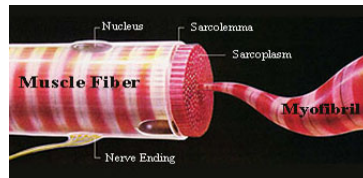


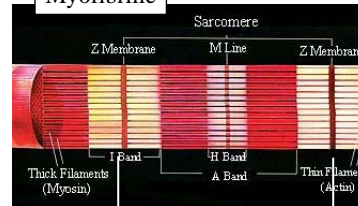
## Aufbau des quergestreiften Muskels



Muskel

Muskelfaser,  
Muskelzelle

Myofibrille

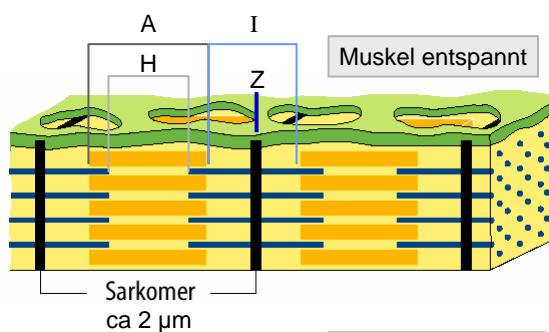


Sarkomer

Was stimmt hier nicht ?

- A) Ein Muskel besteht aus mehreren Muskelfasern.
- B) Eine Muskelfaser besteht aus mehreren Muskelzellen.
- C) Eine Muskelzelle besteht aus aneinander gehängten Sarkomeren
- D) Eine Muskelzelle hat oft mehrere Zellkerne.
- E) Die Muskulatur der Magenwand hat keine Querstreifung

## Mechanismus der Kontraktion



## Gleitfilament-Theorie

Ein Muskel verkürzt sich durch Übereinandergleiten der Aktin- und Myosin-Filamente.  
→ Verkürzung der Sarkomere

