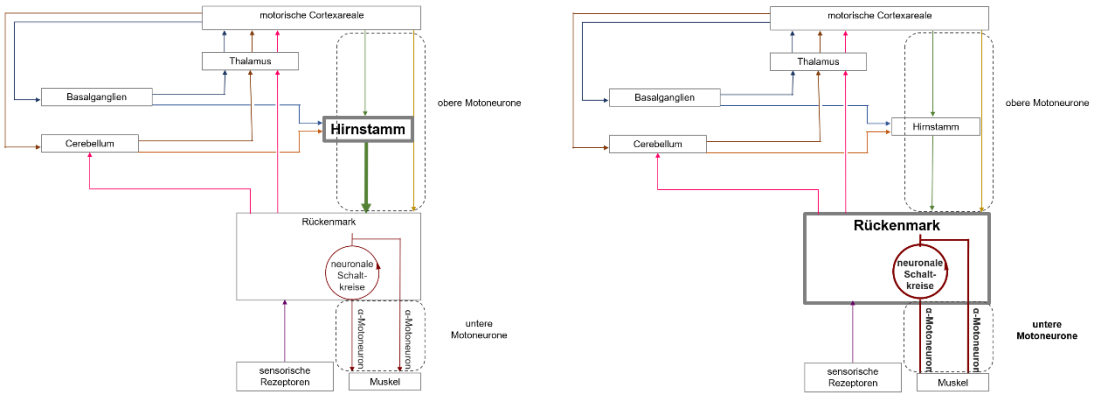
9 – Rückenmark

Via pyramidale oder extrapyramidale Bahnen erreichen die efferenten Signale das Rückenmark. Nebst der Weiterleitung dieser Signale für die willkürliche Bewegungskontrolle, enthält das Rückenmark auch neuronale Schaltkreise, welche eine unbewusste, autonome Bewegungskontrolle erlauben. In diesem Kapitel gehen wir auf die Weiterleitung der Reize vom Hirnstamm und Cortex ein, aber auch auf die unwillkürliche Bewegungskontrolle via Reflexe.

⇒Ziehen Sie den Schieber am oberen Bildrand nach unten.



Quelle: Eigene Darstellung, 01.11.2018

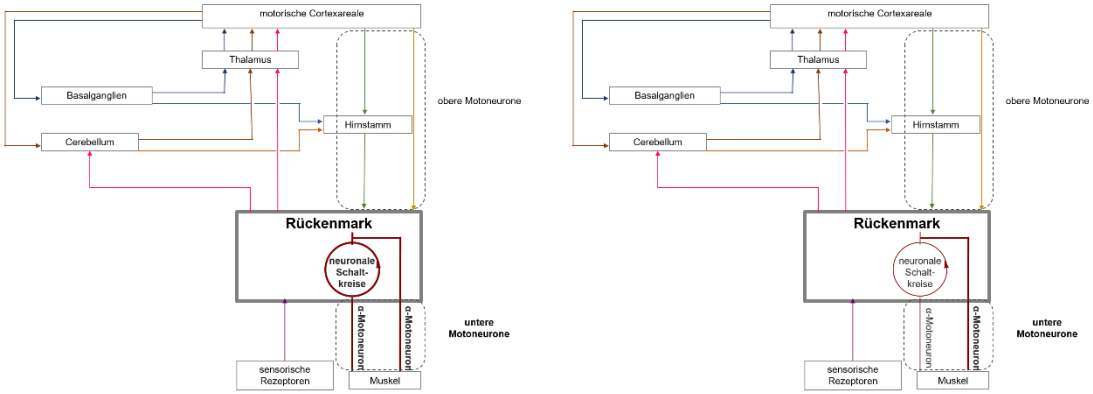
Lernziele

Sie kennen...

- …die verschiedenen Arten von Interneuronen und deren Auswirkungen auf die Reizweiterleitung.
- … die Definition eines Reflexes und können einen Reflexbogen beschreiben.
- …die verschiedenen Arten von Reflexen und können ein Beispiel für einen monosynaptischen und polysynaptischen Reflex nennen und beschreiben.
- …die reziproke antagonistische Hemmung und können diese erklären.
- …die Unterschiede zwischen einer Schädigung der oberen Motoneuronen und unteren Motoneuronen und können diese auch erklären.

9.1 – Reizweiterleitung vom extrapyramidalen & pyramidalen System zum Muskel

Zuerst schauen wir uns an, was mit den Reizen vom Hirnstamm und Cortex im Rückenmark geschieht.
⇒Ziehen Sie den Schieber am oberen Bildrand nach unten.



