



### Dr. Axel Gottlob

Der Diplom Ingenieur, Biomechaniker und promovierte Sportwissenschaftler gilt als führender Krafttrainingsexperte Deutschlands. In Fitnessstudios aufgewachsen (1959 erstes Sportstudio von Vater Peter Gottlob), ist er seit 30 Jahren in der Fitnessbranche tätig, war viele Jahre lang erfolgreicher Trainer und Anlagenleiter und wurde 1982 Deutscher Meister im Bodybuilding. Er forscht und entwickelt seit 1982 im Bereich professioneller Trainingsmaschinen (4 Patente, Erfinder der Multi-Motion-Technologie), betreut Leistungssportler, Patienten, Firmensportgruppen und Vereine, ist Fachbuchautor und seit 7 Jahren Dozent am Sportwissenschaftlichen Institut der Universität Heidelberg.

Mit seiner Firma „Dr.Gottlob Research Education und Consulting“ bildet er Trainer und Therapeuten auf Top-Niveau aus, berät Firmen, Fitnessanlagen und therapeutische Einrichtungen im Bereich Ausstattung, Trainingssteuerung, Krafttraining und Korrekturen am Bewegungsapparat sowie in kundenorientierter Unternehmensführung und Kundenmotivation. Auf nationalen und internationalen Kongressen ist er seit über 10 Jahren als einer der motivierendsten Referenten bekannt.

E-Mail: [gottlob@gofit.de](mailto:gottlob@gofit.de)

# Welche Muskelfunktion trainieren Sie?

## Teil 1 einer Artikel-Serie aus dem Dr. Gottlob Trainingskonzept

Bekannterweise kann ein Muskel einen Widerstand überwinden, ihm kontrolliert nachgeben oder ihn halten. Diese einfach anmutende kontraktile Fähigkeit macht die Muskulatur jedoch zu einem überragenden Organ. Ohne sie keine Bewegung, kein Halt, keine Belastbarkeit, kein Schutz und schliesslich kein Leben. Ihre Benutzung prägt unser Skelett, kräftigt alle kraftübertragenden Strukturen und formt schliesslich auch unser Äusseres. Mit 40% Anteil an der Gesamtkörpermasse repräsentiert sie das grösste Stoffwechselorgan, bietet den grössten Energiedurchsatz, ist Adressat vieler Hormone und beeinflusst den Gehirnstoffwechsel und die zerebrale Entwicklung. Muskelabbau ist ein Schlüssel des Alterns, aber Muskeln sind auch altersunabhängig trainierbar. Durch ein adäquates Training ist Altern zwar nicht aufhaltbar, aber doch relativierbar mit weitreichenden Folgen im Hinblick auf die Lebensqualität.

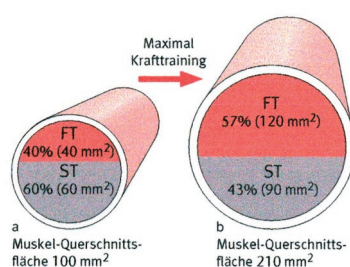
### Muskelfasern

Der menschliche Skelettmuskel besteht aus vielen zehntausend bis über einer Million Muskelfasern. Diese lassen sich in mehrere verschiedene Fasertypen mit den beiden Hauptgruppen den **FT** (Fast Twitch = schnell zuckende) und den **ST-Fasern** (Slow Twitch = langsam zuckende) unterscheiden.

FT-Fasern werden mit ihren höheren Reizschwellen erst bei sehr schnellen Bewegungen oder bei hohen und höchsten Widerständen rekrutiert, die ST-Fasern mit ihren niedrigen Reizschwellen treten dagegen grundsätzlich in Aktion und werden bei kontinuierlichen Belastungen dauerhaft eingesetzt. FT-Fasern nutzen als Energiequelle Kreatinphosphat und das Glykogen, hingegen die ST-Fasern mit ihrem Mitochondrienreichtum bevorzugen die aerobe Energiegewinnung. Wie viel

Fasern eines bestimmten Typs im jeweiligen Muskel vorliegen, ist von Muskel zu Muskel und insbesondere von Mensch zu Mensch sehr verschieden. So konnte *Howald* über Muskelbiopsien bestätigen, dass in einem bestimmten Muskel die Häufigkeit eines Fasertyps individuell von 20% bis 80% variiert. Diese Faserverteilung ist weitgehend genetisch determiniert, wobei in jungen Jahren je nach körperlicher Anforderung noch gewisse Ausdifferenzierungen stattfinden. Insbesondere weisen Spitzensportler im Ausdauerbereich in der sportrelevanten Muskulatur eine ST-Faser-Dominanz und im Schnell- sowie Maximalkraftbereich jeweils eine FT-Faser-Dominanz auf.