Verkürzung bis zu 50% beim Skelettmuskel, 75% beim glatten Muskel

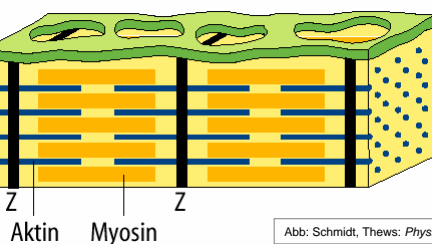
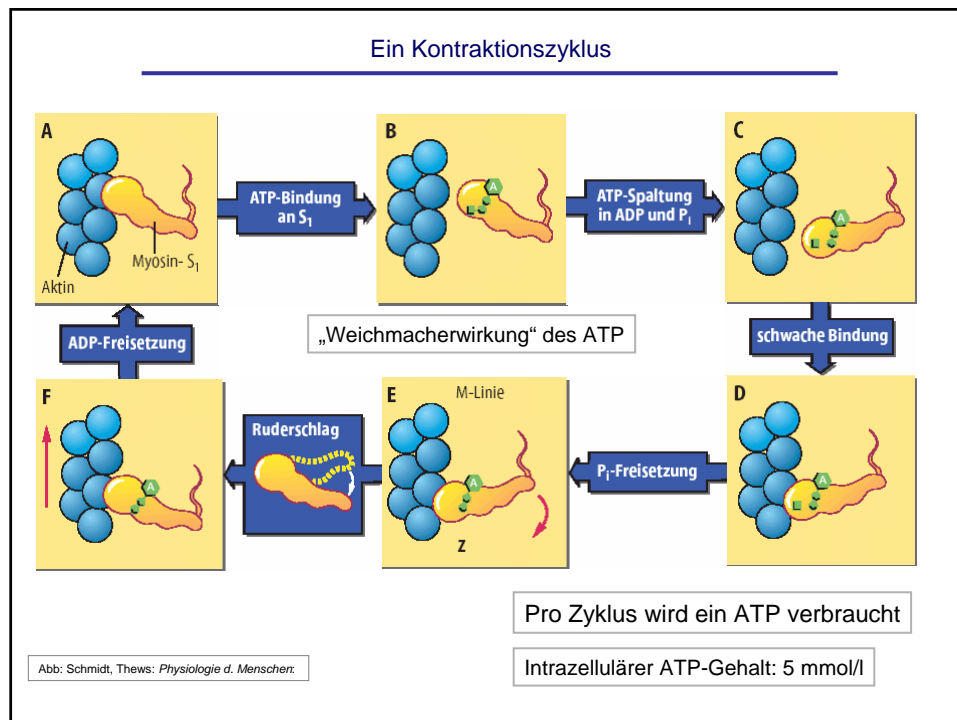
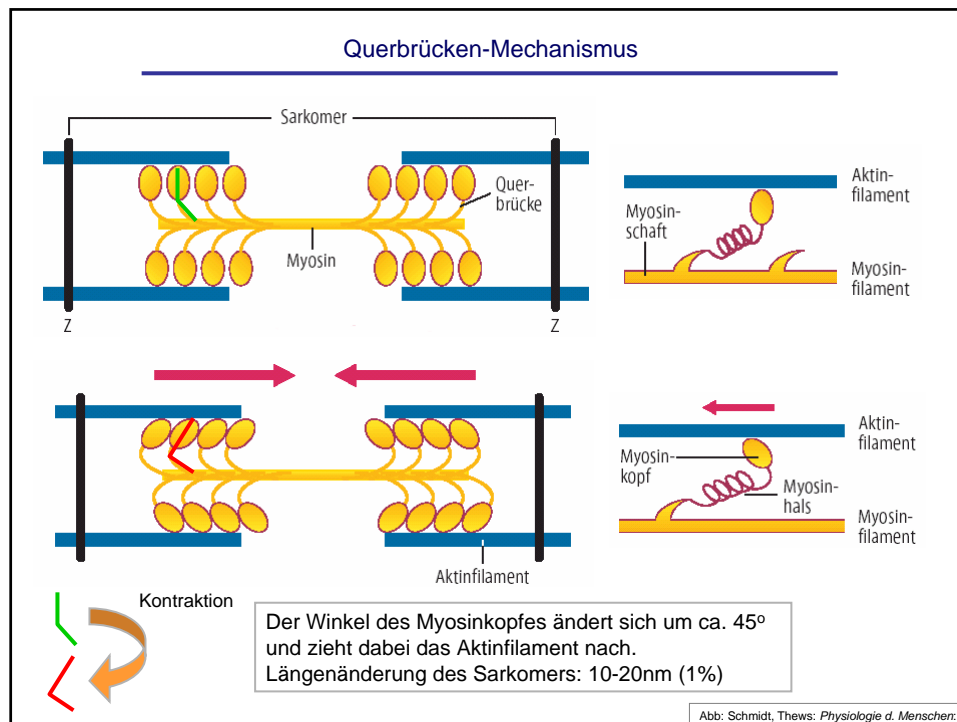


Abb: Schmidt, Thews: Physiologie d. Menschen.



40 nm

Myosinhals

Myosinkopf

Aktinuntereinheit

Troponin

Tropomyosin

Myosinfilament

Abb: Schmidt, Thews: *Physiologie d. Menschen*:

Das Diagramm illustriert den Mechanismus der Muskelkontraktion nach der Sliding-Filament-Theorie in zwei Zuständen:

- 1 erschlaffter Muskel:** In diesem Zustand beträgt der Winkel zwischen den Aktinfilamenten (gelb) und dem Myosinkopf (rot)  $50^\circ$ . Die Überlappung der Filamente beträgt  $150\text{ nm}$ . Beschriftungen: Tropomyosin, Troponin, G-Aktin, Myosinkopf.
- 2 kontrahierter Muskel:** Bei Kontraktion steigt der Winkel auf  $70^\circ$ , was die Überlappung auf  $100\text{ nm}$  reduziert. Ein grüner Pfeil zeigt an, dass  $\text{Ca}^{++}$  an Troponin bindet, was den Prozess auslöst.