Quelle: Eigene Darstellung, 01.11.2018

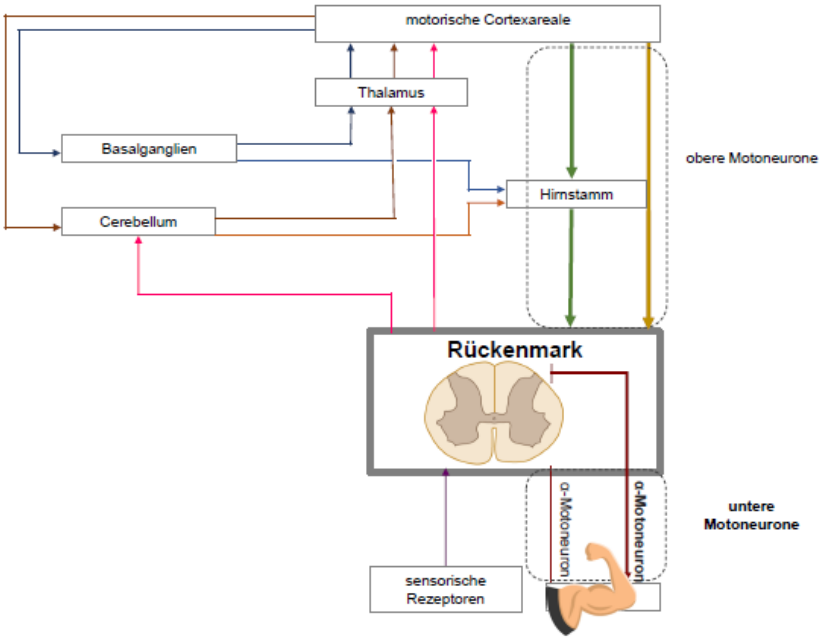
9.1.1 – Interneurone

Die Reize welche vom Hirnstamm oder Cortex her ins Rückenmark kommen, werden meistens über Interneurone an die unteren Motoneurone weitergeleitet.

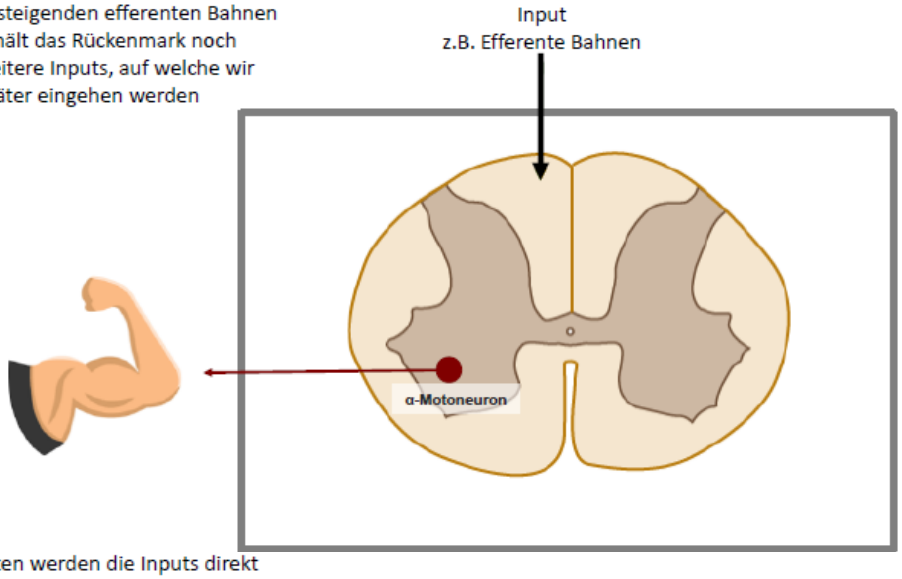
Interneurone sind Neurone, welche zwischen zwei oder Mehreren Neuronen im Rückenmark liegen. Sie haben nur kurze Fortsätze können verschiedene Einflüsse auf das darauffolgende Neuron haben:
⇒Schauen Sie dazu das interaktive Video zu den verschiedenen Typen von Interneuronen

Pyramidale und extrapyramidale Bahnen erreichen das Rückenmark.

Die Signale werden im Rückenmark weitergeleitet, so dass schliesslich die unteren Motoneurone den Muskel innervieren.

