

Planungsblatt Physik für die 6B

Woche 8 (von 20.10 bis 24.10)

Aufgaben & Aufträge ¹

Bis Dienstag 21.10:

Lerne die Notizen von Montag richtig!

Bis Donnerstag 23.10:

Suche im Internet Bilder vom erdmagnetischen Feld und vom Polarlicht (Ausdrucken ist schön!) und kläre folgende Begriffe: Sonnenwind, Ionisierung, Rekombination, Kernfusion.

Bis Montag 27.10:

Erledige die Arbeitsaufträge zu Lorentzkraft, Polarlicht und Muskelkontraktionen.

Kernbegriffe dieser Woche:

Stromstärke, Spannung, Leistung, Widerstand, Parallel-/Serienschaltung von Widerständen und Batterien, Zitteraal

Ungefähre Wochenplanung

Schulübungen.

- (a) Montag: (i) HÜ Bespr. (ii) Batterien in Serie oder Parallel, (iii) Zitteraale continued, Lesen und Fremdwörter klären. Zusammenfassung Schreiben, diese dann in Gruppen vergleichen.
- (b) Dienstag: (i) HÜ-Bespr. mSWH (ii) Abschluss Zitteraale, (iii) Muskelkontraktionsauftrag – siehe unten: (a) zuerst gemeinsam den Text lesen, dann (b) die Aufgaben dazu machen.
- (c) Donnerstag: (i) HÜ Bespr. (ii) Vortrag Lorentzkraft – mit Fragen für euch dabei, (iii) Polarlicht: Hand-Out, (iv) Fragen dazu bearbeiten.

Unterlagen auf www.mat.univie.ac.at/~westra/edu.html

¹Für manche Aufgaben wird auf Rückseite/Anhang/Buch/Arbeitsblatt verwiesen.

MUSKELKONTRAKTION

(Quelle: Wikipedia, auch die Bilder)

Nach der Gleitfilament- beziehungsweise Filamentgleittheorie von Andrew F. Huxley und Hugh E. Huxley gleiten bei der Kontraktion Filamentproteine ohne Veränderung der Eigenlänge ineinander und verkürzen somit die Länge des Muskels. Bei den Filamentproteinen handelt es sich um Aktin, das äußere, dünne Filament, und Myosin, das innere, dicke Filament, welches sich am dünnen Filament vorbeischiebt und dadurch die Kontraktion ermöglicht. Diese Bewegung wird durch Änderungen der chemischen Konfiguration und damit der Form der Myosin-Moleküle ermöglicht: Das Myosin besitzt kleine Fortsätze (Köpfe), die ihren Winkel zum Rest des Moleküls (Schaft) verändern können. Die Köpfe können wiederum an die Aktin-Filamente binden und diese in sogenannten Ruderbewegungen verschieben. Ausgelöst wird die Kontraktion durch einen Nervenimpuls. Zudem wird für die Lösung des Myosins vom Aktin Energie in Form von ATP benötigt. Steht diese nicht mehr zur Verfügung, können sich die Moleküle nicht mehr voneinander lösen und es kommt zur Totenstarre.

Im Detail wird die Kontraktion durch den so genannten Querbrückenzyklus (Greif-Loslass-Zyklus) zwischen den Aktin- und Myosinfilamenten erklärt. Der Name rührt von der Funktion der Myosinköpfe als Querbrücken zwischen den Aktin- und Myosin-Filamenten her.

Im Ruhezustand (entspannter Muskel) ist das Aktinfilament mit so genannten Tropomyosinfäden umschlungen, die die Bindungsstellen der Myosinköpfchen an dem Aktinfilament bedecken. An das Myosin ist ATP gebunden, das Köpfchen befindet sich in einem 90-Grad-Winkel zum Schaft des Moleküls.