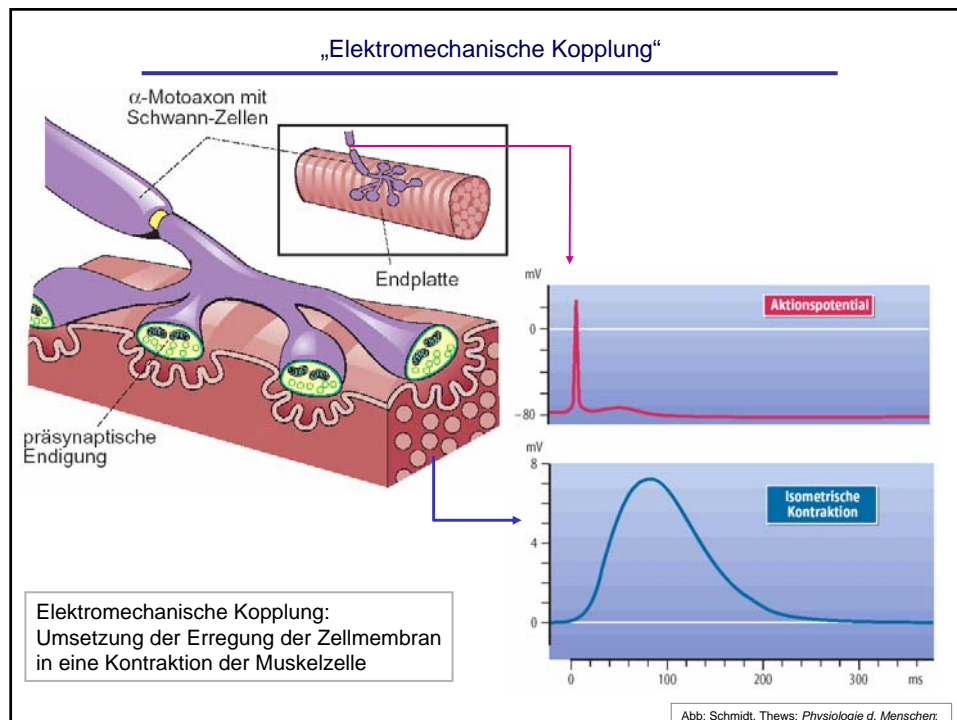
Abb. aus: Klinke, Silbernagel: *Lb. d. Physiologie*:

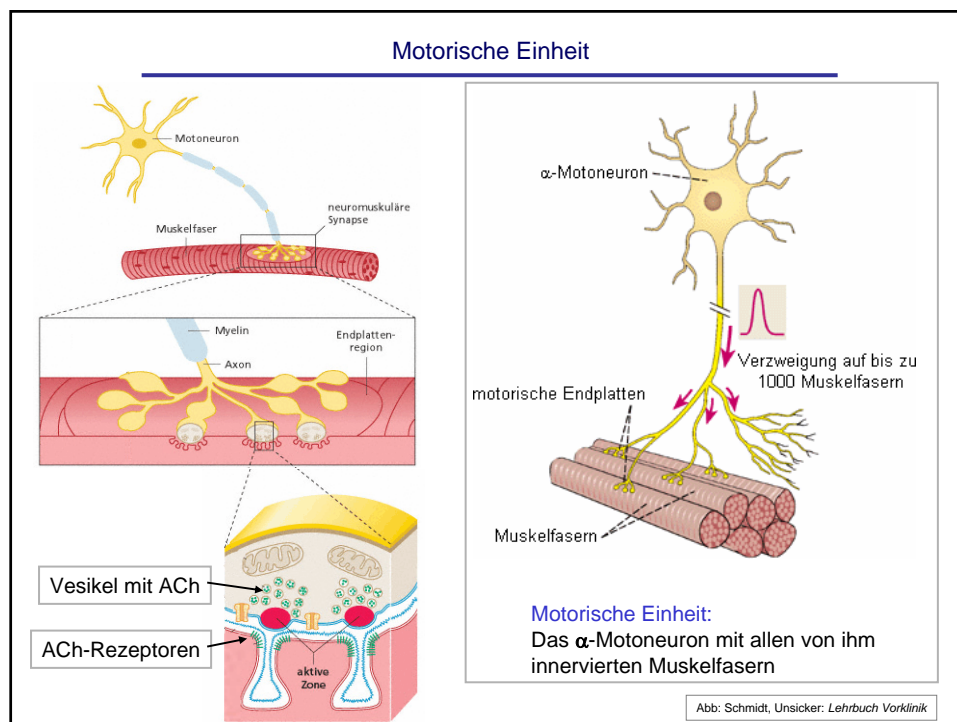
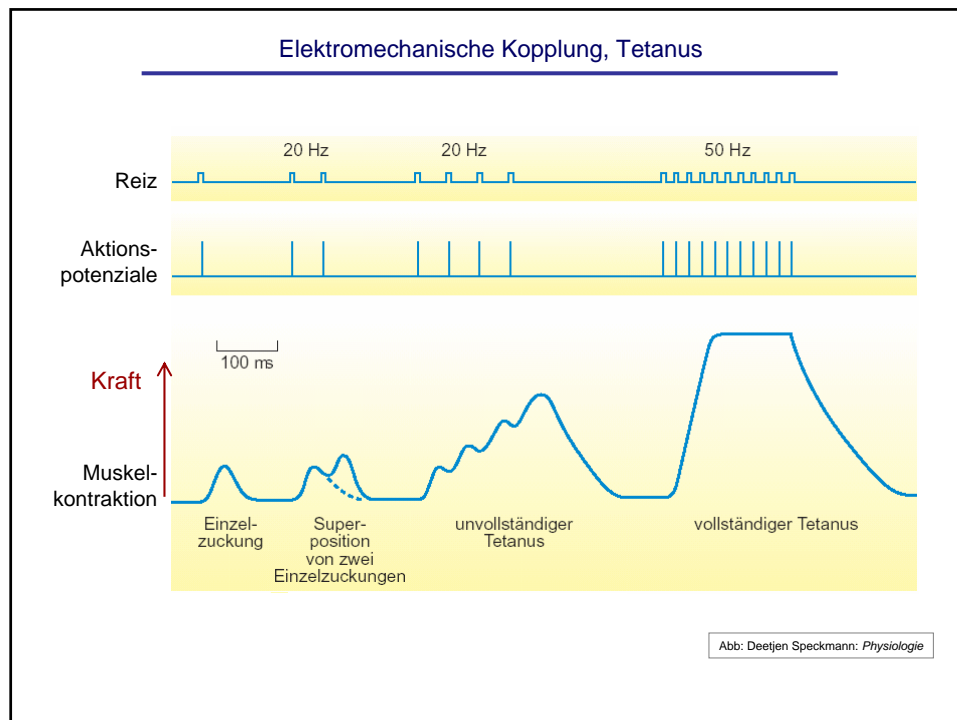
Alles verstanden ?

Was stimmt hier nicht ?

Bei der Kontraktion eines Skelettmuskels

- A) Rücken die Z-Streifen aufeinander zu
- B) Verengt sich die A-Bande
- C) Gleiten Aktin und Myosin-Filamente ineinander
- D) Ist das „aktive“ Molekül das Myosin
- E) Bewirkt ein einzelner Verkürzungszyklus eine Längenänderung des Sarkomers um ca 1%