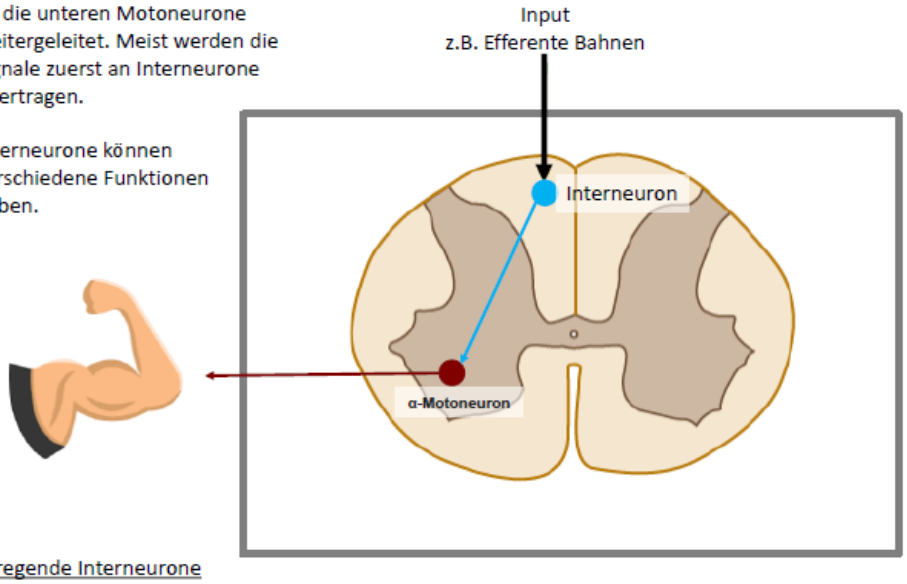


Nebst dem Input der absteigenden efferenten Bahnen erhält das Rückenmark noch weitere Inputs, auf welche wir später eingehen werden

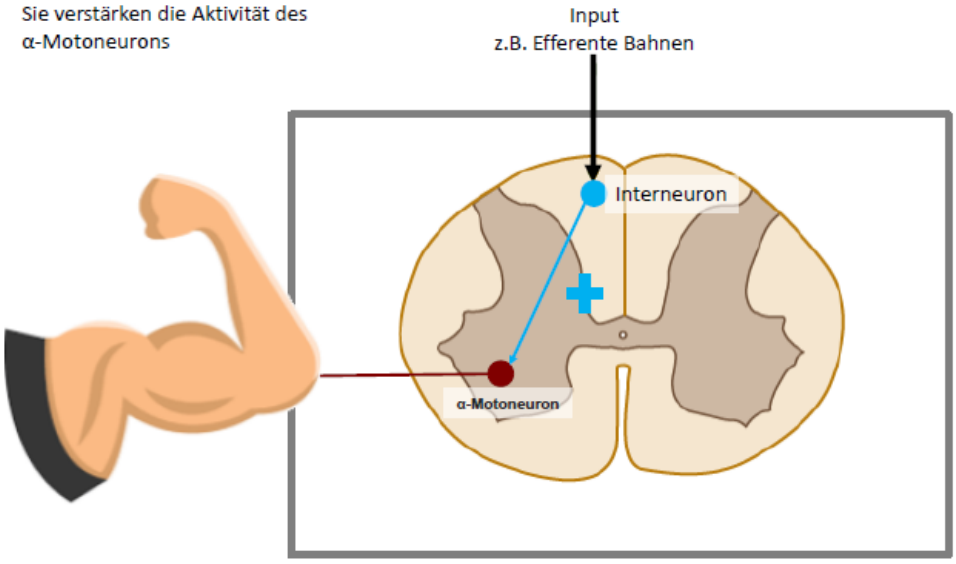


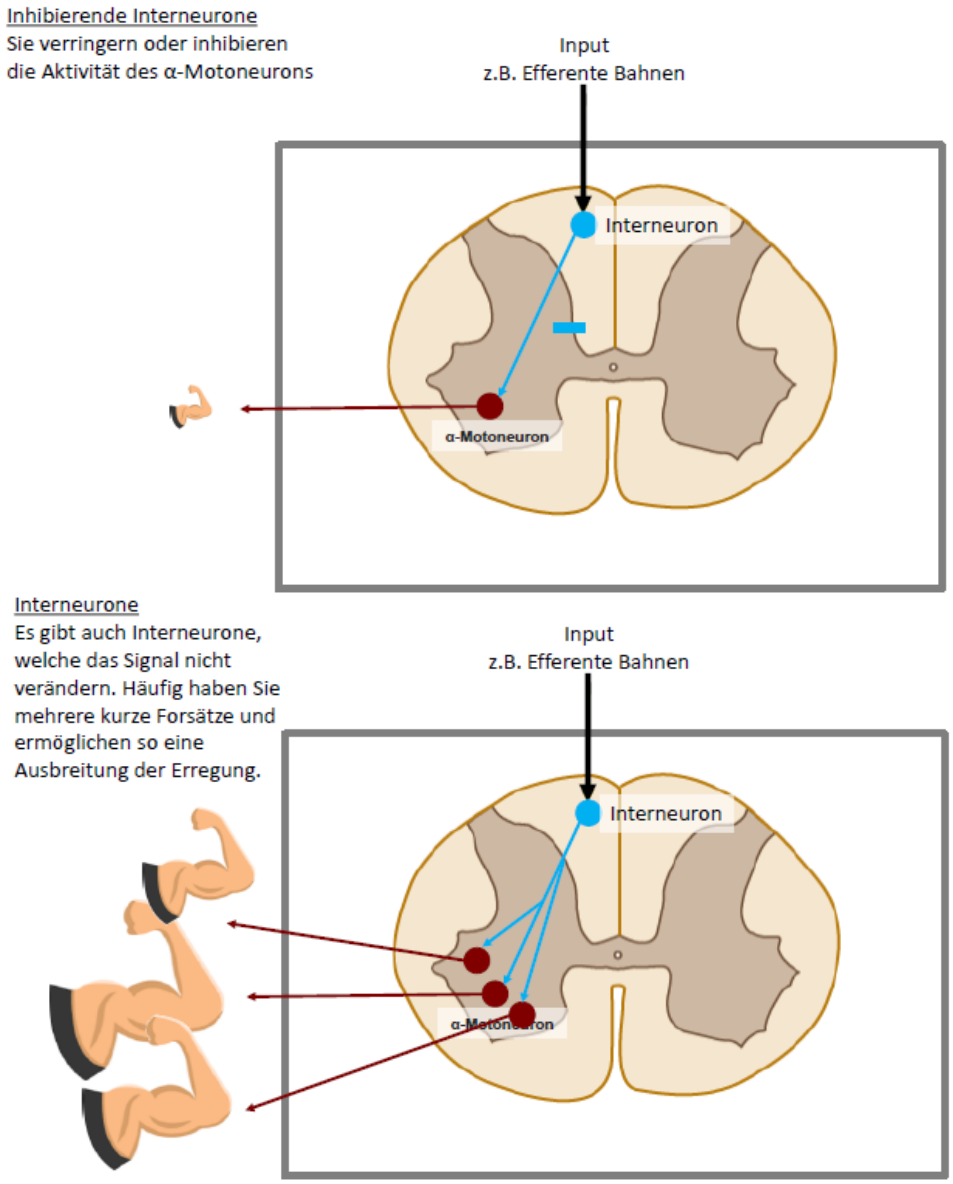
Selten werden die Inputs direkt an die unteren Motoneurone weitergeleitet. Meist werden die Signale zuerst an Interneurone übertragen.