Umwandlungen der Fasertypen in beide Richtungen (ST→FT und FT→ST) konnten am isolierten Muskel im Labor durch entsprechende elektrische Reizungen und in Tierexperimenten durch Kreuzinnervationen erreicht werden. Hierzu wurde der Nerv eines schnellen Muskels in einen überwiegend langsamen Muskel implantiert (und umgekehrt), mit dem Ergebnis einer vollständigen Faserumwandlung. Am Menschen hingegen scheint eine morphologische Umwandlung nur von FT→ST möglich zu sein. Eine Umwandlung von ST→FT scheitert daran, dass zwischen den Trainingseinheiten die ST-Fasern unweigerlich wieder unter der niederfrequenten Dauerstimulation stehen [MacDougall]. In Bezug auf die Querschnittsfläche des Muskels kann jedoch eine gewisse „Verschiebung der prozentualen Faserzusammensetzung“ von ST→FT dargestellt werden. Führt ein Sportler hierzu für diesen Muskel primär ein Maximalkrafttraining durch, kommt es in erster Linie zu einer Verdickung der FT-Fasern und damit querschnittsbezogen zu einer Änderung der Faserzusammensetzung.



**Abb. 1** Beispielhafte Änderung einer gegebenen Muskelfaser-Verteilung in Bezug auf die Querschnittsfläche [Gottlob 2001]

- Gegebene 40/60 FT/ST-Faserquerschnitts-Verteilung
- Hypertrophierte Muskelfaser mit 200%iger FT-Verdickung und 50%iger ST-Verdickung ergibt neue Faserquerschnitts-Verteilung von 57% FT und 43% ST.

## Trainingskonsequenz:

- Für eine allgemeine Leistungssteigerung ist der Aufbau beider Fasertypen erforderlich. Ein Cardiotraining und diverse Alltagsbelastungen dienen der ST-Faser-Entwicklung, das Hypertrophie- und Maximalkrafttraining fördert hingegen die Entwicklung der FT-Fasern.
- Würde nur ein ST-Fasertraining betrieben werden, kämen Faktoren wie Schnelligkeit, Kraft, Gelenkschutz, Knochenaufbau, Beweglichkeit oder Haltung zu kurz. Beim reinen FT-Fasertraining würden Kapillarisierungseffekte, Mitochondrienvermehrung, oxidative Enzymaktivitäten oder der Fettstoffwechsel vernachlässigt werden.
- Sportspezifische Leistungssteigerungen erfordern eine entsprechende Schwerpunktsetzung.

## Halte- und Bewegungsmuskeln

Je nach anatomischer Lage wird die Skelettmuskulatur von mehreren Autoren in „Bewegungsmuskeln“ und in „Haltemuskeln“ unterteilt. Die Haltemuskeln werden als tonische Muskeln mit entsprechend vermehrtem ST-Faseranteil charakterisiert, die Bewegungsmuskeln als phasische Muskeln mit vermehrtem FT-Faseranteil. Haltemuskeln stabilisieren das Gelenk und bewegen die Gelenkpartner nicht, Bewegungsmuskeln zeichnen entsprechend für die Bewegung. So hätte insbesondere die Rumpfmuskulatur primär Haltefunktion und müsste in der Trainingskonsequenz entsprechend isometrisch oder minimal dynamisch trainiert werden. Entsprechend verwenden viele Anwender vorwiegend im physiotherapeutischen Bereich aber auch bei Trainingsformen wie Pilates für die „Haltemuskeln“ isometrische oder minimal dynamische Kräftigungsübungen. Nur Bewegungsmuskeln werden grossamplitudig beübt. Dieser anatomischen Unterteilung mit ihrer kategorischen Trainingskonsequenz kann aus den folgenden Gründen nicht zugestimmt werden.

Zum einen konnte histologisch nachgewiesen werden, dass vermeintlich tonische Muskeln wie z.B. der Rektus femoris, die ST-faserdominant sein sollen, über einen weit über 50%igen FT-Faseranteil verfügen und umgekehrt [Freiwald]. Ausserdem ist wie oben gezeigt die Faserverteilung von Mensch

zu Mensch sehr verschieden und hängt darüber hinaus auch noch von der lokalen Entnahmestelle am jeweiligen Muskel ab.

Zum anderen weisen auch die korrespondierenden Gelenke der Haltemuskeln eine hohe Gelenkbeweglichkeit auf. Bedenkt man z.B. die enorme Beweglichkeit der Wirbelsäule, so würde der reine Stabilisationsauftrag für die Rumpfmuskulatur dieser Flexibilität nicht gerecht werden. Betrachtet man die als „Haltemuskeln“ einklassifizierten Halswirbelsäulen-, Rückenstreck- und Bauchmuskeln, so stellt man denn auch grosse Verkürzungsstrecken sowie erhebliche Bewegungsamplituden der korrespondierenden Gelenke fest.