## Übertragung an der motorischen Endplatte

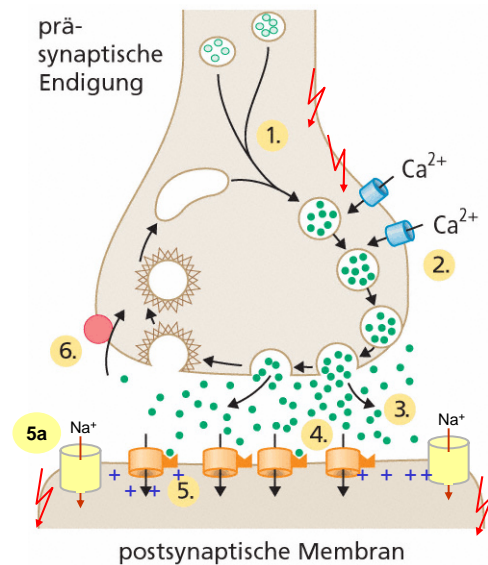


Abb: Schmidt, Unsicker: Lehrbuch Vorklinik

1. Synthese und Speicherung von ACh
2. Aktionspotentiale öffnen spannungsabhängige Ca<sup>2+</sup>-Kanäle
3. Das einströmende Ca<sup>2+</sup> führt zur Verschmelzung der Vesikel mit der prä-synaptischen Membran und Ausschüttung von ACh
4. ACh bindet an postsynaptische Rezeptoren
5. dadurch werden unspezifische Kationen-Kanäle geöffnet, die postsynaptische Membran wird depolarisiert.
- 5a. Spannungs abhängige Na<sup>+</sup>-Kanäle am Rand der postsynaptischen Membran initiieren ein Aktionspotential in der Muskelfaser
6. Inaktivierung des ACh

## Elektromechanische Kopplung

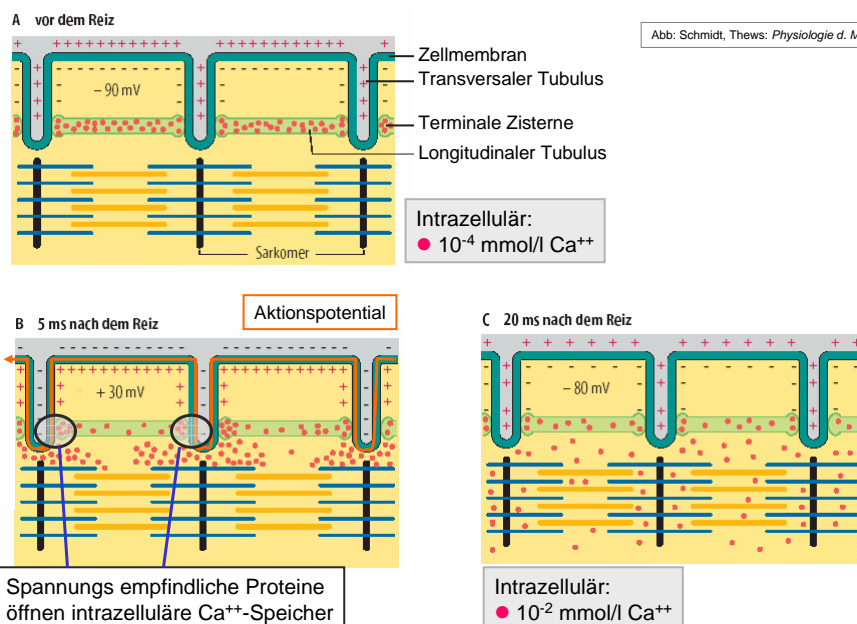


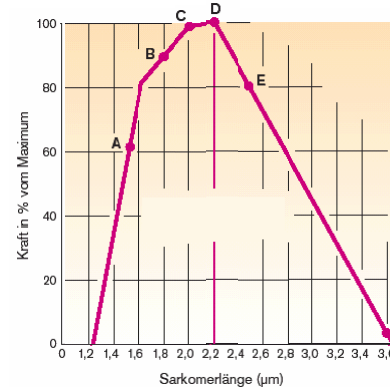
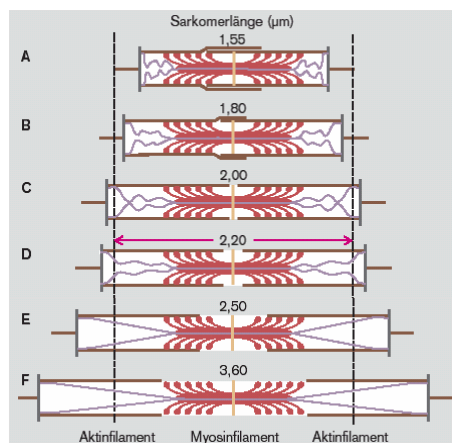
Abb: Schmidt, Thews: Physiologie d. Menschen