Interneurone können verschiedene Funktionen haben.



<u>Erregende Interneurone</u>
Sie verstärken die Aktivität des α-Motoneurons



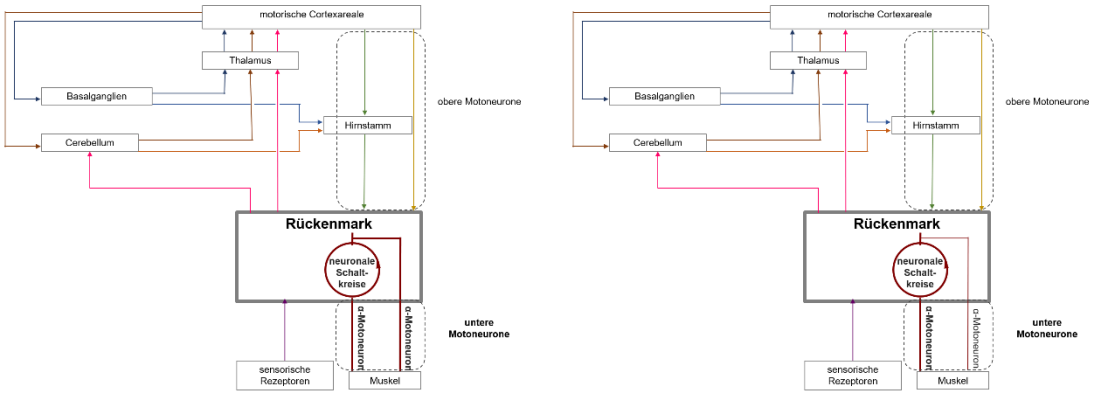


Quelle: Eigene Darstellung mit Elementen von: https://accessmedicine.mhmedical.com/data/books/waxm27/waxm27_c005f010.png, https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/arm-muscle-flat-icon-fitness-and-sport-biceps-vector-19222617, 01.11.2018

Hier können Sie die Keypoints als PDF herunterladen: Interneurone

5.2 – Neuronale Schaltkreise im Rückenmark – Spinalmotorik

Neuronale Schaltkreise im Rückenmark ermöglichen eine autonome Bewegungskontrolle, d.h. die Bewegung wird ausgelöst, ohne das der Cortex dabei involviert ist. Dies geschieht über spinale Reflexe. *⇒Ziehen Sie den Schieber am oberen Bildrand nach unten.*



Quelle: Eigene Darstellung, 01.11.2018

Reflex

Ein Reflex ist eine zweckgerichtete stereotype Antwort auf einen definierten Reiz unter gleich bleibenden Bedingungen. Reflexe dienen der Stabilisierung eines Zustands oder Vorgangs und sollen verhindern, dass plötzliche Reize aus der Umgebung den aktuellen Zustand verändern. Obwohl Reflexe im Prinzip unabhängig vom Gehirn funktionieren, werden sie oft von absteigenden Bahnen beeinflusst.