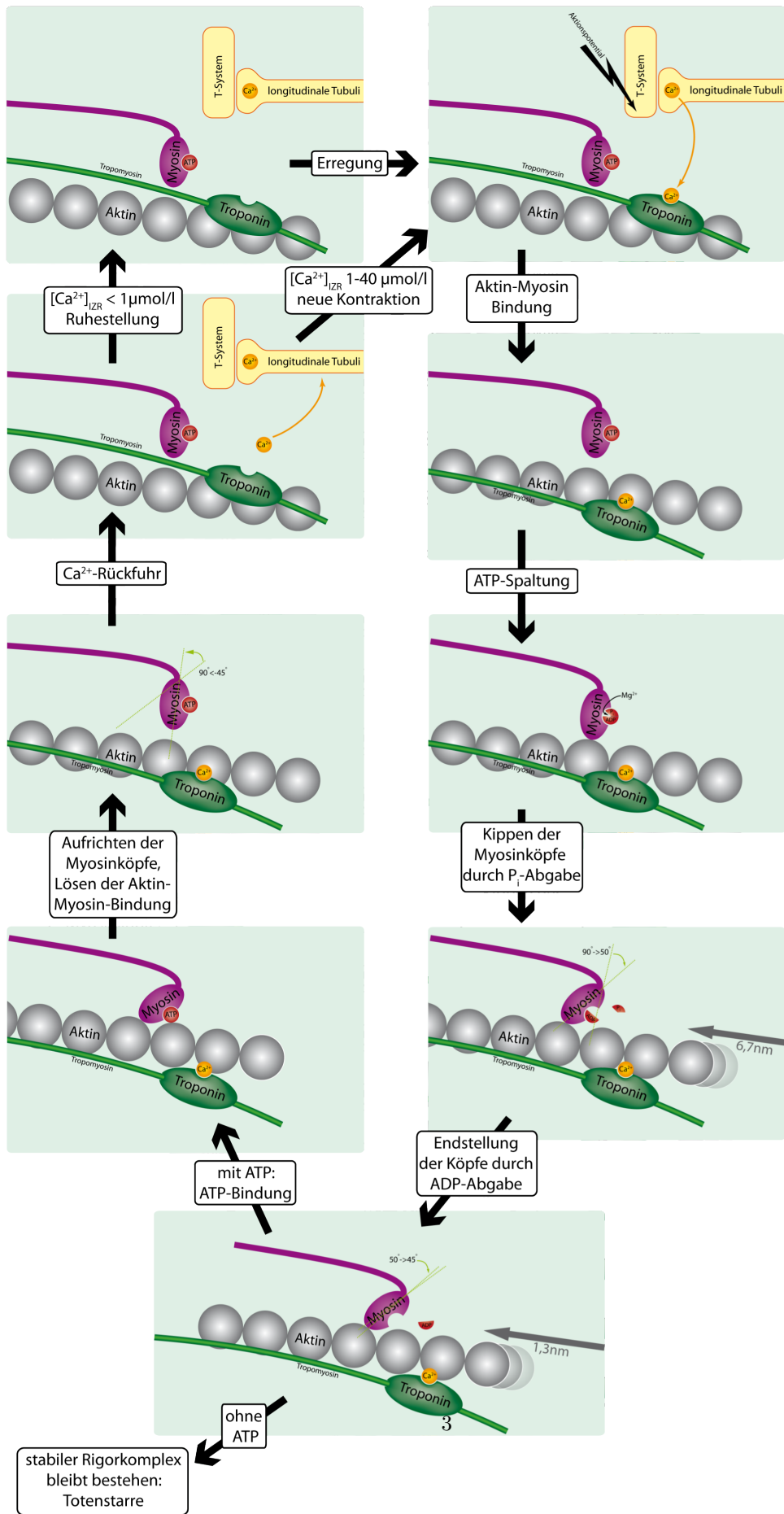
Ein Nervenimpuls von der motorischen Endplatte (Ende des Steuernervs bei einem Muskel) bewirkt die Ausschüttung von Calcium (Ca^{2+}). Das hat zwei Folgen: Zum einen aktiviert Ca^{2+} die Enzymtätigkeit des Myosinköpfchens, welche der einer ATPase gleichzusetzen ist, sodass das angelagerte ATP in ADP (Adenosindiphosphat) und P^i (Phosphatrest) gespalten wird. Die ATP-ase benötigt Mg^{2+} als Cofaktor für die Spaltung; das heißt, ohne Magnesium geht es nicht. Das Calcium bindet zum anderen an Troponin, das an den Tropomyosinfäden angelagert ist, und verändert dabei deren Konfiguration so, dass die Bindungsstellen freigegeben werden und das Myosin an das Aktin binden kann. Für diese Anlagerung wird vermutlich keine (ATP-)Energie benötigt.

Sobald das Myosin an das Aktin gebunden hat, wird das immer noch am Myosinköpfchen anliegenden P^i und kurz danach auch das ADPs freigesetzt. Dadurch wird die Verspannung des Myosins in mechanische Energie umgesetzt: Die Myosinköpfchen kippen in einen 45 Grad-Winkel zum Myosinfilament(Schaft) (ähnlich einem Ruderschlag, auch als Kraftschlag bezeichnet) und ziehen dabei die Aktinfilamente von rechts und links zur Sarkomermitte (Sarkomer = kleinste Einheit der Muskulatur, Faser, etwa 2 bis 2,5 μm lang).