### Alles verstanden ?

#### Was ist richtig - was ist falsch ?

- 1) Ein motorisches Axon innerviert üblicherweise mehrere Muskelzellen.
- 2) Acetylcholin aus der präsynaptischen Membran aktiviert schnelle  $\text{Na}^+$ -Kanäle in der subsynaptischen Membran
- 3) Der intrazelluläre Calcium-Anstieg in der Muskelzelle nach einem AP wird vor allem durch den Ca-Einstrom aus dem Extrazellulärraum verursacht.
- 4) Nach einem AP der Muskelzelle steigt die intrazelluläre Ca-Konzentration um etwa das 100-fache.

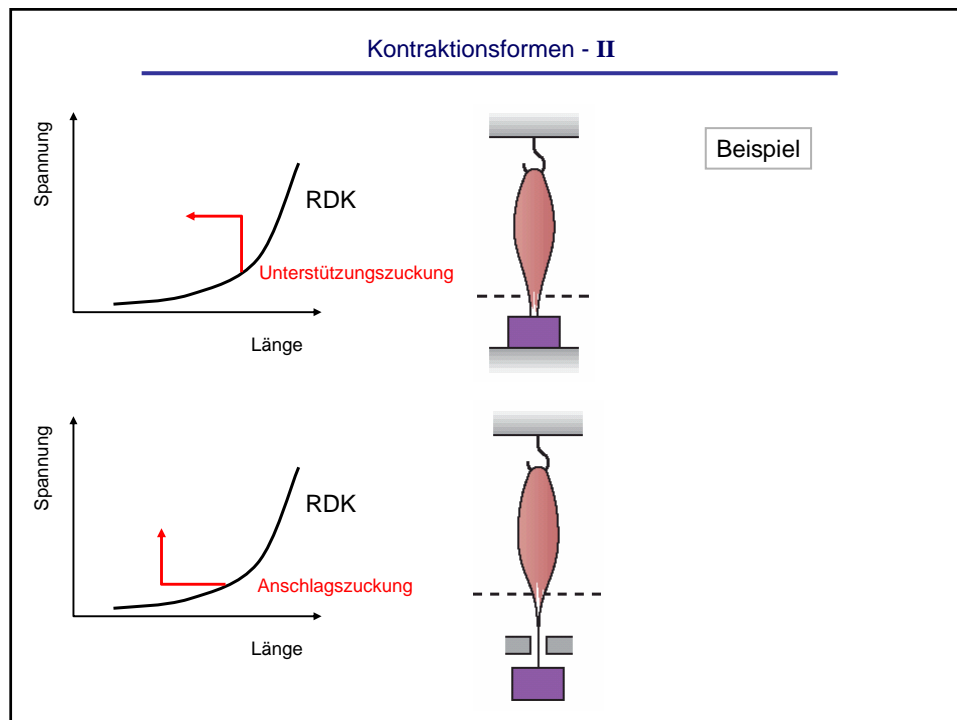
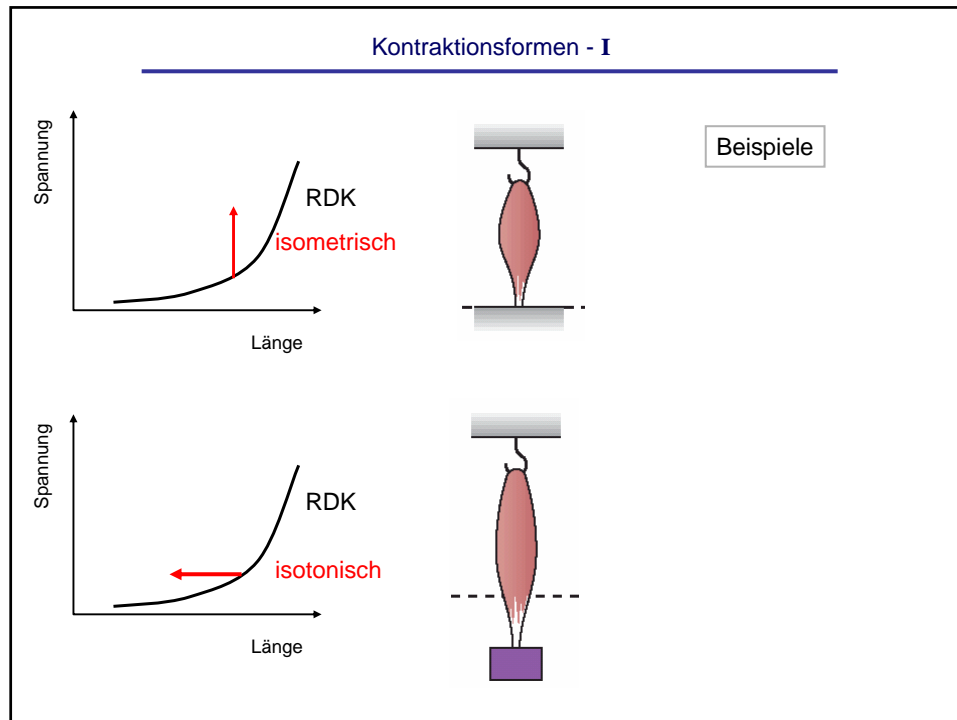
#### Abhängigkeit der Kraftentwicklung von der Sarkomerlänge