Spinale Reflexe haben ihr Reflexzentrum im Rückenmark, während cerebrale Reflexe vom Cortex oder Hirnstamm ausgehen. Wir beschränken uns hier auf die spinalen Reflexe.

Reflexe werden durch einen Reiz aus der Umwelt ausgelöst (z.B. wenn man in einen Reissnagel steht). Solche Reize initiieren den Reflexbogen wie er in Abbildung 5.1 beschrieben wird. Am Schluss wird ein α- Motoneuron aktiviert, welches die Reaktion auf den Reiz umsetzt indem ein Muskel oder eine Muskelgruppe innerviert wird. Es lassen sich verschiedene Arten von Reflexen unterschieden, abhängig von deren Komplexität.

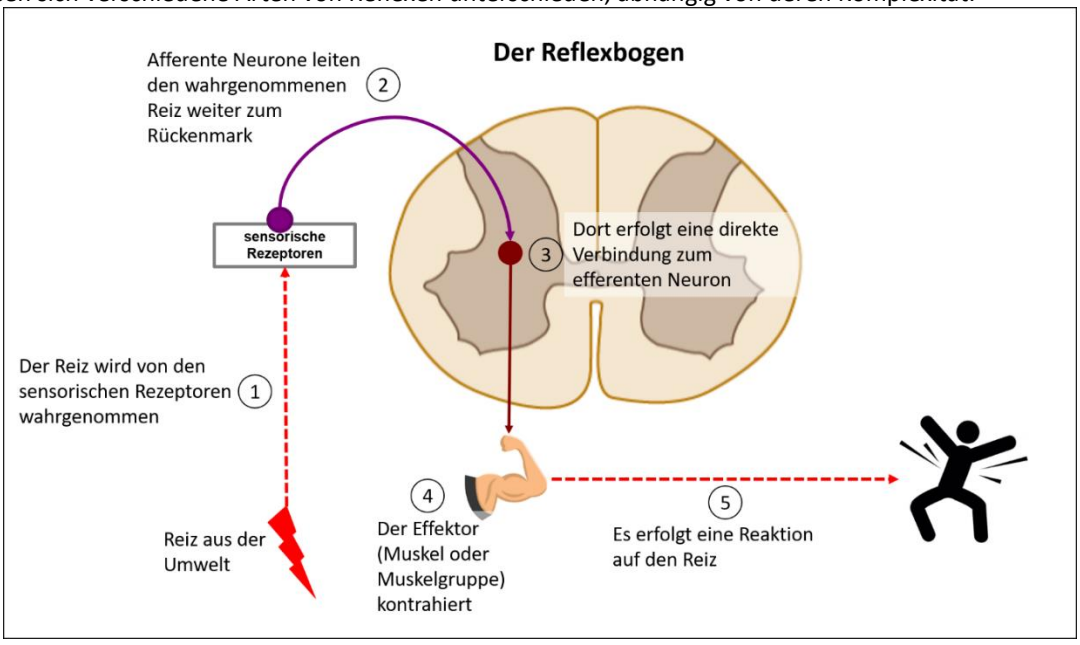


Abbildung 5.1 – Der Reflexbogen. *Quelle: Eigene Darstellung*

5.2.1 – Die verschiedenen Arten von Reflexen

Der Elementarreflex

Ein sensorischer Stimulus ruft eine motorische Antwort in einem spezifischen Muskel hervor.

Der Eigenreflex oder monosynaptischer Reflex

Eine Reaktion erfolgt im gleichen Organ, welches zuvor gereizt wurde.

Ein Beispiel für einen Eigenreflex ist ein Muskel-Dehnungsreflex wie z.B. der Kniesehnenreflex, welcher im folgenden Exkurs etwas detaillierter beschrieben wird:

Exkurs – Kniesehnenreflex

Der Reflexbogen des Kniesehnenreflex ist in der unteren Abbildung (Abbildung 5.2) beschrieben.

