimmten Reihenfolge eingesetzt: bei leichten Belastungen eines Muskels (zum Beispiel Beinmuskeln bei leichtem Trab) arbeiten nur die langsamen Fasern, die anderen laufen passiv mit. Bei grösseren Belastungen (zum Beispiel Spurt) werden mehr und mehr schnelle Fasern dazugeschaltet. Damit man aber alle Fasern eines Muskels gleichzeitig zum Einsatz bringt, muss die maximale Kraft aufgewendet werden (zum Beispiel Stemmen eines schweren Gewichts).

Wie aus der Tabelle 1 hervorgeht, haben schnelle und langsame Fasern recht verschiedene Eigenschaften. Durch unterschiedliche Anteile von schnellen und langsamen Fasern in einem Muskel kann die Natur die Eigenschaften eines bestimmten Muskels «nach Mass» einstellen. Ein Muskel mit einem hohen Anteil an schnellen Fasern entwickelt zum Beispiel mehr Schnelleistung als ein vergleichbarer Muskel mit einem hohen Prozentsatz an langsamen Fasern. Dafür ist der Muskel mit mehr langsamen Fasern deutlich ausdauernder als der mit mehr schnellen.

So ist es nicht verwunderlich, dass die Faserzusammensetzung der wichtigen Muskeln bei Spitzenathleten von Sportart zu Sportart verschieden ist. Für Läufer gilt zum Beispiel: je schneller sie in ihrer Spezialdisziplin laufen müssen (das heisst je kürzer die Distanz), desto mehr schnelle Fasern haben sie in ihren Beinmuskeln.

Tabelle 1: *Eigenschaften der menschlichen Muskelfasertypen*

Eigenschaft	Langsame Fasern = Typ I-Fasern = slow twitch Fasern ST-Fasern	Schnelle Fasern = Typ II-Fasern = fast twitch Fasern FT-Fasern
max. Zuckungsgeschwindigkeit	durchschnittlich 70 Tausendstelsssekunden	durchschnittlich 100 Tausendstelsssekunden
Kraftentwicklung	durchschnittlich 11,5 g	durchschnittlich 25 g
Energiebereitstellung	aus Glykogen und Fett, unter Verbrauch von Sauerstoff, es wird wenig Milchsäure gebildet	hauptsächlich aus Glykogen, es wird viel Milchsäure gebildet und wenig Sauerstoff verbraucht
Blutversorgung (= Versorgung mit Sauerstoff)	durchschnittlich 4,8 Kapillaren pro Faser	durchschnittlich 2,9 Kapillaren pro Faser
Ermüdung	ermüdet erst nach mehreren hundert Kontraktionen	ermüdet bereits nach wenigen Kontraktionen

Zwischen den «langsamen» und «schnellen» Fasern gibt es sogenannte «Zwischentypen» (= Intermediärtypen), die in ihren Eigenschaften zwischen «langsamen» und «schnellen» Fasern liegen. Sie sind im Normalfall selten (zum Beispiel nur 0–1 Prozent der Fasern eines Beinmuskels), treten aber dann etwas häufiger auf, wenn «schnelle» Fasern in «langsame» umgewandelt werden und umgekehrt.

Untersuchungen an Spitzenathleten

In einer wissenschaftlichen Studie wurde die Faserzusammensetzung des Oberschenkelmuskels (M. vastus lateralis) von 7 Mittelstreckenläufern und von 9 Langstreckenläufern der Schweizer Spitzenkader untersucht und mit derjenigen von 6 gleichaltrigen untrainierten Männern verglichen. Die Ergebnisse dieser Studie sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

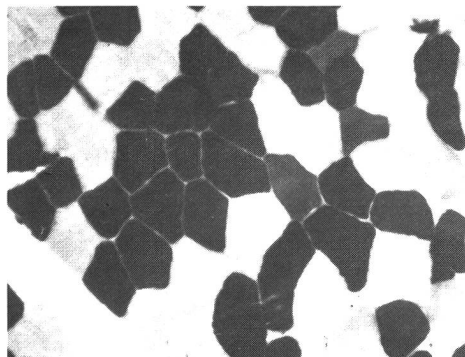
Je länger die gelaufene Distanz wird, desto höher liegt im Muskel der Anteil an langsamen Fasern. Zwischentypen sind im Durchschnitt aller untersuchten Personen selten, können aber im Einzelfall doch gegen 10 Prozent aller Fasern ausmachen.

Die Faserzusammensetzung bei Schweizer Spitzenläufern ist mit den in Tabelle 3 zusammengestellten Werten von Spitzenathleten aus Schweden und USA vergleichbar.

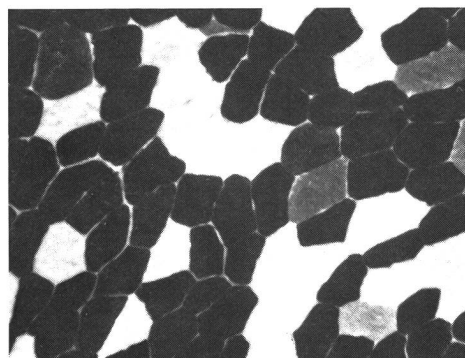
Tabelle 2: Prozentualer Anteil der verschiedenen Muskelfasertypen im *M. vastus lateralis* (Mittelwerte und Streubereich)

	schnelle Fasern	Zwischentypen	langsame Fasern
<i>Untrainierte Männer</i>	47,5% (40,1–64,9)	1,2% (0–2,6)	51,3% (43,7–58,7)
<i>Mittelstreckenläufer</i>	34,7% (24,5–50,0)	2,7% (0,1–8,2)	62,6% (48,7–72,1)
<i>Langstreckenläufer</i>	20,4% (3,9–30,9)	1,7% (0–11,9)	77,9% (68,6–92,9)

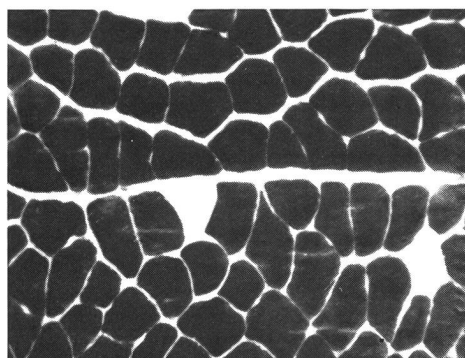
Auf den folgenden Abbildungen sind typische Fasermuster je eines untrainierten Mannes, eines Mittel- und eines Langstreckenläufers wiedergegeben.