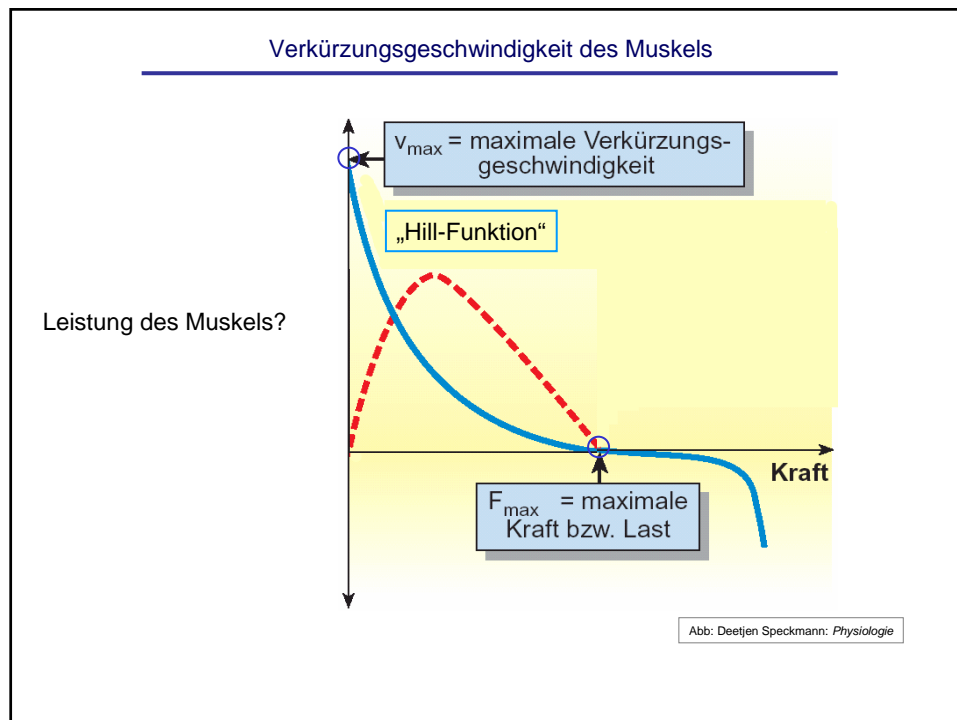
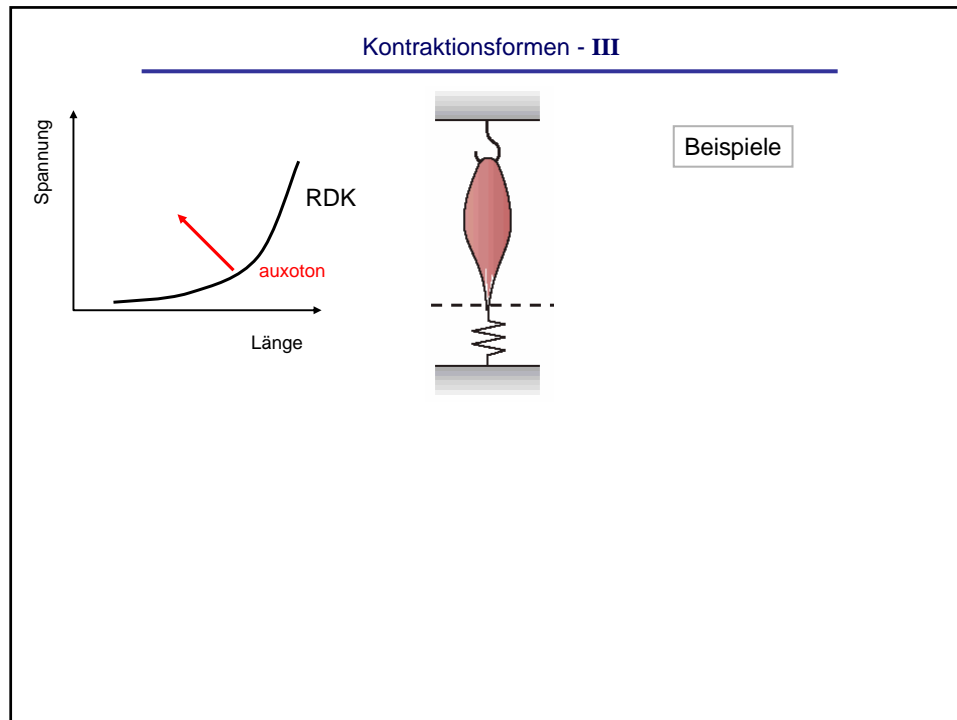