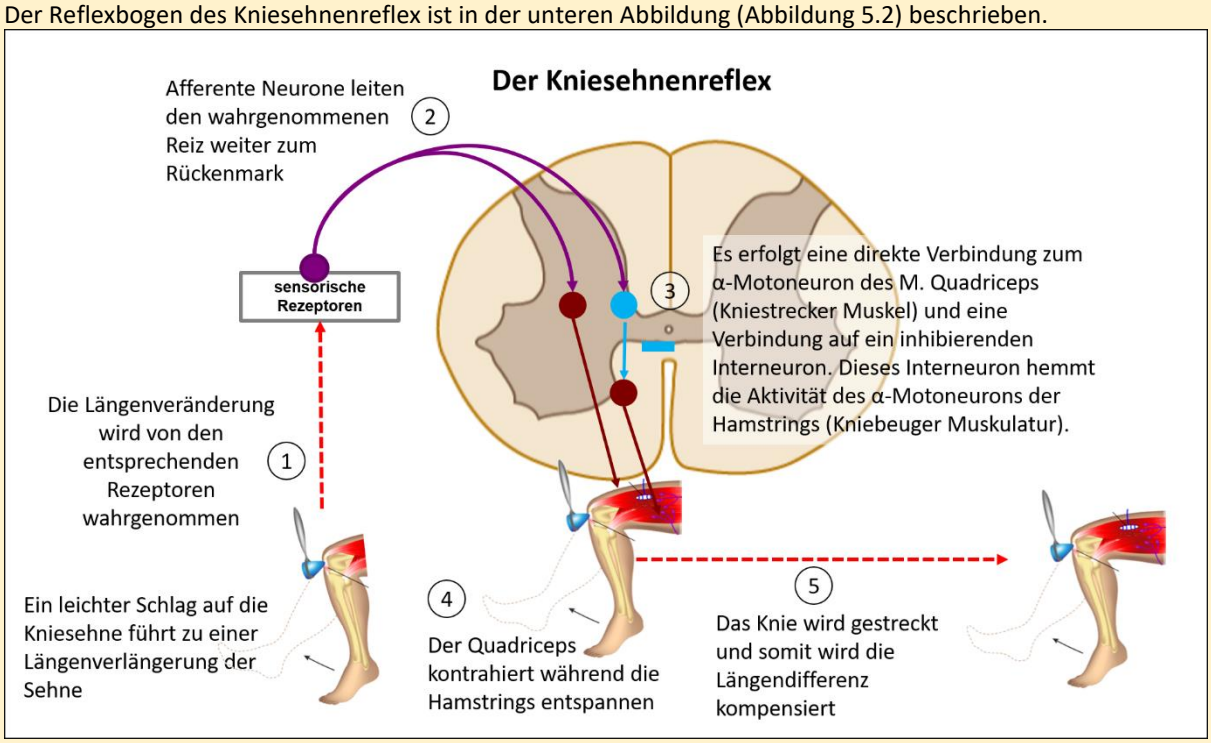


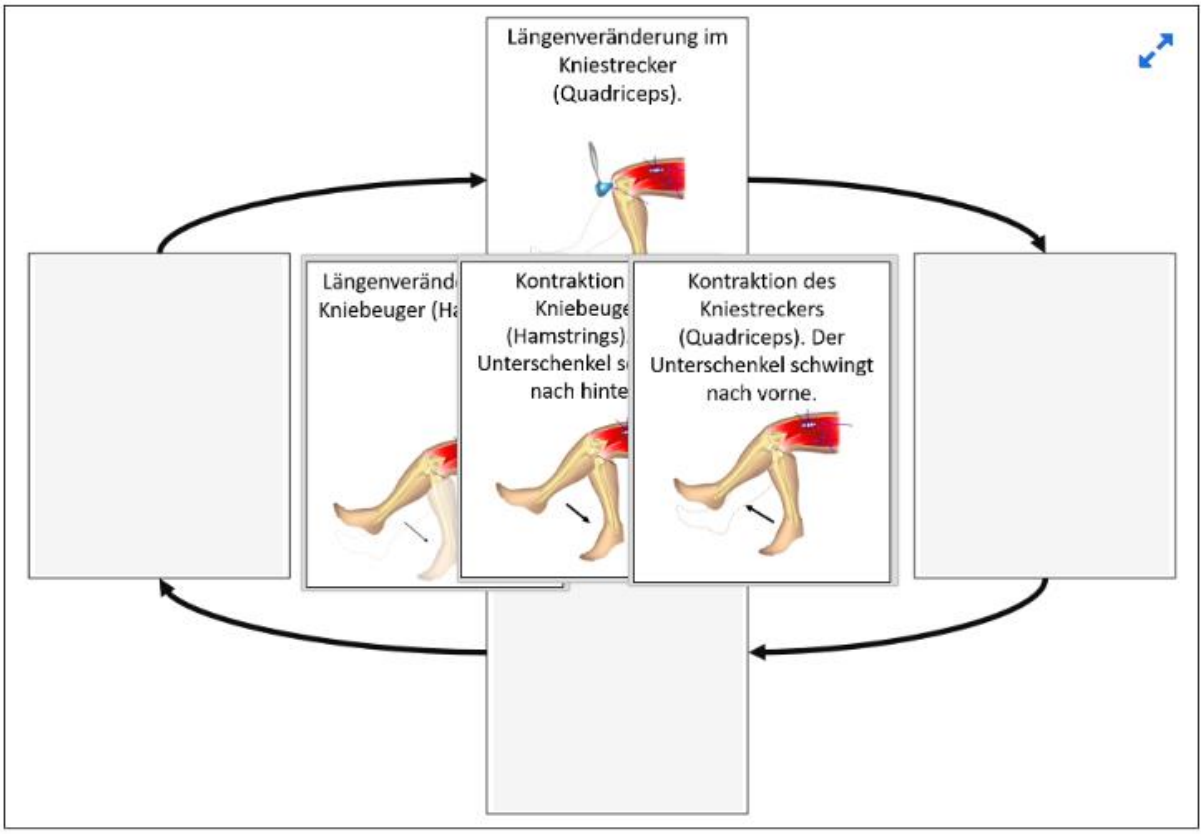
Abbildung 5.2 – Der Kniesehnenreflex. *Quelle: Eigene Darstellung mit Bildern von: http://drmorgan.info/clinicians-corner/manipulation-activates-muscles-core/*