Oberschenkelmuskulatur eines untrainierten Mannes, Querschnitt, Vergrößerung zirka 200mal. ATPase-Färbung nach Vorinkubation bei pH 4.6: 49 Prozent schnelle Fasern (hellgrau), 3 Prozent Zwischentypen (dunkelgrau) und 48 Prozent langsame Fasern (schwarz).



Oberschenkelmuskulatur eines Mittelstreckenläufers (Technik wie in Abb. 1): 25 Prozent schnelle Fasern, 8 Prozent Zwischentypen und 67 Prozent langsame Fasern.



Oberschenkelmuskulatur eines Marathonläufers (Technik wie in Abb. 1 und 2): 7 Prozent schnelle Fasern und 93 Prozent langsame Fasern.

Tabelle 3: Prozentualer Anteil der Muskelfasertypen bei ausländischen Spitzenläufern (nach D.L. Costill et al., J. appl. Physiol. 40, 149, 1976)

	schnelle Fasern	langsame Fasern
Sprinter	76%	24%
Mittelstreckenläufer	38%	62%
Langstreckenläufer	21%	79%

In einer Untersuchung in Schweden fand man überdies, dass spurtstärkere Mittelstreckler etwas mehr schnelle Fasern haben als spurtschwächere, dafür liefen die spurtschwächeren eher bessere Zeiten über 3000 m.

Vererbung oder Training?

Die Frage stellt sich natürlich, ob die Faserverteilung durch Training bedingt ist oder ob man sie vererbt bekommt, das heisst ob man zum Beispiel «als Langstreckler geboren» wird. Das Problem ist noch nicht restlos geklärt. Man weiss aber heute, dass es möglich ist, durch Training schnelle Fasern in langsame umzuwandeln und umgekehrt. Zum einen konnten wir mit neuen Methoden eine lückenlose Reihe von Zwischentypen zwischen schnellen und langsamen Fasern feststellen und so den Weg aufzeichnen, den eine Faser beim Umprogrammieren von «schnell» auf «langsam» und umgekehrt zu gehen hat. Zum andern zeigte eine Untersuchung aus Schweden, dass sich die Faserzusammensetzung in den Oberschenkelmuskeln von Langstreckenläufern während der verschiedenen Trainingsphasen leicht ändert (Tabelle 4).

Tabelle 4: Faserzusammensetzung von schwedischen Langstreckenläufern während des Jahres (nach E. Jansson et al., Acta physiol. Scand. 104, 235, 1978)

Athlet	Nach dem Wintertraining			Nach der Wettkampfsaison		
	schnelle Fasern	Zwischentypen	langsame Fasern	schnelle Fasern	Zwischentypen	langsame Fasern
G.W.	40%	0%	60%	51%	15%	34%
T.B.	16%	1%	83%	11%	12%	77%
C.I.	32%	0%	68%	45%	7%	48%
M.H.	34%	1%	66%	39%	14%	48%
Mittelwerte	30%	1%	69%	36%	12%	52%

Wintertraining: aerob, durchschnittlich 100 km/Woche. – Sommertraining: aerob/anaerob, durchschnittlich 70 km/Woche, wovon 2- bis 3mal pro Woche anaerob auf der Bahn.

Auch aus der Untersuchung eigener Muskeln ging hervor, dass es möglich ist, durch vermehrtes Ausdauertraining schnelle Fasern in langsame umzuwandeln. Doch braucht es dazu relativ viel Training über einen langen Zeitraum. Ob die bei Spitzenathleten ermittelten Faserzusammensetzungen nur durch das langjährige Training erreicht wurden oder ob doch auch vererbte Faktoren mitgespielt haben, lässt sich heute noch nicht sicher feststellen.

Bedeutung für die Praxis

Man darf die Bedeutung der Muskelfaserzusammensetzung für die sportliche Leistung nicht überschätzen. Dies geht unter anderem auch aus den in Tabelle 2 ersichtlichen, relativ grossen Streubereichen für die einzelnen Fasertypen hervor. Im Einzelfall kann die Faserzusammensetzung erheblich von den für eine Gruppe ermittelten, typischen prozentualen Verhältnissen abweichen und der betreffende Athlet kann trotzdem eine hohe Leistung erzielen. Der Anteil an schnellen und langsamen Muskelfasern ist auch im Mittel- und Langstreckenlauf nur einer von verschiedenen Faktoren, die limitierend sein können. Es gibt andere Eigenschaften, die unter Umständen in einem Rennen eine noch grössere Rolle spielen (zum Beispiel Motivation, Hebelverhältnisse des Körpers, Herz-Kreislaufsystem usw.). Damit wird auch klar, dass zum Beispiel eine Talentwahl rein aufgrund des Fasermusters wenig sinnvoll wäre, abgesehen davon, dass sich ein solches Vorgehen wegen des grossen technischen Aufwandes kaum würde realisieren lassen.

Literatur beim Autor.