Der Zyklus wird dadurch abgeschlossen, dass sich neues ATP an das Myosin anlagert. Dadurch löst sich das Myosinköpfchen vom Aktinfilament und die beiden Proteine befinden sich wieder im Ausgangszustand. Ein Querbrücken-Zyklus dauert 10-100 ms und verschiebt die Filamente um 10-20 nm, was nur etwa einem Prozent ihrer Länge entspricht. Um eine größere Längenveränderung zu ermöglichen, muss der Zyklus daher mehrere Male durchlaufen werden. Durch etwa 50 Greif-Loslass-Zyklen kann sich das Sarkomer in deutlich weniger als einer Sekunde um ca. 50% seiner Ruhelage verkürzen.

Sinkt die Ca^{2+} -Konzentration unter 10^{-7} mol/l, schlingen sich die Tropomyosinfäden wieder um das Aktinfilament, so dass sich keine neuen Bindungen mit den Myosinköpfchen bilden können - der Muskel erschlafft, man spricht dann von Muskelrelaxation. Dazu ist es nötig, das Calcium durch aktive Ionenpumpen aus dem Muskelgewebe zu transportieren.

Molekulare Mechanismen der Muskelfunktion



Arbeitsaufträge

Zu Muskeln:

Muskel 1. Fasse die Rolle von Mineralen zusammen. Was sind Symptome von Mineralmängeln?

Muskel 2. Schätze ab, wie viel dein Bizeps sich kontrahiert, wenn du den Arm hebst. Schätze dann damit ab, wie viele Muskelfasern (Sarkomere) hinter einander geschaltet sind, damit diese Länge erreicht wird.

Muskel 3. Um etwas längere Zeit aufzuheben, muss der Zyklus ständig wiederholt werden. Das heißt, in angespannter Ruheposition verkürzen und entspannen sich die Sarkomere ständig. Erkläre, dass wir Menschen ohne Arbeit zu leisten (Kraft mal Weg) doch Energie verbrauchen können.

Muskel 4. Nach dem Tod kann ATP nicht mehr in ADP umgewandelt werden; der Körper kann keine Energie mehr umwandeln. (i) Warum sind tote Tiere (Lebewesen) so steif?

Muskel 5. Bei Krampf spannt sich der Muskel ungewollt. Der Grund ist oft ein Mangel an einem Salz/Mineral. Die häufigsten Mängel sind Ca -Mangel (Ruhekrampf) und Mg -Mangel (Sportkrampf). Magnesium ist ein Calcium-Kanal-Blocker, und sorgt für das Beenden des Aktionspotentials in der motorischen Endplatte, das die Ca -Ausschüttung in das Sarkomer verursacht. Erkläre du jetzt, was der Sportkrampf genau ist.

Zum Polarlicht:

Polarlicht 1. Warum gibt es auf dem Mond keine Polarlichter? (Zwei Gründe!)

Polarlicht 2. Die Sonne kennt Phasen mit verstärkter Aktivität (mehr Sonnenflecken). Denke dir einige Auswirkungen dieser verstärkter Aktivität aus.

Polarlicht 3. Verschiedene Farben korrespondieren mit verschiedenen Elementen. Warum?

Polarlicht 4. Die verschiedenen Elemente sind auf unterschiedlichen Höhen. Damit kannst du dann erklären, warum die Farbe meistens recht homogen ist, also rot oder grün, aber nicht rot-grünlich.

Polarlicht 5. Warum sieht man am Äquator kein Polarlicht?

Polarlicht 6. Berechne den Energieunterschied $E_2 - E_1$ wenn $f \approx 5,6 \cdot 10^{14} Hz$, was mit Grün korrespondiert.

Polarlicht 7. Die Lorentzkraft verricht keine Arbeit. Erinnerung dich, Arbeit ist Kraft mal Weg, aber dann muss der Weg parallel zur Kraft sein, also $W = \vec{F} \cdot \vec{s}$. Jetzt kannst du die Aussage erklären. Begründe dann damit, dass sich die Größe der Geschwindigkeit eines Teilchens in einem magnetischen Feld nicht ändert.

Polarlicht 8. Massenspektrometrie beruht auf folgende Idee: *Man ionisiert einen Stoff. Dann beschleunigt man den Stoff mit einem elektrischen Feld. Dann lenkt man den Stoff durch ein magnetisches Feld. Dann mißt man die Ablenkung. Dann weiß man die Masse.* Mache eine Skizze und verdeutliche diese Idee etwas näher.