Das folgende Video auf englisch beschreibt diesen Reflex sehr gut mit anschaulichen Bildern. Auf die sensorischen Rezeptoren zuständig für die Längenmessung des Muskels gehen wir in einem späteren Kapitel ein.

https://youtu.be/c-dD0N53QRg

Dieses Prinzip, dass der Antagonist gehemmt wird, nennt sich **reziproke antagonistische Hemmung.** Finden Sie mit der folgenden Übung selbst heraus, weshalb diese Hemmung so essentiell für unsere Reflexe ist. Beim Lösen folgender Übung werden Sie sehen, dass der Reflex, sich nicht mehr stoppen lassen würde, sobald er einmal initiiert wurde.

⇒ Ordnen Sie die folgenden Begriffe in den Zyklus ein. Der Start ist bereits vorgegeben durch den Beginn des Kniesehnenreflexes.



Check

Quelle: Eigene Darstellung, 02.11.2018

Elementarreflexe treten allerdings häufig nicht alleine auf, meistens involviert ein Reflex mehrere Effektoren.

Komplexe Reflexe

Komplexe Reflexe setzen sich aus Elementarreflexen zusammen, welche gleichzeitig oder gestaffelt ablaufen.

Der Fremdreflex oder polysynaptischer Reflex

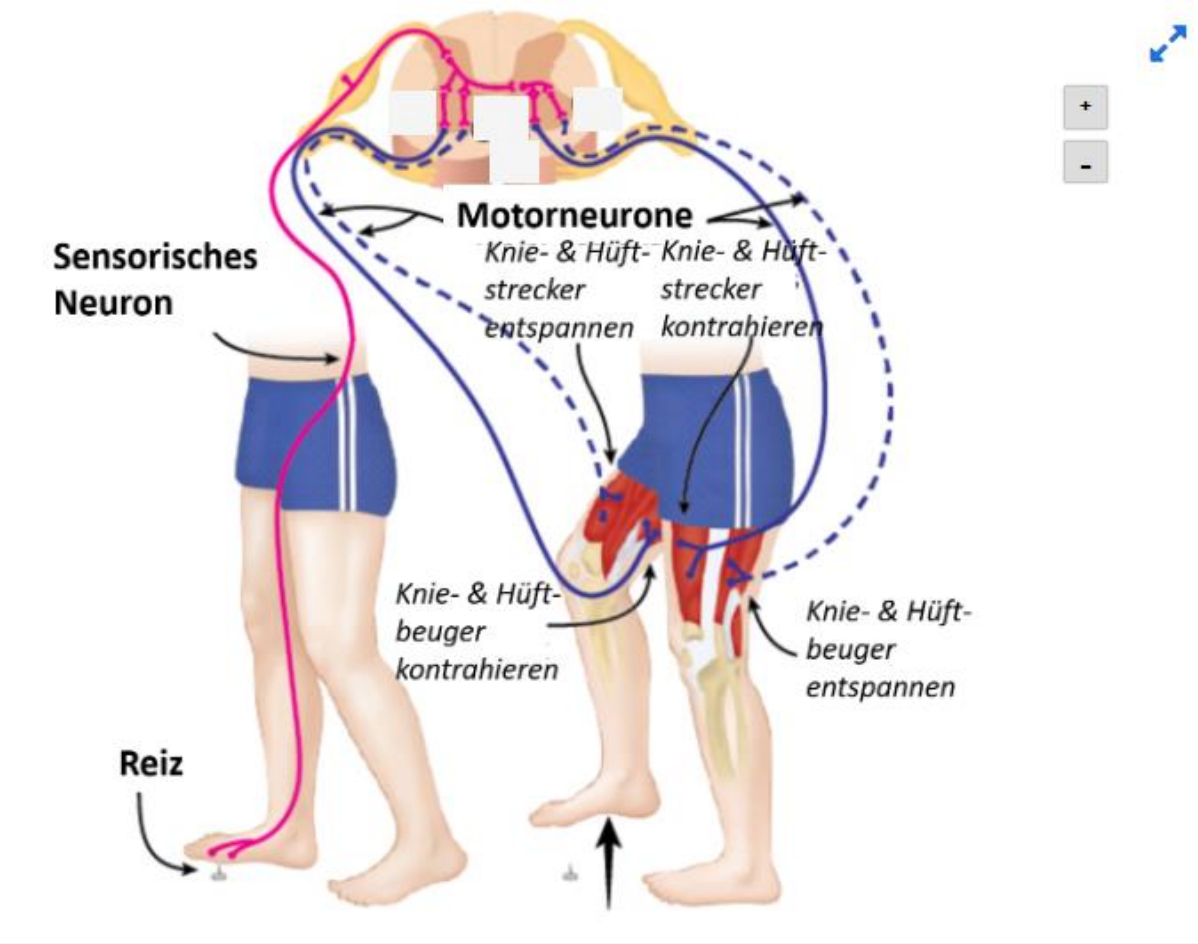
Der Effekt tritt in einem anderen Organ als dem Gereizten hervor.

