



## NAWI-XTRA

### Aktive Bewegung – ein wichtiges Kennzeichen des Lebens

Ein erheblicher Teil der **Energie**, die durch Stoffwechselfvorgänge freigesetzt wird, dient der Bewegung.

Drei Grundtypen der aktiven Bewegung bei Tieren lassen sich unterscheiden:

- Die **Plasmabewegung** spielt sich im flüssigen Zytoplasma ab, das in beliebige Richtung strömt, z. B. amöboide Bewegung der Wurzelfüßer (Amöbe) und Wanderzellen bei Vielzellern (weiße Blutzellen).
- Die **Flimmerbewegung** erfolgt mit Hilfe von Plasmafortsätzen, den Geißeln oder Wimpern. Sie dient vielen Protozoen als Fortbewegung (Geißelträger, Wimpertierchen). In fast allen Tierstämmen dient die Tätigkeit eines Flimmerepithels auch dazu, eine Strömung zu erzeugen, durch die z. B. Atemwasser, Nahrungsteilchen oder Darminhaltsstoffe weiterbewegt werden.
- Die **Muskelbewegung** ist für alle vielzelligen Tiere typisch.

### Das Skelett ist der passive, die Muskulatur der aktive Teil unseres Bewegungsapparates

Die charakteristische Eigenschaft des Muskels ist die Fähigkeit zur **Kontraktion**. Diese wird durch besondere Differenzierungen des Plasmas der Muskelzellen, den so genannten Muskelfibrillen (**Myofibrillen**), ermöglicht.

Nach **Aufbau** und **Funktion** unterscheidet man:

1. Die **glatte Muskulatur** der inneren Organe (u. a. Darm, Blutgefäße, Blase) besteht aus einzelnen, spindelförmigen Muskelzellen. Sie arbeitet langsam, ausdauernd, mit geringem Energieaufwand. Ihre Tätigkeit ist unwillkürlich und wird vom vegetativen Nervensystem gesteuert.
2. Der **Herzmuskel** ist aus netzartig miteinander verbundenen Muskelzellen aufgebaut. Die Myofibrillen sind quergestreift und arbeiten unwillkürlich.
3. Die **quer gestreifte Muskulatur** bewegt unser Skelett (Skelettmuskulatur). Ihre Tätigkeit ist willkürlich und braucht viel Energie. Sie besteht aus:
  - langgestreckten **Muskelfasern** mit zahlreichen Zellkernen.
  - Die **Muskelfibrillen** in den Muskelfasern bestehen aus dünnen Aktinfilamenten und dickeren Myosinfilamenten.
  - Sie sind zu Einheiten (**Sarkomere**) zusammengefasst und bilden hellere und dunklere Abschnitte, die regelmäßig abwechseln (**Querstreifung**).

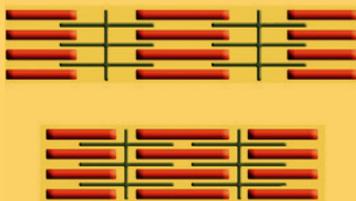


Abb. 1 Ablauf der Muskelkontraktion (schematisch)

Muskelfasern sind zu **Faserbündeln** vereinigt. Viele Faserbündel bilden einen **Muskelstrang**, der von einer elastischen Hülle umgeben ist. Zwischen den Faserbündeln verlaufen Blutgefäße und Nerven. Viele Muskelstränge ergeben den Muskel.

**Geißeln** = Cilien = Flimmerhärchen, Plasmafortsätze

**Flimmerepithel** = Deck- oder Drüsengewebe aus Zellen, die Geißeln (Cilien) besitzen

**Kontraktion** = Zusammenziehen einer Struktur

**Myofibrillen** (Muskelfibrille) = Funktionseinheit des Plasmas der Muskelzelle; aus Sarkomeren aufgebaut

**Sarkomer** = hintereinander geschaltete Baueinheiten der Muskelfibrille

**Filamente** = dünne fadenförmige Zellstrukturen der Muskelzellen

**Aktin** und **Myosin** = Eiweißmoleküle der Muskelfilamente; ermöglichen die Kontraktion



## Wie bewegen sich Muskeln?

Bei der Kontraktion einer Muskelfaser gleiten dünne **Aktinfilamente** zwischen die **Myosinfilamente**, indem die beiden Moleküle chemische Bindungen eingehen und wieder lösen.

Die Kontraktion des Skelettmuskels wird durch einen elektrischen **Impuls** vom Zentralnervensystem ausgelöst.

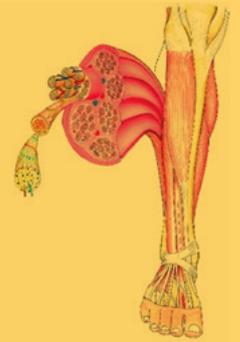
Die Energie für die Vorgänge der Muskelkontraktion liefert die Spaltung von **ATP**.

Während der Erschlaffung des Muskels wird ATP aus Kreatinphosphat und Glycogen wieder aufgebaut:



Glycogen wird zu **Glucose** abgebaut und diese im Zuge der Zellatmung mit Hilfe von Sauerstoff oxidiert. Der Sauerstoff stammt aus dem Blut und aus dem Vorrat im Muskelfarbstoff (**Myoglobin**).

Sauerstoffmangel (z. B. bei Überlastung) führt zu einer Ansammlung von **Milchsäure** (keine Atmung, sondern Gärung), ein Muskelkrampf und später auftretender „Muskelkater“ sind die Folgen.



**Abb. 2** Bau eines menschlichen Skelettmuskels

**Myoglobin** = Muskelfarbstoff, ähnlich dem Hämoglobin; besitzt die Fähigkeit, Sauerstoff zu binden und ist für die Rotfärbung des Muskels verantwortlich