Halte- oder Bewegungsmuskel? Ob ein Muskel Halte- oder Bewegungsarbeit zu leisten hat, hängt somit nicht von seiner „Art“ oder seiner „anatomischen Position“ ab, sondern einzig und allein von der Krafttrainingsübung bzw. von der Tätigkeit, die man gerade ausführt. Das bedeutet allein übungsspezifische Faktoren wie z.B. die Körperposition, die Widerstandsrichtung, die Bewegung und der Koordinationsgrad entscheiden über die jeweilige Muskelfunktion.

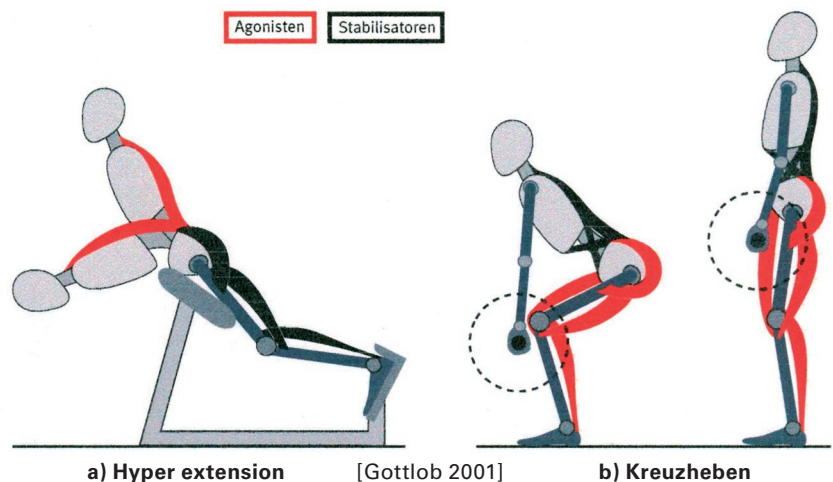
## Beispiel Rumpfmuskulatur

Die Rückenstreckmuskulatur ist bei Wirbelsäulenextensionsübungen wie z.B. beim Hyper extension als Agonist (Hauptbewegungsmuskel) tätig. Die Bauchmuskulatur ist hierbei der Antagonist (muskulärer Gegenspieler) und als Stabilisatoren (Haltemuskeln)

wirken u.a. alle Hüftstrecker wie die Gesässmuskeln, Ischiocruralen und die ISG-umgurtende Muskulatur (ISG = Iliosakralgelenk). Beim Kreuzheben demgegenüber wirken nun u.a. die Hüftstrecker und der Quadrizeps als die Agonisten, die Rückenstreckmuskeln und die seitlichen Bauchmuskeln als Stabilisatoren und die Hüftbeuger haben antagonistische Funktion.

## Trainingskonsequenz:

- Die für Sie trainingsrelevanten Muskeln sollten mittels unterschiedlicher Übungen in ihrer Funktion sowohl als Bewegungsmuskel aber auch als Haltemuskel trainiert werden.
- Das Bewegungsmuskeltraining sollte grossamplitudig erfolgen.
- Das Haltemuskeltraining sollte, anders als häufig praktiziert, nicht völlig statisch durchgeführt werden, sondern mittels einer Muskelschlingenübung erfolgen. Am Beispiel des Kreuzhebens für die Rückenstrecker sei nochmals erläutert: Die wichtige Stabilisierungsfunktion des Rückenstreckers für die Wirbelsäule wird innerhalb des Kraftflusses der wirkenden Last trainiert. D.h. der Körper lernt die hohe Belastung innerhalb der Wirbelsäule axial zu organisieren, denn auf Druck ist die Wirbelsäule am weitaus höchsten belastbar. Ein rein statisches Training hingegen ohne diese Stabilisierungsarbeit bringt koordinativ nicht viel und bedeutet keine Leistungssteigerung!



**Abb. 2 Muskelfunktionen der Rückenstreck- und Hüftstreckmuskulatur bei:**  
 a) Hyper extension: Rückenstrecker = Agonist; Hüftstrecker = Stabilisator  
 b) Kreuzheben: Rückenstrecker = Stabilisator; Hüftstrecker = Agonist

Abbildungen aus: Axel Gottlob: „Differenziertes Krafttraining“;  
 Urban & Fischer Verlag; ISBN: 3-437-47050-7  
 Ausbildungen zum MASTER Fitness Trainer unter [gottlob@gofit.de](mailto:gottlob@gofit.de)