Als Beispiel für einen polysynaptischen Reflex kann man den gekreuzten Flexor-Extensor-Reflex betrachten:

Exkurs – Gekreuzter Flexor-Extensor-Reflex

Dieser Reflex tritt auf, wenn Sie z.B. mit einem Fuss in eine Scherbe stehen. Dann werden sie diesen Fuss schnell wegziehen. Doch damit Sie dabei nicht gleich nach vorne umfallen, muss das Gegenbein gestreckt werden.

⇒ Ordnen Sie die Funktionen der Interneurone richtig zu. '+' bedeutet, dass die Motorneurone aktiviert werden, '-' dass sie inhibiert werden. In der Mitte bezieht sich das obere Feld auf die rechte Seite und das Untere auf die Linke.



Check

Quelle: Adaptiert von https://content.byui.edu/file/a236934c-3c60-4fe9-90aa-d343b3e3a640/1/module9/readings/somatic_reflexes.html, 02.11.2018

9.3 – Verletzungen der unteren vs. oberen Motoneurone

Bei einer Verletzung der oberen Motoneuronen treten andere Symptome auf, als wenn die α-Motoneurone n betroffen sind. Einige dieser Symptome werden in den folgenden Abschnitten erklärt und danach können Sie sich eine Übersichts-Tabelle zusammenstellen, wobei Schädigungen der unteren Motoneurone solchen der oberen Motoneurone gegenübergestellt werden.

Spastizität

Spastizität beschreibt folgende Kombination:

- erhöhter Muskeltonus
- Hyperaktive Reflexe
- Klonus (= unwillkürliche, rhythmische Kontraktionen von Muskeln/Muskelgruppen)

Es wird vermutet, dass sie durch das Fehlen inhibierender Inputs der oberen Motoneurone entsteht.

Das Babinski Zeichen

Streicht man bei einem gesunden Erwachsenen über die Fussohle, so wird ein Fremdreflex ausgelöst und die Zehen machen eine Greifbewegung (Flexion).

Bei einem positiven Babinski-Zeichen hebt sich die Grosszehe an und die anderen Zehen spreizen sich ab. Bei Neugeborenen ist das Nervensystem noch nicht so weit entwickelt, dort ist dies die normale Reaktion.

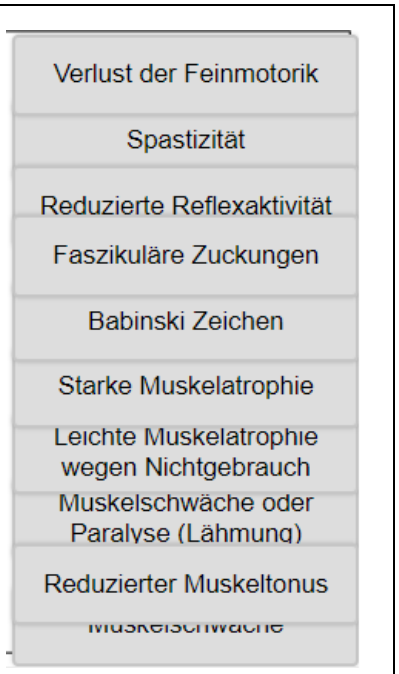
Abbildung 9.3 – Das Babinski-Zeichen. *Quelle: http://www.neuro24.de/show_glossar.php?id=226, 02.11.2018*

Muskelatrophie

Muskelatrophie beschreibt die Abnahme der Muskelmasse.

Faszikuläre Zuckungen

Faszikuläre Zuckungen oder Faszikulation beschreibt spontane Kontraktionen einzelner kleiner Skelettmuskelgruppen. Diese sind zwar unter der Haut sichtbar, lösen jedoch keine Bewegung aus und sind auch nicht schmerzhaft.

Während bei einer Schädigung der unteren Motoneurone die Verbindung vom ZNS zum Muskel beschädigt ist, ist diese bei einer Schädigung der oberen Motoneurone noch vorhanden.
⇒ Versuchen Sie nun, die Begriffe zuzuordnen und die Übersichts-Tabelle zu füllen.

Schädigung der oberen MN	**Schädigung der unteren MN**