Muskelfaser hat optimalen Arbeitsbereich bei mittlerer Sarkomerlänge (ca 2 µm)

Abb. aus: Klinke, Silbermagel: Lb. d. Physiologie.







### Schnelle und langsame Muskelfasern

	Muskelfasertyp	
	S (slow)	FF (fast fatigable)
Ermüdbarkeit	gering	hoch
Fasern / motorische Einheit	gering	hoch
Geschwindigkeit der Zuckung	langsam	schnell
Kraftentwicklung	niedrig	hoch
Stoffwechsel	oxidativ	glykolytisch
Mitochondriendichte	hoch	niedrig
Kapillardichte	hoch	niedrig
Farbe	rot	weiß
Fusionsfrequenz	hoch	niedrig

### Alles verstanden ?

- A) Die Kraftentwicklung eines Sarkomers ist in weitem Bereich seiner Ausgangslänge (ca 20%-80%) konstant.
- B) Bei sehr kurzen Sarkomerlängen werden Bindungsstellen der Myosinköpfchen durch verlagertes Tropomyosin dauerhaft blockiert; dadurch wird weniger Kraft entwickelt.
- C) Lang gedehnte Muskelfasern entwickeln weniger Kraft, weil ihre elastischen Elemente überdehnt sind.
- D) Unter optimalen Bedingungen kann sich eine Muskelfaser um mehr als die Hälfte seiner Ausgangslänge verkürzen
- E) Der optimale Arbeitsbereich einer Muskelfaser liegt bei einer Sarkomerlänge von etwa 20µm

#### Was stimmt hier nicht ?

- A) Bei einer isometrischen Kontraktion eines Muskels kommt der Gleitfilament-Mechanismus zum Erliegen, die Sarkomerlänge bleibt daher konstant.
- B) Bei einer isotonischen Kontraktion eines Muskels verkürzen sich dessen Sarkomere
- C) Eine typische isotone Kontraktion ist das Zusammendrücken einer Metall-Feder
- D) Eine typische isometrische Kontraktion ist das Halten eines Gegenstandes mit ausgestrecktem Arm.
- E) Eine erfolgreicher Klimmzug ist eine auxotone Kontraktion.

